

### 第III編 セメント分野振興のための基本計画と実行計画

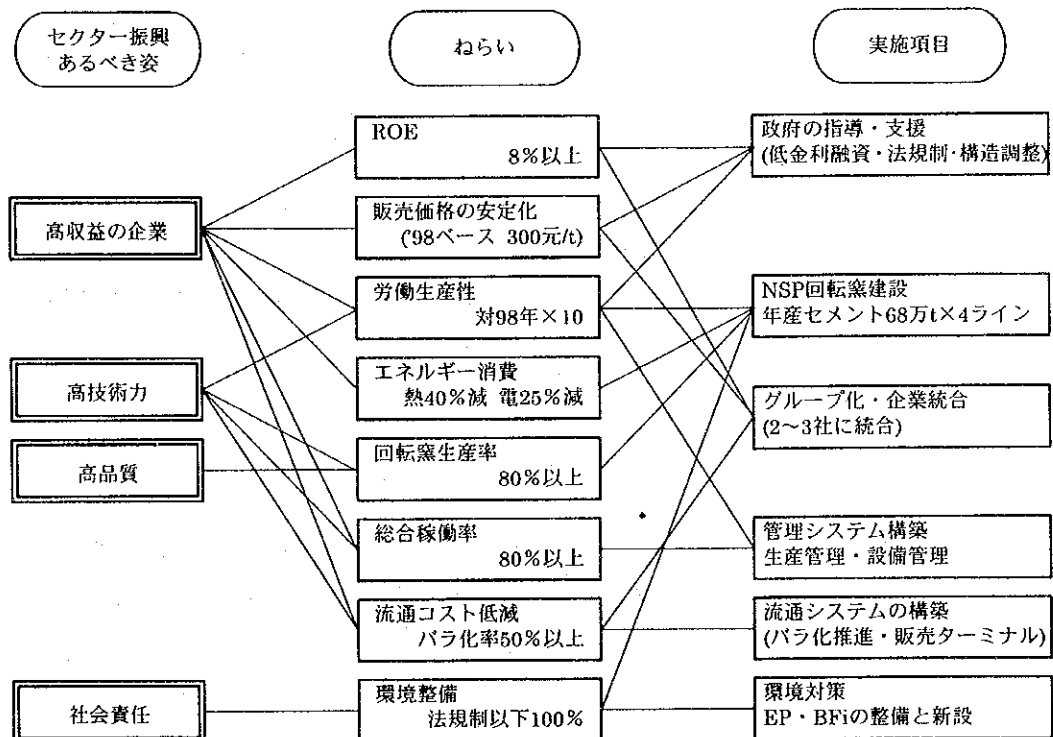
#### 1. セメント分野振興の対象とその内容

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 1.1 綿陽市セメントセクターの将来ビジョン



## 2. セメント分野振興の構想

### 2.1 綿陽市におけるセメント分野振興の構想

#### 2.1.1 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に及ぶ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。これに対して中国政府の本報告書第I編2.3で述べた如き政策に基づいて、綿陽市政府は、第II編3.3で述べたような対策を考えている。

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。また政府は品質や環境等の法規制を強化し遵守しない企業を淘汰する。

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、実施項目などは表2.1.1の通りである。

表 2.1.1 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>段階</p> <p>個別企業の強化</p>	<p>個別企業の強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 大きな投資を必要としない設備の改善の向上</li> <li>- 行い、工程、品質の安定化、稼働率の向上</li> <li>- 企業の体質を強化する一方不良企業の淘汰</li> <li>- 環境設備の整備、改善</li> </ul>	<p>グループ化による強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- 各企業の収益改善、体質強化</li> <li>- 人事と技術の交流</li> <li>- 品質向上、環境改善</li> </ul>	<p>統合による強化</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 2~3社に各企業を統合し設備と経営の効率化の実現</li> <li>- 高品質、低コストの近代的企業の実現</li> <li>- 高い経済指標の実現と近隣地区との競争力の強化</li> </ul>
<p>主要実施項目</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 小規模不採算工場の閉鎖</li> <li>- 設備の整備、特に計量機、集じん機等</li> <li>- 各種管理強化、特に設備管理強化による運転率の向上</li> <li>- 人員削減による労働生産性の向上</li> <li>- 教育、特に実践技術教育の強化</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 各グループ内での販売協定の締結による販売力強化</li> <li>- 原燃料、材料の共同購入による購入価格低減</li> <li>- 環境設備の整備と強化</li> <li>- 技術交流による技術力の向上</li> <li>- 人事交流による各種管理の改善、強化</li> <li>- 各企業の体質改善、収益力の向上</li> <li>- グループ化による資金調達力の強化</li> <li>- 管理及び運転の合理化による人員削減</li> <li>- 余剰低効率設備の廃棄(S/B)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 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</li> <li>- 近代化設備採用による製造費の大幅低減</li> <li>- 近代化設備採用による高品質セメントの生産</li> <li>- 近代化設備採用による省エネルギーと環境改善</li> <li>- 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</li> <li>- 企業の株式化等による資金調達力の強化</li> <li>- 流通機構の整備、輸送コストの低減と販売体制の確立</li> <li>- 余剰低効率設備の廃棄(S/B)</li> </ul>
<p>綿陽市政府及び国家の支援策</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 企業経営の私有化、効率化への支援及び指導</li> <li>- 環境改善行政の強化と資金調達への支援</li> <li>- および優遇策</li> <li>- 閉鎖設備工場及び従業員への補償</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- グループ化への指導及び支援</li> <li>- 増設資金調達への支援及び優遇策</li> <li>- 環境改善行政の強化と資金調達への支援及び優遇策</li> <li>- 閉鎖設備、工場及び従業員への補償</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 企業統合への指導及び支援</li> <li>- 増設資金調達への支援及び優遇策</li> <li>- 環境改善投資及びバラセメント化への支援及び優遇策</li> <li>- 閉鎖設備、工場及び従業員への補償</li> </ul>
<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2.1.3及び2.1.4で述べる。

## 2.1.2 日本におけるセメント産業の構造調整と企業統合

### (1) 構造調整までの過程の概要

1950年代の初め、セメントの国家統制が解除されてからは、国土復興工事によりセメントの国内需要は高まり、生産設備の復旧・改造・増設も進み、1970年代の初めまでは数年間を除き毎年10%以上の高い需要の伸びを示した。しかし一方ではこの間に新規企業の参入、工場新增設、回転窯の新增設及び改造が相次いだため、需要は旺盛であったが、それを上回るテンポで生産能力の増加がはかられた。

このため1973年には日本のセメント生産高はアメリカを追い抜き、自由世界トップの座を占めるに至った。また1960年代後半からは、回転窯の大型化（省力化）、省エネルギー化（SPまたはNSP付回転窯の普及）がはかれる一方、サービスステーション（セメントターミナル）網の整備・大型化と大型セメントタンカー船による大量輸送体制の確立など、生産・流通両面で目覚ましい進展が見られた。

こうしたセメント産業の安定は1973年10月の第四次中東戦争に端を発した第一次石油危機により、根底から揺らぐこととなった。原油の高騰は、典型的なエネルギー多消費型産業に属するセメント原価を大幅に引き上げ、また政府の総需要抑制策はセメントの需要の激減をもたらした。市況は混迷し、セメント産業は未曾有の危機に陥った。セメント各社は、希望退職者の募集・再雇用停止・管理職の賃金カットなどの合理化を実行するとともに、不採算工場の分離・統合・廃棄なども断行された。こうした懸命の合理化努力にもかかわらず、セメント各社の経営は窮迫の度を加えたため、1975年10月には戦後初めての不況カルテルの申請を行った（第一次不況カルテル1975年11月11日～1976年1月31日）。更に、1977年6月には第二次不況カルテルを申請した（1977年6月～1977年末）。政府は景気浮揚のために1977年・1978年と大型補正予算を組み、公共事業費・財政投融资の増加による需要の創出を行った。このために国内需要はようやく回復に転じ、1979年には史上最高の8,297万トンを記録し、市況も漸く混迷を脱した。セメント産業が原油の高騰・需要の激減・市況の混迷という三重苦から漸く脱出しつつあった1978年末、再び中東産油国の原油値上げによる第二次石油危機が起こり、相次ぐ重油の大幅な引き上げと、1980、81、82、83年と4年連続の需要減少と市況の混迷によって、セメント産業は再び不況の底に沈

潜することになった。

この需要減少と停滞の長期化は、住宅着工件数の低迷、民間設備投資に占める機械投資比率の増大、公共投資の伸び悩みなどによるものであった。

大胆な政策転換がない限り、この傾向は変わらないと考えられた。

更に、GNPに占める建設投資は趨勢的に減少を続け、且つ建設投資1億円当たりセメント使用原単位も逐年低下していた。これらはセメント需要の構造的変化によるものと言わざるをえなかった。

こうした需要の急減は過剰設備の増大となり、当時設備能力1億2,900万トンに対し、1983年クリンカ生産量は、7,998万トンであり、適正操業度を80%とすると、3,302万トン（25.6%）が過剰となっていた。このような過剰設備の存在は過当競争を誘発した。セメント産業は装置産業であり、固定費負担を軽減するため、増産圧力がかかりやすく、供給過剰となる。また汎用素材であるセメントは商品差別化余地が小さく、価格競争に走ることになった。また企業数が多く、企業格差の小さい産業構造が過当競争防止を困難としていた。

前述のごとく、第一次石油危機によるエネルギーコスト高騰は省エネタイプNSPキルンへの転換と高効率工場での集中生産、人員の1/3削減など合理化で乗り切った。第二次石油危機は重油から石炭への転換、排熱利用発電などで乗り切った。しかしエネルギーコスト上昇による輸送費の高騰、過当競争による物流の重複投資負担増など吸収積み残しと、需要減少と過当競争による市況低落で、セメント企業の経営は著しく悪化するに至った。

## (2) 構造調整

前項(1)で述べた如き事情により、セメント企業の連合体である“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た。

### <産構法とは>

第一次石油危機に祭し、原材料、エネルギーコストの上昇、需要の低迷などの構造的要因を抱えた基礎素材産業の構造不況業種対策として、1978年5月に制定された「特定不況産業安定臨時措置法」(特安法)は、過剰設備処理カルテルに対し、独禁法の適用除外、設備処理に対する税制、財政、金融上の優遇措置を定めたもので、1983年6月末までの時限立法であった。この期日切れと第二次石油危機後の新情勢に合わせ、設備廃棄中心から「縮小と活性化」を軸とする構造改善、すなわち従来の過剰設備処理促進に加え、事業提携、活性化設備投資、技術開発の推進を主な内容とするものとし、特安法を改正し、「特定産業構造改善臨時措置法」(産構法)として、1983年5月24日公布施行された。

セメント協会は日本政府に対して、産構法適用指定の申請を行い、1984年4月政府により了承された。

通産省は審議会を通して通産大臣にセメント産業の構造改善について、次の如き答申を行った。

#### (a) コストダウン等による経営基盤の強化

構造改善は、セメント製造業が中長期的に経済合理性を持った産業として、活性化することを目的として行われるものであり、従って、過剰設備の処理を含め、生産・流通の合理性を図ることによって、総合的なコストの引き下げと適正な競争基盤の確立を実現し、もって経営基盤の強化を図ることが基本となる。

#### (b) 業界の厳しい自助努力

構造改善を進めるに当たっては、業界が自らの選択と決断の下に政府への過度の依存を排して自己責任の下に取り組んでいくという主体的な姿勢、自助努力が前提となる。



(c) グループ化による合理化の推進

生産・流通の合理化の推進は、個々の企業において積極的に取り組まなければならないが、セメント製造業については、これまでも大きな成果を上げてきたが、今後なお一層の合理化を推進するためには、このような個々の企業単位での合理化努力だけでは限界があり、これに加え、更に個別企業の枠を超えた各種の業務提携等集約化による合理化を進めていくことが必要である。

企業の合併は集約化の手段としては最も徹底したものであり、経営主体の一本化による総合的な集約化効果が期待されるものであり、積極的に推進されるべきであるが、セメント製造業については、一挙にそうした企業の合併が進むことはあまり期待でない。

従って、複数の個別企業毎に継続的、定常的に何らかのまとまりを持って、いわゆる「グループ化」を図り、もって集約化による生産・流通の合理化を推進していくことが総合的かつダイナミックな合理化を行う上で、現実的かつ効果的なアプローチであると考えられる。

(d) 過当競争の是正

セメント製造業は激しい過当競争状態にあるが、このような状況が続けばいたずらに自らの経営体質を疲弊させ、ひいては良質かつ低廉なセメントの安定供給の担い手としての役割を果たす上でも支障を生ずることにもなりかねない。

これに基づいて通産省は「セメント製造業構造改善基本計画」の策定を行った。その骨子は、

- 3,000万トン（全設備の23%）の設備廃棄
- 5共同事業会社に集約し、生産の受委託、共同販売、物流合理化

を行うことにあった。

通産省の指導と認可を受け、当時22社あったセメント企業は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）に分けられ、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。

グループ化に当たっては、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」との信念で結束を図った。

共同事業会社は、共同販売、輸送手段及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年時点の業界設備能力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、3,000～3,300万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上げた。

### (3) 企業合併

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年に産業構造円滑化臨時措置法（円滑化法）が解除され、同時に2グループ（小野田グループ、宇部グループ）が解散した。また残る3グループも（日本グループ、三菱グループ、住友グループ）1994年解散した。

解散の理由については、日本国内の経済・社会の成熟化に伴い、国内需要は1990年の8,629万トンピークに1993年まで3年連続して減少した。またセメント市況も1992年より下落しはじめた。このためセメント各社は、軒

並み減収減益となり、実質の経常損益が赤字のところが続出した。1995年9月中間期においては、セメント專業全社が実質経常赤字に陥った。

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。セメント産業も例外ではなかった。

経営環境の厳しい中、セメント各社は生き残りをかけて、コストの低減、競争力の強化を図り、多角化を進め、企業体質の強化のために業務提携、更に進んで合併を模索し始めた。その中から1994年10月に小野田セメントと秩父セメントが合併し、「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、「住友大阪セメント(株)」が発足した。

秩父小野田社は、総売上高3,000億円、セメント販売量2,250万トン（国内1,900万トン、輸出350万トン）、住友大阪セメント社は、総売上高2,000億円、セメント販売量1,700万トン（国内1,500万トン、輸出200万トン）で販売シェアはそれぞれ24%、18%と第1位、第2位となった。

両合併会社は発足と同時に一本化した組織体制でスタートしたが、実質の一本化を急ぐとともに、合併効果の早期実現をめざした。最も早く、且つ大きな効果が出るのは物流のコスト削減であり、工場、サービスステーションが増えて全国的にバランスよく配置された拠点を生かし、最適生産、最適物流の体制をとることにより効率化を図ることとした。また管理部門の中心に要員の効率化を進める考えで、秩父小野田は3年間で1,000人、住友大阪は2年間で500人の人員削減を図る計画であった。組織の一本化により支店、営業所も統合されており、事務所経費をはじめとする諸経費の削減効果も大きかった。これらの効率化により、秩父小野田では、3年後、100億円以上のコスト削減効果を見込んでいた。また住友大阪は、人員削減による効果を除いて2年後、40億円の効果を見込んでいた。こうして両社は体質強化によって、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とした。

しかし上記のような大きな合併効果が見込めるにもかかわらず、当時の経営状況は厳しかった。1994年から1996年までの3年間、国内セメント需要は1~2%の前年比伸びを示したので、販売量が増加し、合理化効果、円安による輸出採算の改善等によって、各社の業績は、1997年3月期には大幅に改善した。

しかしながら1997年に入って再び需要減のため、軒並み減収となり、各社の業績は再び悪化した。

このようにセメント国内需要が減少傾向にあるうえ、輸出減、輸入増が避けられないなど、厳しさを増す情勢の中で、セメント事業の抜本的な効率化と、海外展開を含めた多角的事業構造への転換が不可欠となり、業界第1位の秩父小野田社と第3位の日本セメント社は、1998年10月合併し、太平洋セメント(株)が発足した。

新会社では、総売上高4,500億円、総生産能力3,000万トン（系列会社及び海外工場を含めると4,300万トン）、国内のシェア39%の巨大企業となった。また三菱マテリアル社と宇部興産社のセメント兼業両社は、セメント事業で提携することを基本に、セメントの販売・物流を共同会社に統合する目的で、1998年7月に宇部三菱セメント(株)が発足した。新会社は国内販売シェア24%で太平洋セメント社に次いで業界第2位となった。

1984年の産構法に基づく5グループ化によって、セメント各社は販売中心の事業提携を結んだが、この5共同事業会社はいずれも一本化が進まず、1994年までに解散している。同時にセメント業界は円滑化法から外れ、完全な自由競争時代に入った。また国際化の波も押し寄せたことにより、新たな時代への対応として、1994年10月の両合併会社発足、1998年10月の秩父小野田・日本セメント合併で、太平洋セメント社の発足と続くことになった。

これにより専業はかつての大手3社・中堅2社から大手2社の体制に集約された。そして大手5社の一角を占める兼業2社の共同事業会社が発足したことにより、セメント業界は事実上、大手3社の体制となった。1位の太平洋セメント社の国内シェアは39%、2位の宇部三菱社は24%、3位の住友大阪セメント社は18%で、この3社で81%強を占めることになった。

この大手3社以外でブランドを持つのは8社あるが、大手3社と資本関係や販売受託関係がないのは5社だけとなった。それぞれの地場に徹するなど特徴ある事業展開を行って生き残りを図ることになる。

あるいは合併や提携へ進む可能性も否定できない。

### 2.1.3 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(本報告書第II編3.4、表3.4.1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。例えば韓国1,318kg(1996年)、台湾1,027kg(1996年)、シンガポール1,407kg(1996年)、アラブ首長国(UAE)1,874kg(1996年)である。

しかしながら、これらの国及び地域は面積が広くなく、開発も進んだところである。綿陽市地区はこれらの地域とは異なり農林畜産業の割合も大きく、地勢も違うので同列には論じられないが、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。

参考までに世界の主要国の年間1人当りのセメント消費量は下表の如くである。

表 2.1.2 世界主要国年間1人当りセメント消費量 (1996年)

単位：kg/人・年

年間1人当りセメント消費量	国名
1,000以上	クエート(1,884), UAE(1,874), シンガポール(1,407), 韓国(1,318), 台湾(1,027)
500~1,000	サウジアラビア(833), マレーシア(717), 日本(654), リビア(633), スペイン(630), イタリア(584)
300~500	ドイツ(435), 中国(388), USA(341), エジプト(339), フランス(320)
100~300	アルジェリア(299), イラン(281), コスタリカ(250), メキシコ(244), カナダ(243), パナマ(242), ブラジル(222), ユーゴ(212), イギリス(206), ブルガリア(203), 南アフリカ(203), 旧ソ連(184), フィリピン(182), アルゼンチン(153), インドネシア(128)
100以下	キューバ(96), インド(79), スーダン(40), ケニア(38)

出典：CEMBUREAU

注)：旧ソ連は1995年の数値

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ファージェ社(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表 2.1.3に、需要予想曲線は図2.1.1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2.1.4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2.1.4に基づいて2018年までの20年間で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2.1.5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2.1.2に示す。

表 2.1.3 綿陽市セメントセクター需要予測

ケース (1) 重工業局予測・1,000kg/人・年

単位：千トン

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
綿陽市内需要量	2,437	2,200	2,376	2,566	2,771	2,993	3,233	3,491	3,701	3,923	4,158	4,407	4,584	4,767	4,958	5,156	5,259	5,364	5,472	5,581	5,693
伸び率 (%)	2.4	-9.7	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬/成都	542	542	586	633	467	350	378	408	433	459	486	515	536	557	580	603	615	627	640	652	666
伸び率 (%)	33.3	0.0	8.0	8.0	-26.3	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬/広元他	359	359	388	419	453	489	528	570	604	641	679	720	749	779	810	842	859	876	894	912	930
伸び率 (%)	6.6	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬以外	341	341	368	398	430	464	501	541	574	608	644	683	710	739	768	799	815	831	848	865	882
伸び率 (%)	0.0	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
綿陽市外計	1,243	1,243	1,342	1,450	1,349	1,303	1,407	1,520	1,611	1,707	1,810	1,918	1,995	2,075	2,158	2,244	2,289	2,335	2,382	2,429	2,478
伸び率 (%)	14.5	0.0	8.0	8.0	-7.0	-3.4	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
需要合計	3,680	3,443	3,718	4,016	4,120	4,296	4,639	5,011	5,311	5,630	5,968	6,326	6,579	6,842	7,116	7,400	7,548	7,699	7,853	8,010	8,171
伸び率 (%)	6.2	-6.4	8.0	8.0	2.6	4.3	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0



表 2.1.3 綿陽市セメントセクター需要予測

ケース (2) 重工業局予測・700kg/人・年

単位：千トン

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
綿陽市内需要量	2,437	2,200	2,376	2,566	2,771	2,938	3,114	3,301	3,433	3,570	3,713	3,787	3,863	3,898	3,921	3,945	3,968	3,992	4,016	4,040	4,064
伸び率 (%)	2.4	-9.7	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
双馬/成都	542	542	586	633	467	350	378	408	433	459	486	515	536	557	580	603	615	627	640	652	666
伸び率 (%)	33.3	0.0	8.0	8.0	-26.3	-25.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬/広元他	369	359	388	419	453	489	528	570	604	641	679	720	749	779	810	842	859	876	894	912	930
伸び率 (%)	6.6	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬以外	341	341	368	398	430	464	501	541	574	608	644	683	710	739	768	799	815	831	848	865	882
伸び率 (%)	0.0	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
綿陽市外計	1,243	1,243	1,342	1,450	1,349	1,303	1,407	1,520	1,611	1,707	1,810	1,918	1,995	2,075	2,158	2,244	2,289	2,335	2,382	2,429	2,478
伸び率 (%)	14.5	0.0	8.0	8.0	-7.0	-3.4	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
需要合計	3,680	3,443	3,718	4,016	4,120	4,240	4,521	4,820	5,043	5,277	5,523	5,705	5,858	5,973	6,079	6,189	6,257	6,327	6,398	6,469	6,542
伸び率 (%)	6.2	-6.4	8.0	8.0	2.6	2.9	6.6	6.6	4.6	4.6	4.6	3.3	2.7	2.0	1.8	1.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

表 2.1.3 綿陽市セメントセクター需要予測

単位：千トン

		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
		ケース (3)	99年=98年 1,000kg/人・年																			
綿陽市内需要量	伸ひ率 (%)	2.437	2,437	2,632	2,843	3,070	3,316	3,581	3,796	4,023	4,265	4,521	4,701	4,889	5,085	5,288	5,394	5,502	5,612	5,724	5,773	5,808
	伸ひ率 (%)	2.4	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.8	0.6
綿陽市外 需要量	双馬/成都	542	542	586	633	467	350	378	408	433	459	486	515	536	557	580	603	615	627	640	652	666
	伸ひ率 (%)	33.3	0.0	8.0	8.0	-26.3	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
	双馬/広元他	359	359	388	419	453	489	528	570	604	641	679	720	749	779	810	842	859	876	894	912	930
	伸ひ率 (%)	6.6	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
綿陽市外計	双馬以外	341	341	368	398	430	464	501	541	574	608	644	683	710	739	768	799	815	831	848	865	882
	伸ひ率 (%)	0.0	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
需要合計	綿陽市外計	1,243	1,243	1,342	1,450	1,349	1,303	1,407	1,520	1,611	1,707	1,810	1,918	1,995	2,075	2,158	2,244	2,289	2,335	2,382	2,429	2,478
	伸ひ率 (%)	14.5	0.0	8.0	8.0	-7.0	-3.4	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
伸ひ率 (%)	需要合計	3,680	3,680	3,974	4,292	4,419	4,618	4,988	5,315	5,634	5,972	6,330	6,620	6,885	7,160	7,446	7,638	7,791	7,947	8,106	8,202	8,286
	伸ひ率 (%)	6.2	0.0	8.0	8.0	3.0	4.5	8.0	6.6	6.0	6.0	6.0	4.6	4.0	4.0	4.0	2.6	2.0	2.0	2.0	1.2	1.0

表 2.1.3 綿陽市セメントセクター需要予測

単位：千トン

ケース (4) 99年=98年 700kg/人・年

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
綿陽市内需要量	2,437	2,437	2,632	2,848	3,070	3,254	3,449	3,587	3,731	3,805	3,828	3,851	3,874	3,898	3,921	3,945	3,968	3,992	4,016	4,040	4,064
伸び率 (%)	2.4	0.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	4.0	4.0	2.0	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
双馬/成都	542	542	586	633	467	350	378	408	433	459	486	515	536	557	580	603	615	627	640	652	666
伸び率 (%)	33.3	0.0	8.0	8.0	-26.3	-25.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬/広元他	359	359	388	419	453	489	528	570	604	641	679	720	749	779	810	842	859	876	894	912	930
伸び率 (%)	6.6	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
双馬以外	341	341	368	398	430	464	501	541	574	608	644	683	710	739	768	799	815	831	848	865	882
伸び率 (%)	0.0	0.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
綿陽市外計	1,243	1,243	1,342	1,450	1,349	1,303	1,407	1,520	1,611	1,707	1,810	1,918	1,995	2,075	2,158	2,244	2,289	2,335	2,382	2,429	2,478
伸び率 (%)	14.5	0.0	8.0	8.0	-7.0	-3.4	8.0	8.0	6.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
需要合計	3,680	3,680	3,974	4,292	4,419	4,557	4,856	5,107	5,342	5,513	5,638	5,770	5,869	5,972	6,079	6,189	6,257	6,327	6,398	6,469	6,542
伸び率 (%)	6.2	0.0	8.0	8.0	3.0	3.1	6.6	5.2	4.6	3.2	2.3	2.3	1.7	1.8	1.8	1.8	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1

図 2.1.1 セメント需要予想

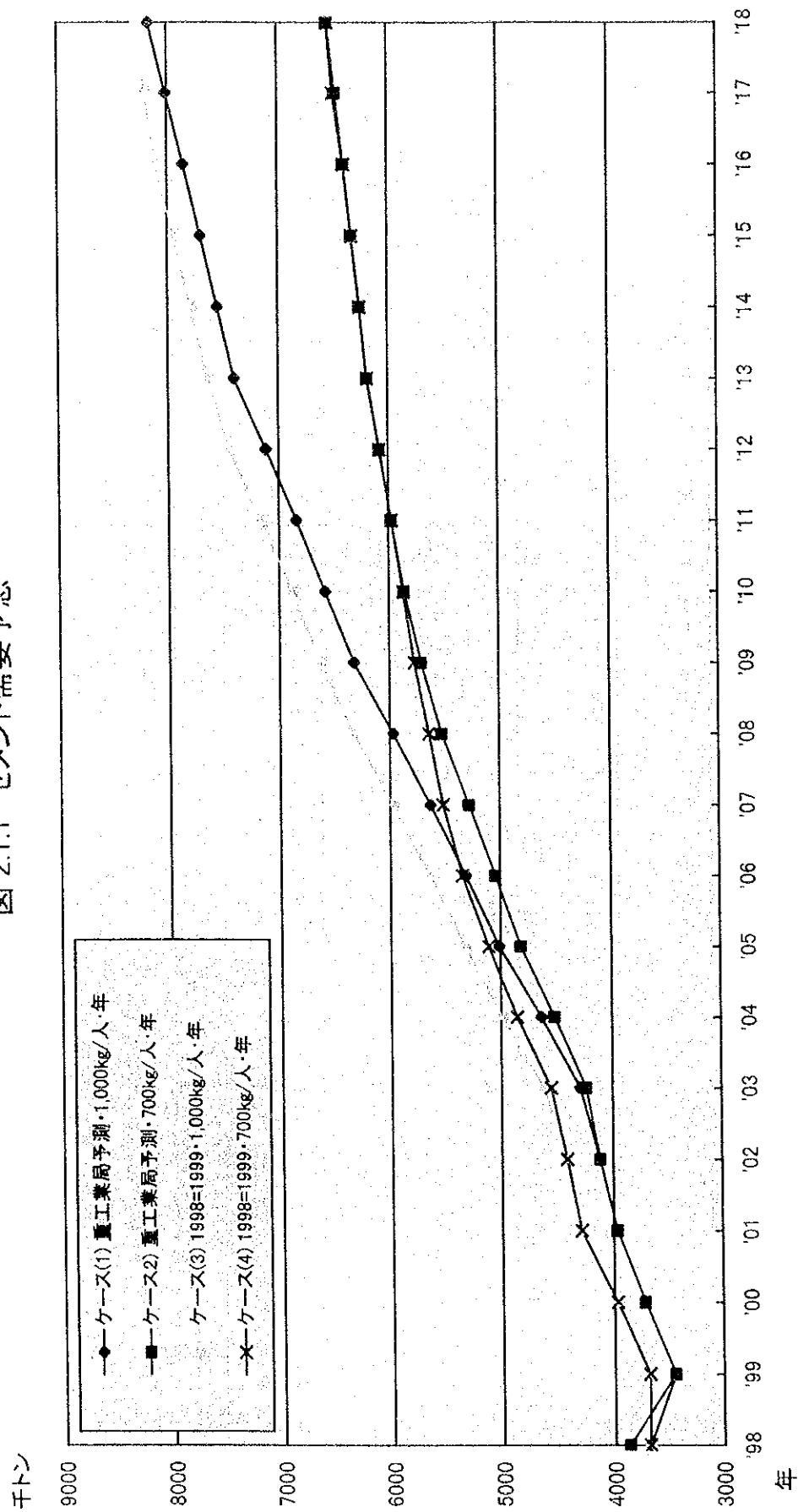


表 2.1.4 需給バランスと必要増設時期

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
生 産 能 力	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 能 力 過 剰 不 足 力	稼働率80%	88	325	290	-128	-352	-528	-871	-1243	-1543	-1862	-2220	-2578	-2831	-3094	-3368	-3652	-3800	-3951	-4105	-4262	-4423
	稼働率90%	559	796	789	358	119	-57	-400	-772	-1072	-1391	-1729	-2079	-2332	-2595	-2869	-3153	-3301	-3452	-3606	-3763	-3924
増 設 に よ る 生 産 能 力 増 加						*A		*B		*C		*D			*E		*F				*G	
					300	640	980	1320	1660	2000	2340	2680	2720	3020	3360	3700	4140	4180	4180	4180	4180	4480
バ ラ ン ス 後	稼働率80%	88	325	290	-128	-52	112	109	-77	117	138	120	102	-111	-74	-8	48	340	229	75	218	439
	稼働率90%	559	796	789	358	419	583	580	394	588	609	591	573	360	397	463	519	811	700	546	689	910
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 2.1.4 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		
生 産 能 力	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	3768
過 産 不 足 力	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
	稼働率90%	88	325	290	-128	-352	-472	-753	-1052	-1275	-1509	-1755	-1937	-2090	-2205	-2311	-2421	-2489	-2559	-2630	-2701	-2774	
増 設 に よ る 生 産 能 力 増 加	増産	559	796	789	358	119	-1	-282	-581	-804	-1038	-1284	-1466	-1619	-1734	-1840	-1950	-2018	-2088	-2159	-2230	-2303	
	減産																						
八 増 減 後 之 入 力	稼働率80%	88	325	290	-128	-52	168	-73	-72	45	-149	-95	63	-50	135	319	299	231	161	90	19	-54	
	稼働率90%	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																					
増設計画		稼働開始															* A '02年7月	* B '05年7月	* C '08年7月	* D '11年7月			

表 2.1.4 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	3680	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	5010	4860	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
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
稼働率80%	88	88	34	-404	-651	-850	-1220	-1547	-1866	-2204	-2562	-2852	-3117	-3392	-3678	-3870	-4023	-4179	-4338	-4434	-4504
稼働率90%	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		
増設による 生産能力増加					600	680	1280	1360	1960	2040	2640	2720	3320	3400	3700	4040	4080	4080	4380	4720	4760
稼働率80%	88	88	34	-404	-51	-170	60	-187	94	-200	78	-132	204	8	28	170	57	-99	-8	286	256
稼働率90%	559	559	534	82	420	301	531	284	565	271	549	339	675	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%	*A '02年1月																				
稼働率90%	*B '04年1月																				
稼働率80%	*C '06年1月																				
稼働率90%	*D '08年1月																				
稼働率80%	*E '10年1月																				
稼働率90%	*F '12年7月																				
稼働率80%	*G '16年7月																				

表 2.1.4 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	'20
	需 要 量	0	1	3680	3974	4292	4419	4557	4856	5107	5342	5513	5638	5770	5869	5972	6079	6189	6257	6327	6398	6489	6542	
総生産能力	4710	4710	4860	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	4008	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	4507	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	34	404	-651	-789	-1088	-1339	-1574	-1745	-1870	-2002	-2121	-2224	-2331	-2441	-2509	-2579	-2650	-2721	-2794			
過不足力	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 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

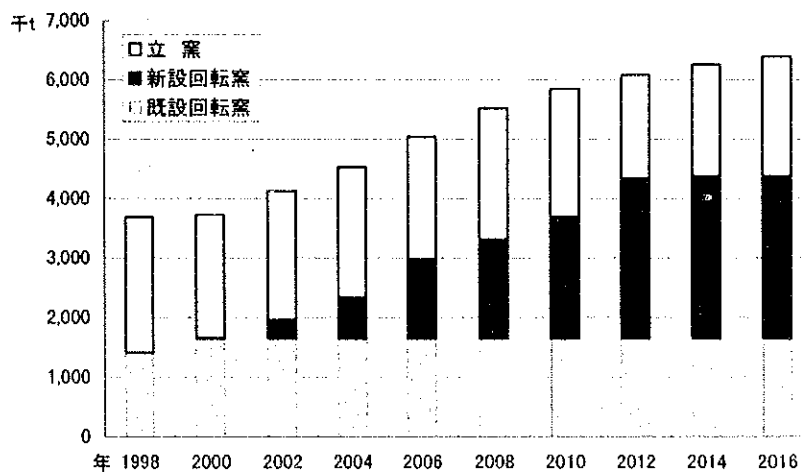


表 2.1.5 所要増設セメント生産ライン

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
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
		2017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 2.1.2 様式別生産量推移予測



#### 2.1.4 セメント分野振興のために必要な設備と設備投資

綿陽市セメントセクター振興のためには、前項2.1.1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、本報告書の第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2.1.1及び2.1.2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。

両方式のコストの差異は後記 7.3項で述べるごとく、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、

電力費のそれより低く推移すると思われる。  
従って上記の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CO<sub>2</sub>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、CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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 <sub>2</sub> 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CO<sub>2</sub>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CO<sub>2</sub>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<sub>2</sub>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<sub>2</sub>ガスの原料への吸着率が高いので、SO<sub>2</sub>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<sub>x</sub>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<sub>x</sub>ガスが仮焼炉ではほとんど発生しないことにより、NO<sub>x</sub>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。

参考としてNSP回転窯方式セメント生産ラインのスケールアップの効果は一般的に下記の如くである。

表 2.1.6 セメント生産ラインスケールアップ効果

項目 \ 回転窯能力	2,000 t/d	3,000 t/d	4,000 t/d	5,000 t/d	6,000 t/d
投資額	100	92	87	80	76
労働生産性	100	150	200	300	400
使用熱量	100	97	94	92	90

注) : 全て2,000 t/dを100とした数値で示す

投資額 : セメント1トン当りの建設費用

労働生産性 : 1人当りの年間セメント生産量

使用数量 : クリンカ1トン当りの使用熱量

設備及び投資額の詳細については本章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2.1.3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。

## 2.2 綿陽市側のセメント分野振興に対する対処策

### 2.2.1 生産計画

綿陽市政府は、本報告書第II編3.4で述べた如く、綿陽市区域でのセメント需要予測として、1999年は年間220万トン、それ以降は毎年8%の伸びで2005年まで需要が増加すると予測している。すなわち、2005年の年間セメント

需要は、349.1万トンとしている。2006年以降の需要予測は未だ行っていない。毎年8%の伸び率は中国政府のGDPの伸びの目標、毎年8%に合致するものと思われる。

一方、綿陽市セメントセクターに属する48工場の合計年生産能力は460万トンとなっているので、平均稼働率を70%とすれば、実際可能年産量は320万トンであり、これに双馬セメントで2000年より稼働開始予定のNo.6キルンの年産30万トンを加えると年産350万トンとなる。

一方綿陽市政府の方針で、窯径2.2m以下の立窯を2002年末までに閉鎖することになっている。これに該当する立窯は20数基あり、合計年産量は約70万トンと推定される。しかしながら、この中には既に窯を改造し窯径を大きくしたもの、現在改造を計画中のものもあり、各工場生き残りをかけて対策を立てており、綿陽市政府の思惑通りに行きそうもないと思われる。

市政府の生産計画の構想は、綿陽市セメントセクター工場の1998年の年生産量305.6万トンを第9次5ヵ年計画の終わる2000年には、500万トンとし、第8次5ヵ年計画末の1995年に比べて81%増加させ、更に2010年には1,000万トンにするとのことである。

### 2.2.2 利益計画

綿陽市政府は、セメントセクター企業の利益は、市場の変動が激しく予測出来ないとしている。しかしながら計画としては、1998年のセメントセクターの年間利潤4,800万元を2000年には5,200万元にしたいとしている。

### 2.2.3 製品品質レベル

綿陽市政府はセメント品質のレベル向上のための方針として、次のことを実施するとしている。

- 325セメントは完全に淘汰する。
- 大中の工事には必ず525R以上のセメントを使用すべきと規定する。
- セメント製品の圧縮強度、曲げ強度を高め品質標準に合致しないセメントの使用を減少させる。
- 品質保証システムの国際基準であるISO9002の品質管理体系を取入れる。

また高品質のセメントを生産するために、小さい立窯工場を制限し、重点機械式立窯と中小回転窯を改造し、徐々に回転窯で生産するセメントの割合を現在の43.8%から2000年には60%にし、2010年には80%以上にしたいとしている。

### 3. セメント分野振興の重点課題

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

2.1.2及び2.1.3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) 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。

## 4. 生産工程の近代化

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。

### 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

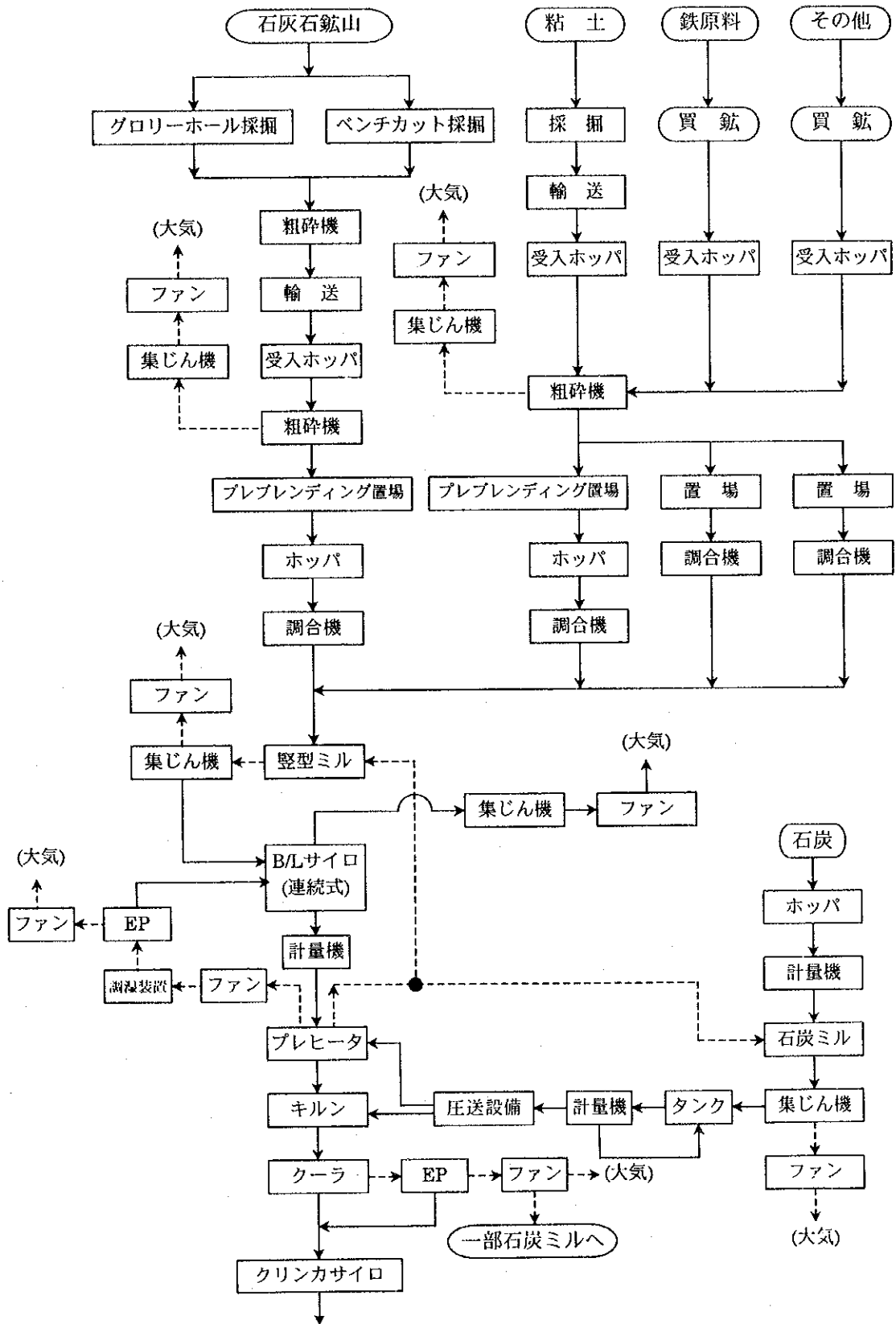
を容易にし、更に広範囲の品質のセメントが生産できるものとする。  
また粉砕助剤添加やミル内散水も可能な設備を有するものとする。  
またミルの所要動力原単位の低減を目指し、縦型ミル単独粉砕工程も代案として考慮しておく。

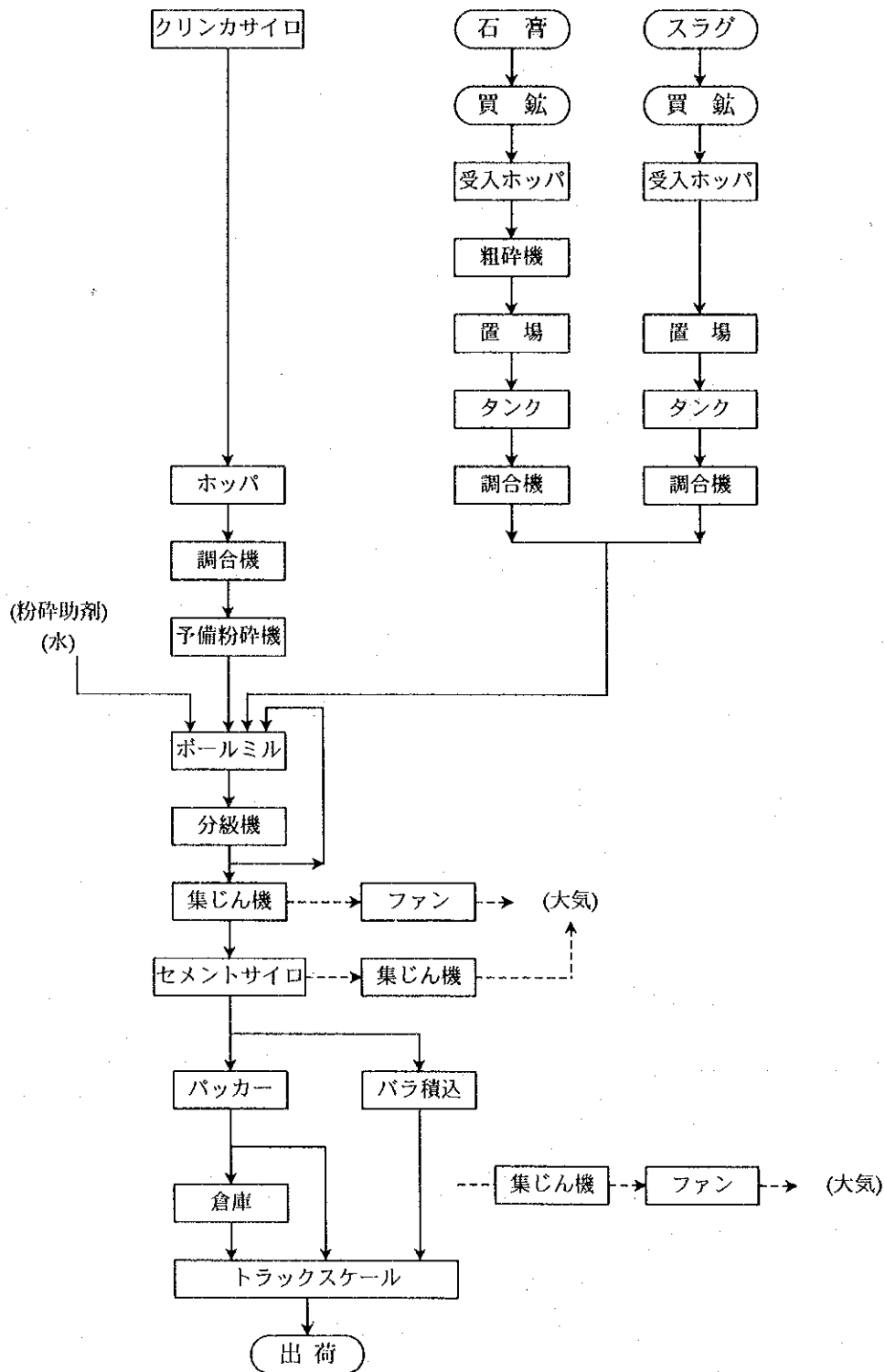
セメント出荷工程はセメント袋及びバラの両方で出荷できる設備を有するものとする。

セメントの袋詰めは、自動計量機付袋詰機(パッカー)で行うようにする。また集じん装置は十分に機能させるようにし、作業環境の改善を行う。

更に工場環境対策には、十分に配慮した設計とし、電気集じん機及びバグフィルタを用途別に使い分けるようレイアウトする。

生産工程の概要を次の通り示す。





## 4.2 生産工程近代化の前提条件

原料から製品出荷に至るまでの全工程について、運転コストの低減と品質改善(高品位セメントの生産を視野に入れたもの)を重要な位置付けとして生産ラインの計画及び設計をする。

更に従業員一人当たりの労働生産性も国際水準並みに上げ、近代的生産管理体制もスムーズに運営されるように設備管理、安全管理、資材管理、エネルギー管理、運転管理などの活動を受け入れ易い設備、機器仕様のものを採用していく。

各工程別に前提条件または設計基本条件を次の通りとする。

### (1) 原料(乾燥)粉砕工程

縦型ミルの正常時の所要動力原単位は、約9kWh/t以下とし、原料粉末度は88 $\mu$ m篩残分、12~15%とする。

また、原料成分のバラツキの変動許容値も次のものを目安にする。

$$H.M=0.02$$

$$n=0.05$$

$$P=0.05$$

$$KH=1.0(\%)$$

### (2) 焼成設備

プレヒータ及びキルンの使用熱量は約750~770kcal/kg-cl'とし、ロータリキルン内容積当りの焼出量を140~160kg/m<sup>3</sup>・hと見積る。更に予想耐火物摩耗原単位を0.2~0.3kg/t-cl'とする。

また煙突からの粉じん濃度を50mg/Nm<sup>3</sup>以下とするべく、電気集じん機及び関連設備仕様を設計する。

### (3) セメント粉砕設備

予備粉砕機及びボールミルの正常運転時の所要動力原単位は合計で30kWh/t-cement以下とし、セメントの粉末度はブレーン(Blaine)値で

3,000cm<sup>2</sup>/gまたは88μm篩残分で2~3%を基準にする。

しかし分級機の操作により、ブレン値3,000cm<sup>2</sup>/g以上、または88μm篩残分0%も可能な仕様とする。

更に粉砕助剤添加0.02%、ミル内散水2.0~2.5%ができるよう設備を計画する。

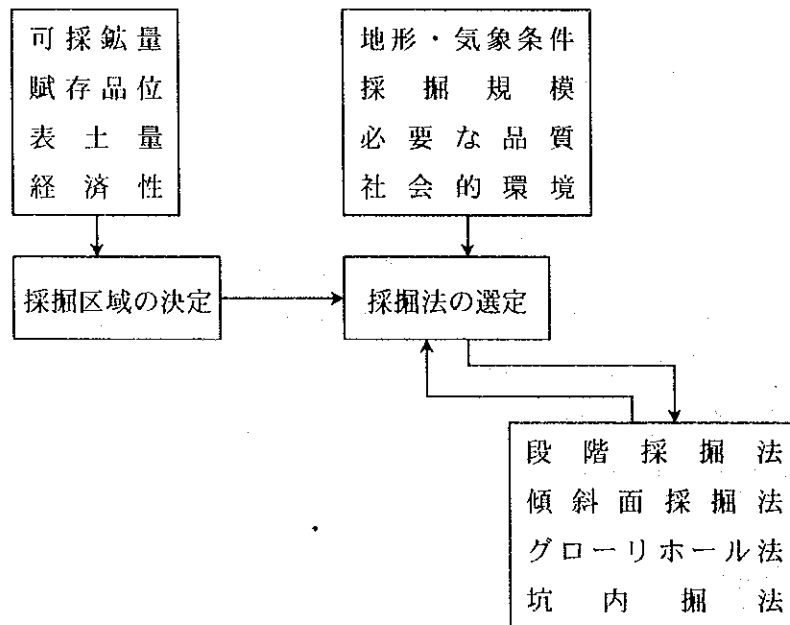
#### (4) 出荷設備

セメント袋の出荷能力に見合ったパッカーを設置し、倉庫に積置きすることを極力避けて、人員削減できる設備とする。

以上の他にプラント全体の使用電力原単位の節約に努め、約95~98kWh/t-cement規模のモータの設備動力とする。また全ての集じん機及びEPのダスト排出の設計値を50mg/Nm<sup>3</sup>以下として、各々仕様決定するものとする。

### 4.3 鉱山

一般に鉱床の採掘方式は、鉱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について述べる。





なお、石灰石以外の粘土、鉄原料、その他については近隣鉱山(企業)より買鉱するものとする。

鉱山からセメント工場他需要地までの輸送にはトラック、鉄道などが一般的であるが、最近長距離ベルトコンベヤも増えてきた。

新しい輸送方法としてパイプコンベヤ、エアロベルト、カプセル輸送がある。

輸送方法の選択は、輸送間の立地、量、輸送物、距離その他さまざまな条件が加味されて決められる。

次に原石を粗砕きする工程を1次破碎と呼び、その後の中破碎以下を2次破碎、3次破碎と呼ぶ。しかしこれらの間には厳密な定義があるわけではなく、大体次のような観念で考えられている。

- |    |                             |  |
|----|-----------------------------|--|
| 粗砕 | - 1次破碎<br>(原石を350~150mmに破碎) | } 粗砕・中砕を1台の破碎機で<br>計画することもある。<br>(破碎比 7~8) |
| 中砕 | - 2次破碎<br>(粗砕物を150~40mmに破碎) |  |
| 細砕 | - 3次破碎<br>(中砕物を40~10mmに破碎)  |  |

機種による破碎作用としては、圧力、衝撃、剪断、摩砕などがあり、これらは単独の場合もあるが組み合わせあって破碎力を生ずる。

現在、多く使用されている破碎機は次の通りである。

- 1次破碎機 - ジョー、ジャイレトリタイプが約80%
- 2次破碎機 - インパクト、コーンタイプが約80%を占め、あとハンマ、ジョー、ジャイレトリタイプ
- 3次破碎機 - インパクトタイプが70~80%を占め、あとハンマ、コーンタイプである。

最後に設備余裕能力に対して、下記の点を考慮して計画していくものとする。

① 原石供給量に対する考慮

一般に1次破碎能力に対し5～20%の余裕をもたせる。  
次の原因により原石供給が一次中止になるためである。

- 発破のため一時中止
- 積込機、運搬機の故障
- 交通渋滞による断続運転(団子運転)から起る中断

② 落石、飛石に対する考慮

通常、生産量の1%を考えて計画する。

- ベルトコンベヤ他の各機器からの落下、飛散する量は設計の良否、機器の保守・点検の優劣により大きくなる。

③ 工程の稼働率

機械台数の少ない工程	90～95%
機械台数の多い複雑な工程	85～90%

- 冬期の凍結、長期間の降雨、強風などの特殊な気象条件下の地域では、それらの考慮を払わなければ稼働率は低下する。
- プラントの設計の良否、運転中の作業管理と機械整備の優劣が大きく影響する。

④ 原石ビン

原石ビンの容量は原石採取点と1次破碎室間の距離、運搬するダンプトラックの大きさ、プラントの能力、受入フィーダの大きさで決定される。

大容量のビンではダンプ位置が高くなり小容量のビンではダンプトラックの時間待ち多くなったり、ビンが空になりがちでプラントが空転する。

容量 ..... 運搬距離

- ・ 数百m以内 ..... 2～3台分
- ・ 数kmの場合 ..... 5台分

#### 4.4 原料受入

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、調合及び粉碎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。

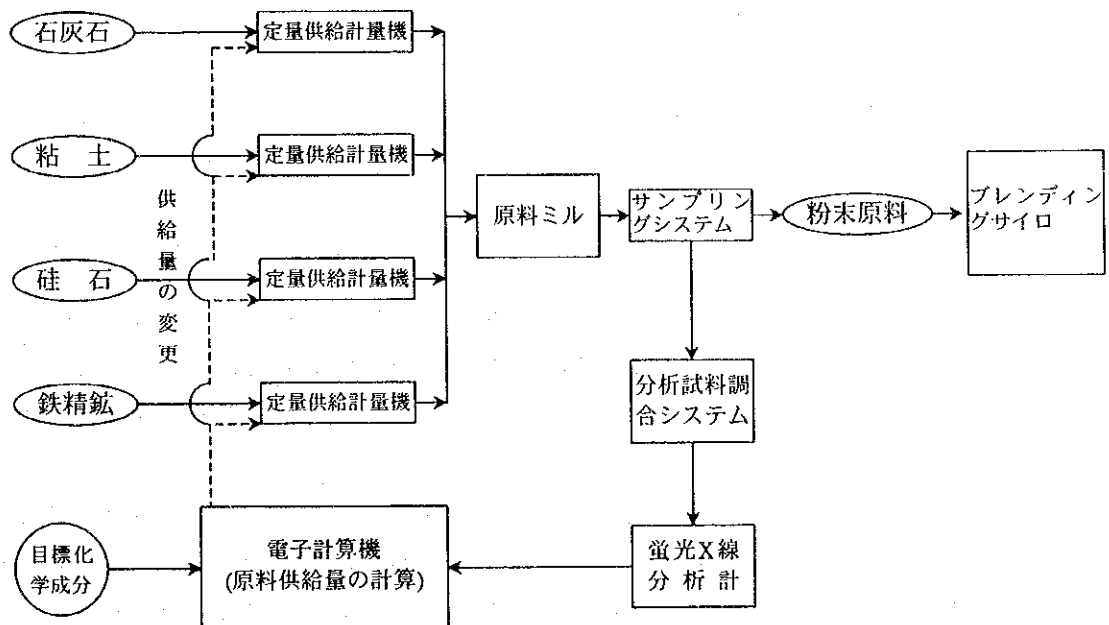
置場(プレブレンディングベット)は並列配列、直列配列型長方形ベットにするのか、または円形型ヤードにするのかは、プラント全体のレイアウトの条件によって決めるものとする。

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。

それは原料調合部門が計算機制御に最も適した工程であるからである。

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、最終的にキルン送入原料の成分のばらつきをできるだけ小さくするような各原料の原料ミルへの供給量を電子計算機により計算することである。つまり化学分析を蛍光X線分析計により自動化し、各原料の供給量の設定を自動化するのである。(図4.1.1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-4.4.1 計算機制御による原料調合システム



この図に見られる如く、原料ミルを出た原料より、サンプリングシステムにて一定時間ごとに分析試料を採取し、その分析試料を試料調整システムに送り、蛍光X線分析計用の成形試料を作成する(例えば微粉碎プレス成形する)。最近導入の計算機制御ではサンプリングシステム及び試料調整システムは完全に自動化されているものもある。蛍光X線分析計にて、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 及び $\text{CaO}$ の4成分または $\text{MgO}$ を加えた5成分の分析を行い、その分析結果より、原料ミル以後のブレンディングサイロの状態を考慮に入れて、電子計算機にて次回の各原料の調合量を計算し、定量供給計量機の供給量を調節する。すなわち原料調合計算機制御システムは定量供給計量機を制御操作端とし、X線分析のサンプリングポイント(ミル出口)を検出端とする閉ループを形成させ、フィードバック制御を行っていることになる。

#### <蛍光X線分析計>

近年蛍光X線分析計の進歩も著しく、ラボタイプからオンラインタイプへ、またシングルチャンネルからマルチチャンネルタイプのものが用いられるようになってきた。最近製作されているオンライン蛍光X線分析計を大別すれば間けつ式と連続式に分類することができる。間けつ式の分析計では、成形試料を1つ1つ分析計に入れ分析する。これに対し、連続式の分析計では、微粉碎原料を回転ホイール上などで連続的にプレスし、その連続成形試料について連続的に化学分析を行う。したがって分析結果は時間に対する成分含有量のグラフとして取り出すことができる。この連続式分析計は更に $\text{CaO}$ 一成分のみ連続測定するもの(ライムメータ)と多成分(4~6成分)を同時に測定するものに分類される。

### 4.5 原料粉碎

セメント原料としては石灰石、粘土類、珪質原料及び鉄質原料がある。これらの原料をセメントキルンでクリンカに焼成するに適した粉末度にするわけでその鉱物組成、粒度、調合条件など種々の要因を考慮しなければならない。

セメントクリンカの焼成は、一種の固相反応であり複雑な反応を経て完了するものであるが仮に原料の質、焼成条件が同一であるとすれば、原料の易焼成を左右するものは原料の混合状態と個々の粉末度であると考えられ

る。

一般には反応速度は原料の粒径に反比例するものと思われる。すなわち粉末度が細かい程、反応がすみやかである。

一般に原料粉末度は88 $\mu$ m篩残分%で示されているが、日本の場合、普通ポルトランドセメント用で4~25%と工場によって大きく違っている。この理由は工場ごとに使用する石灰石及び粘土類の化学成分、鉱物組成、粒度の違いや焼成方式による伝熱効率の違い及び経済性(使用動力原単位及び使用熱量原単位など)が考慮されているためである。

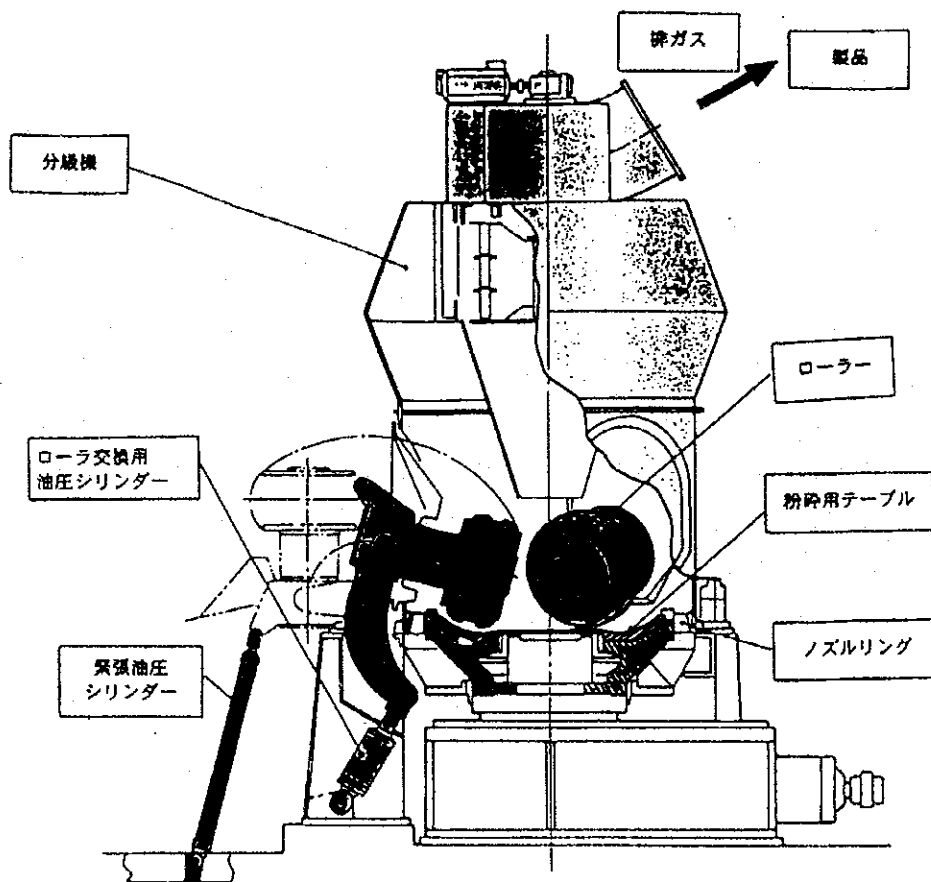
ボールミルを使った閉回路粉砕システムに比較して、縦型ミルシステムの有利な点は、粉砕効率が良く、同時乾燥能力も大きいことである。

更に、同じ粉末度に粉砕する場合、縦型ミルの所要動力はボールミルの約40~50%である。縦型ミルは粉砕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。この差はミル入口原料の水分含有率の割合が増加するにつれて顕著になってくる。すなわちNSPからの排ガスを有効利用することができるので縦型ミルは原料水分の影響を受けることなく安定した粉砕量及び粒度分布の原料粉末を確保することが出来るためである。

(1) 粉碎機構の概要

図 4.5.1に縦型ミルの全体外形を示す。以下にこれの粉碎機構について述べることにする。

図 4.5.1 縦型ミル全体外形図



- ① 粉碎部と分級部の中間にあるシュートを通して原料がミル内に投入される。
- ② ローラとテーブルに挟まれて粉碎された粉碎物は、ミル内に導入された空気によって、分級部に運ばれる。
- ③ この導入された空気は、テーブル(またはリング)周りにあるノズルやブレードによって、断面が円形をしたミル・ハウジングの内側に沿って旋回するように整流され、圧損を極力抑えている。

④ 分級部で分級作用を受けた粉砕物は、細かい粉はミルから排出されて製品となり、粗い粉は粉砕部に戻され再び粉砕作用を受ける。

⑤ 得られる製品の粒度とその分布は、いずれのミルでも、ミルに導入される空気流量と、セパレータのローターの回転速度によって調節するのが一般的である。

しかし、石灰石・スラグなどのように製品の粒度構成を微妙に調整する場合には、それぞれのミル・メーカーごとに特徴があり、ローラの加圧力やテーブルの回転速度を変更するなどしている。

⑥ 豎型ミルでは、テーブルより上で行われる粉砕・分級から弾き出された粉砕物が、時としてテーブルから落ちることがある。これらは、テーブル下に取付けられたブラシやスクレーパーで集められミル外に排出される。

この排石は運転上かなり重要な指標であり、運転がスムーズに行われていれば、この量も安定している。一般には、ミル内で流動している粉砕物が、何らかのはずみでかなりなスピードで上昇している気流を横切るか、逆行するかしてテーブル下の風箱に落下するものである。従って、落下する砕料は微粉はみられず、ある程度以上の大きさではあるが、運転の状況によってその粒度は異なるもので、大きいものが必ず落下するというものではない。

一般には、粉砕のメカニズムはボールミルでは1・2室で衝撃及び摩砕が主体であり、豎型ミルでは圧縮及び摩砕であると考えられている。ボールミル内部のボール運動を考えれば、粉砕物を砕くのはボールとボールのぶつかり合いであり、ボール径が大きい程粉砕物の粒度分布が広くなることから、特にボールミル1室における粉砕は衝撃による粉砕と断定できる。一方、豎型ミルでは、ローラとテーブルとが一点を除いて必ず相対速度を持つように回転する(滑る)ことから、被粉砕物は捻るような力で圧縮破壊される。

## (2) 豎型ミルの特徴

ボールミルと比較して、豎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 ミルは、自動制御が可能であり、あらゆるミルの変化は直ちに検出され、更正される。
- ⑥ 騒音が低い。
- ⑦ ボールミルよりも、碎料の滞留時間がはるかに短い。
- ⑧ ボールミルよりも、保守が容易である。
- ⑨ 分級機のロータの回転速度の調整により、産物の粒度分布の変更ができる。
- ⑩ ミル内部は負圧の状態で運転されるため、外部への発塵がない。
- ⑪ 粉碎量、粉碎層厚、粉碎加圧力、ガス流量、総熱量、産物粒度の調整が容易にできる。
- ⑫ 熱風を碎料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行われる。
- ⑬ 粉碎ローラは加圧力の調整が容易にできる。
- ⑭ テーブル周りにある、空気吹上げにより、微粉は直ちに分級作用を受け、過粉碎が防止される。

### (3) 竪型ミルの優位性について

竪型ミルのコスト面における比較をボールミルとする。下記項目について竪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-4.5.1 竪型ミルとボールミルの比較

項 目	ボールミル	竪型ミル
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 <sup>2</sup> での比率	140	100
建物・基礎 m <sup>3</sup> での比率	130	100

#### (4) 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。

ここでは、圧縮空気を使ったエアーブレンディングサイロについて述べる。

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ー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。

##### <バッチ式>

2個以上のブレンディングサイロを使用し、倉入、混合、倉出を1サイクルとして順次に切替えて確実に混合したものを窯入原料として使用することを目的としている。以前はよく用いられたが、最近ではコストの面で下記連続式より不利でありあまり用いられない。

均斉効果は5～15位とされている。

### <連続式>

最近よく用いられている方式である。この方式ではブレンディングサイロは倉入、混合、倉出を同時に行っておりバッチ式の如く1つのサイロそのもので完全混合はできない。均斉効果はバッチ式に比較して劣り2~8である。

しかし近代化計画においては、建設コスト及び消費動力の節約の面から、連続式B/Lサイロの採用を勧める。またこの形式のものはストレージ機能も有しているためにB/Lサイロ前後にキルン供給用ストレージサイロは設けなくてよい。

また原料の均斉化効果は前工程の置場(プレブレンディング置場)にスタッカ、リクレーマを設置すれば、これら層積直交切出方式によるプレブレンディング効果が十分に期待できるので、原料粉末段階の均斉化率は、連続式程度の性能を有するもので良い。

## 4.6 焼成

セメント製造設備の焼成部門に要求される要点について、特に近代化を視野に入れた場合には、次のことが言える。

- ① クリンカ焼成に必要な燃料消費量が少ないこと。
- ② 大容量の設備が可能なこと。
- ③ 故障発生が少なく長期連続安定運転が可能なこと。
- ④ 良質なクリンカの生産ができること。
- ⑤ 製造コストが安いこと。
- ⑥ 大気汚染の規制から、NO<sub>x</sub>及びSO<sub>x</sub>の発生が少ないこと。

以上の点を考慮すると、NSP(New Suspension Preheater)キルン方式しかないのが現状である。そしてこれらNSPキルンには多くの種類、様式があり、各々特徴を持っている。

またNSPキルンは、SP(Suspension Preheater)キルンの改良版とも言えるもので、SPキルンのプレヒータとキルンの間に仮焼炉を設け、プレヒータで予熱した原料をこの伝熱効率の高い仮焼炉に導き、原料の分解度を85~90%程度まで高めてからロータリキルンに送入しようとするのがNSPキルンである。従ってNSPキルンでは、ロータリキルンの焼成能力は著しく増

大し、SPキルンの2～3倍となる。

更にキルンに供給される燃料使用量が45～55%くらいの少ない量で焼成されるために、キルン断面積当りの熱負荷をも減少される。

キルン断面積当りの熱負荷の低減で、キルン内煉瓦の寿命が伸び、またキルンへの高分解度原料の供給は、キルン運転も安定するので長期連続運転を可能にする。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NO<sub>x</sub>による大気汚染を軽減できる。一方仮焼炉は原料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、NO<sub>x</sub>の発生を下げる効果も生み出しているのである。

#### (1) NSPキルン

NSPキルンには種々のタイプのものであるが、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。

混合型仮焼炉は、キルン排ガスを混合するので酸素濃度が低下し、燃料の燃焼時間が長くなり、仮焼炉を大きくする必要がある。

ここではRSP(Reinforced Suspension Preheater)キルンを例に、高効率焼成システムについて述べることにする。

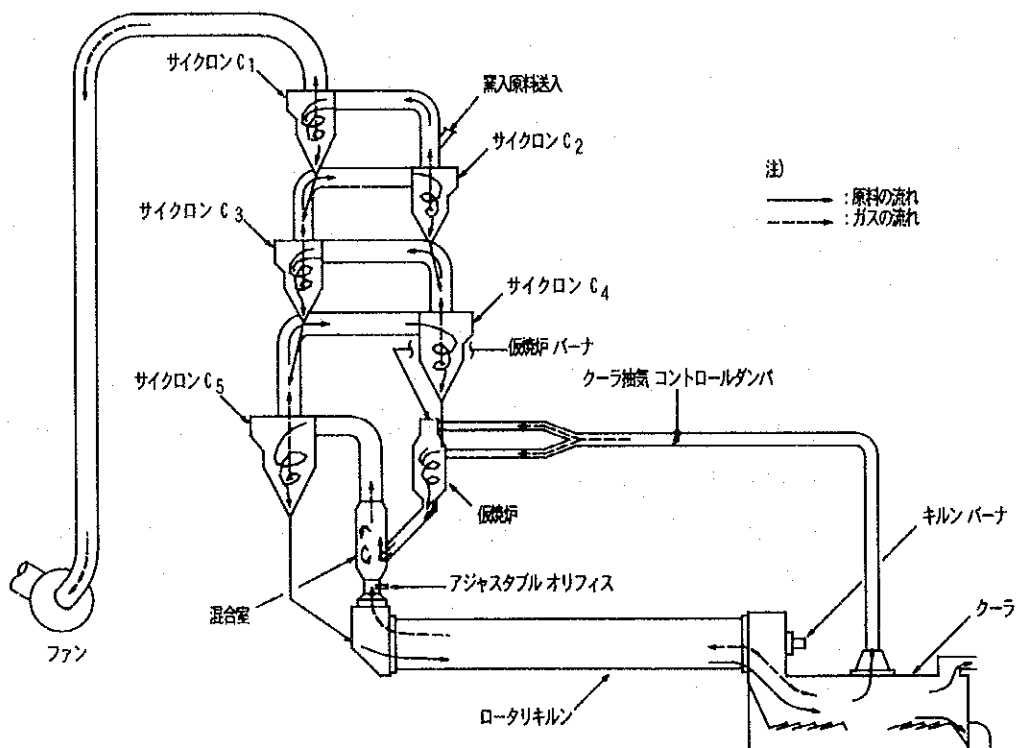
RSPは、図-4.6.1に示すように4段または5段サイクロン、予備燃焼室、旋回気流式仮焼炉、混合室、アジャスタブルオリフィス(Adjustable Orifice)から成り立っている。

キルンとRSP仮焼炉の燃料供給比は、標準的には40:60程度である。燃料としては、重油、石炭、天然ガスが使用できる。燃料の種類によってRSPの性能はほとんど変わらない。

予備燃焼室には燃料の一部分とその燃焼用高温空気(クーラ抽気)を接線方向に吹込み、本燃焼室に燃料の大部分を吹込み、燃焼空気(クーラ抽気)と2段サイクロンからの原料は2ヵ所から接線方向に吹込まれている。従って、空気流は二重旋回流となって仮焼炉に導入されることになる。このように原料と燃焼ガスはよく混合されるので、両者の間の伝熱効率は非常に高い、

原料は仮焼炉で大部分が仮焼されて、高温ガスと共にダクト内を下降して混合室内でキルン排ガスと混合し、そこで最終的な仮焼を行ないつつダクト内を上昇しC5サイクロンに入り、そこで集じんされてロータキルンに入る。

図 4.6.1 RSP工程図



またRSPキルンの場合、仮焼炉と混合室がシリーズに接続されているので、原料の滞留時間が長い利点がある。

アジャスタブルオリフィスはキルン系と仮焼炉系のガス量の割合を調整するのに便利である。

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。

ただし近代化計画での使用熱量基準は、750～770kcal/kg-cl'としておく。

## (2) キルン焼成能力

キルン焼成帯熱負荷は、キルンの生産能力を決める重要な要素となる。更にキルン様式が変わってもキルン径が同じであれば、燃料使用量は大体同じである。従って燃料使用量と焼成帯断面積の関係は、ほぼ直線に近い。すなわちキルン内径φ3.5mで、 $5.0 \times 10^6$ kcal/m<sup>2</sup>.h、φ4.0mで $6.0 \times 10^6$ kcal/m<sup>2</sup>.hのところを設計の目安となる。

またキルン内容積当りの焼成能力も同一様式のキルンについては、キルンのサイズに関係なく大略一定となる。

一般に、NSPキルンの場合これは140～160kg/m<sup>3</sup>.hぐらいである。

## (3) 石炭粉砕燃焼設備

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

粉砕機は竪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。

ミルの運転及び粉砕の様子は次の通りとなる。

熱風をミル内に通して予熱した後、運転を開始する。

石炭は計量機を通してミルへ供給され、石炭は回転している粉砕テーブルの中心に落ち、遠心力のためテーブルの外側に向かう。この間、石炭は回転テーブルとローラの間で加圧されて粉砕される。テーブル上には3つのローラが等間隔に配置され、ミルハウジングに取り付けられている。またスプリングでローラを加圧し粉砕力を与えている。

粉砕された石炭の微粉末は、インダイレクト供給燃焼方式にてNSPキルンのパーナで燃焼される。この方式は、1次空気を必要な量だけ使用することができ、パーナ燃焼効率が高くクリンカ焼成熱量を下げるができる。

またこの方式は、ミル排気は集じん機で集じんした後、大気に放出し、微粉炭は一旦貯蔵するので、キルン生産量の増減や1台のミルで2~3カ所の焼成設備に微粉炭を供給することができる。

石炭粉砕設備の石炭乾燥用熱気として、NSPキルン排ガスを使用すれば、この熱気は低酸素の不燃性ガスで炭じん爆発や自然発火を抑える効果が期待できる。

#### (4) 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。クーラ効率は60~70%である。

$$\text{クーラ効率} = \frac{(\text{2次空気} + \text{抽気})\text{顕熱}}{\text{クリンカの持込顕熱}} \times 100(\%)$$

グレート式クーラの概要は次の通りである。

本体構造については、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。このスリットを有するグレートプレートは固定と可動グレートプレートが交互に配置され、可動グレートプレートが往復運動によって、キルンより排出された赤熱クリンカをスリットから吹き上げられる空気により冷却しながら、クーラ出口へ移動させる。

クーラ出口にはクリンカ破碎機があり、この破碎機でクリンカの大塊を破碎し一定粒度以下にする。一方、冷却空気は個別ファンによってグレート下の5~8室に区分された空気室に送風され、クリンカを効率的冷却できるプ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。冷却用空気はクリンカとの熱交換により高温度となり、キルン側の1,2室からのより高温のものは燃焼用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。低温側の余剰空気は集じん機を

通して排気ファンで排気される。

(5) NSPキルンの熱精算

近代化計画で予想されるNSPキルンの熱精算シートの概要を次に示す。

表 4.6.1 NSPキルンの熱精算

	項目	(kcal/kg-cl)	(%)
入熱	1 燃料の燃焼熱	750.0	97.9
	2 燃料の顕熱	3.0	0.4
	3 原料の顕熱	11.5	1.5
	4 1次空気の顕熱	1.5	0.2
	計	766.0	100.0
出熱	1 クリンカの焼成用熱	425.0	55.6
	2 クリンカの持ち去る熱	27.5	3.6
	3 クーラ排気の持ち去る熱	79.0	10.3
	4 プレヒータ排ガスの持ち去る熱	161.0	21.0
	5 プレヒータ排出ダストの持ち去る熱	5.5	0.7
	6 放散熱損失	60.0	7.8
	7 その他の損失	8.0	1.0
計	766.0	100.0	
循環熱	1 仮焼炉への燃焼空気回収熱	90.1	11.9
	2 キルン2次空気回収熱	95.8	12.7
	3 キルン落口フライダスト循環熱	3.7	0.5
計	189.6	25.1	

4.7 セメント製造

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。閉回路方式はブレーン値一定の場合、開回路方式に比較して使用動力原単

位が約10%位低減される。更に篩残分または強度が一定の場合、使用動力原単位は更に節減できる。また開回路方式でブレン値 $3,200\text{cm}^2/\text{g}$ 以上のセメントを得ようとする、ミル内にコーチングが発生し、使用動力原単位もブレン値が上がるにつれ著しく増加する。従って細かいセメントの製造には、一般に閉回路方式が有利となる。すなわち閉回路では細かいセメントを製造する場合もミル内通過量を増加させ、分級機で分級して、粗粉をミルに戻す循環フローになっているため、コーチングや凝集が避けられる。

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、また高効率粉砕を達成するため、ボールミルに予備粉砕機を設置する。これは予備粉砕機付閉回路方式である。

なお、予備粉砕機はロールプレス型と縦型ミルの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の採用を勧める。

#### (1) 予備粉砕機付閉回路方式

縦型ミルを予備粉砕機として採用した本システムの概要を次に述べる。

被粉砕物(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、予備粉砕ミルへ、混合材(石膏、スラグなど)は直接ボールミルへ投入される。

予備粉砕機にて予備粉砕されたクリンカは、次工程のボールミルまでバケットエレベータ、ベルトコンベアを通り、ボールミルへ供給され、仕上げ粉砕が行われる。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、粉砕効率を上げ、全体的システムの動力低減に寄与する。

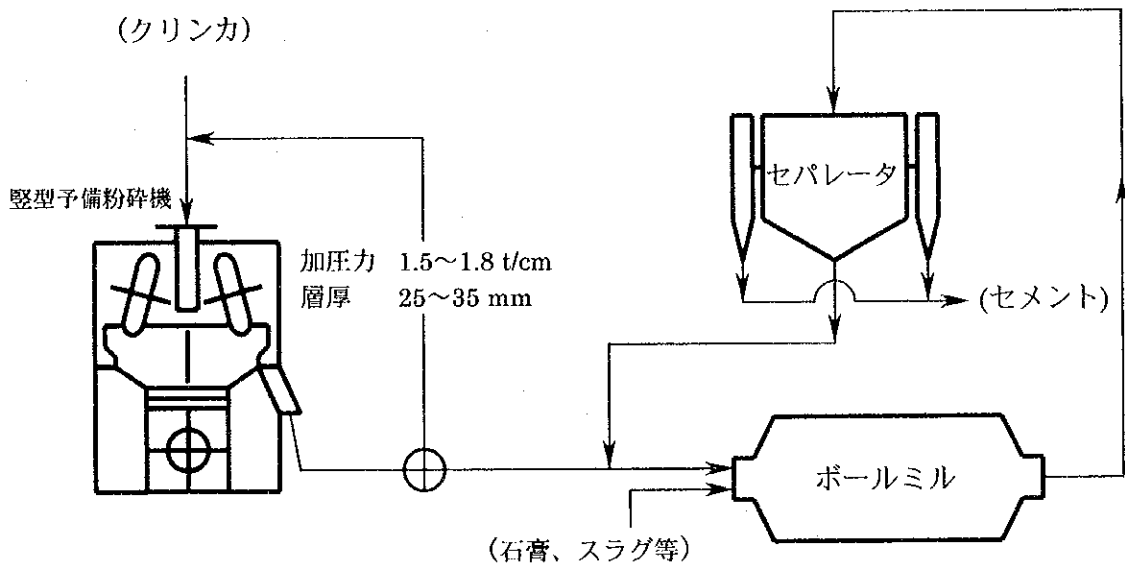
システムの制御は、予備粉砕機内での原料の滞留時間が短いため、従来のボールミル閉回路システムの制御方式をそのまま転用することができ、比較的単純なものである。

予備粉砕後の粉砕物の粒度分布は、供給されるクリンカの寸法や被粉砕性によって影響を受けるものの、ローラの加圧力やテーブル周辺のダムの高さの調整により最適化される。



予備粉碎された半製品物の粒子を顕微鏡写真で確認すると、ミクロン単位の亀裂が多数発生している。このことがボールミルでの被粉碎性に寄与しているものと考えられる。またローラ及びテーブルの材質は高クロム鋳鉄を採用しており、寿命は、20,000時間以上問題なく運転が可能である。

図4.7.1 予備粉碎機付閉回路方式



## (2) 予備粉碎機

縦型ミルの予備粉碎メカニズムについて、その概要を次に述べる。

クリンカは、入口シュートからテーブル中央部へ流入し、テーブルの回転による遠心力で粉碎軌道に導かれ、ローラにより軌道上で圧縮粉碎される。粉碎されたクリンカは、予備粉碎品となり、テーブル外端よりテーブル下部に落下し、更にスクレーパにて下部ケーシングの排出シュートより機外に排出される。

3個のローラは粉碎軌道上に等間隔で配置され、各々ローラアームを介してアームスタンドに軸受にて支持されている。

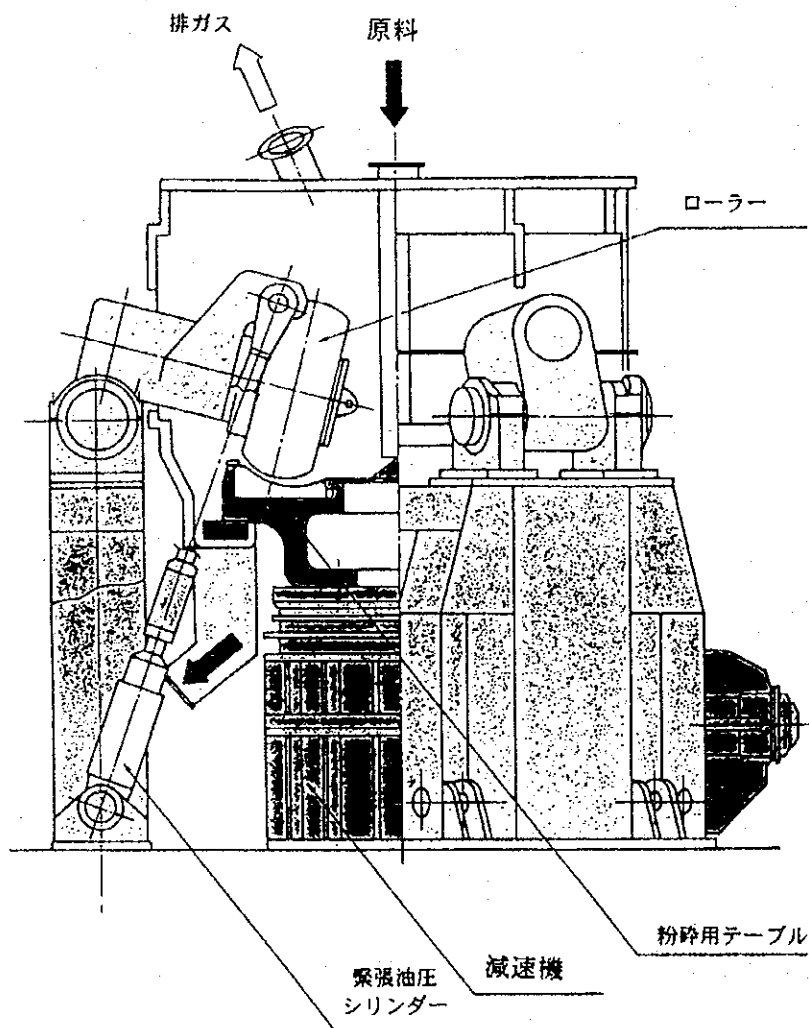
各ローラアームはその下方に設置された2個の油圧シリンダにより発生する加圧力をローラに伝達し、この加圧力とテーブルの回転によりクリンカを連続粉碎する。

ローラは強制循環給油潤滑方式を採用しており、またローラ軸受部へのダストの混入を防止するため強制通風によるダストシール構造となっている。ローラミルの駆動は駆動用モーターより減速機を経てテーブルを回転し、クリンカを介してローラに伝達される。

また減速機のスラスト軸受には、ミッチェル式ベアリングを採用し、強制循環給油方式としている。

この方式は、従来の壺型ミルの粉碎機構のみを使用したものであり、機械的不安も一切なく、上述の如く粉碎後は遠心力によってテーブル上から払出される。遠心力は、1.5G程度でローラの加圧力としては、線圧1.5~1.8t/cm程度であり、テーブル上で約3回粉碎されるようテーブル速度は決められる。

図4.7.2 ローラミル外形図



### (3) 高効率分級機

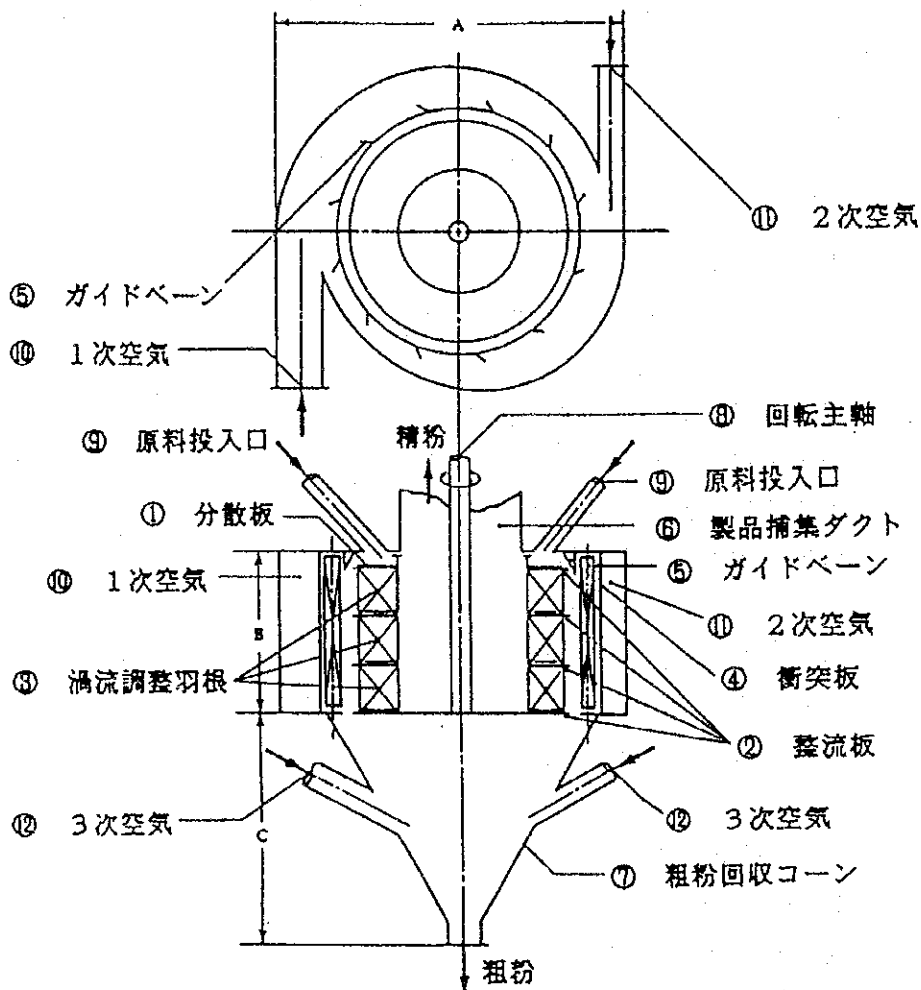
高効率分級機として世界中で最も使用実績が多い、また中国にも技術導出され製造されているO-SEPAについて述べる。

O-SEPAには、次のような特徴があり、他の分級機に比べて優位である。

- ① O-SEPAは、微粉の回収率が良い上に粗粉側のカットも優れているなど、その分級性が極めて良いので、その結果粉砕量は伸び、動力原単位は低くなる。  
ケースによっては、5%以上の粉砕能力増加と省エネルギーが期待できる。  
同時に製品の粒度分布が改善されるので、セメントあるいはスラグを分級の場合にはその強度発現に大きく寄与する。
- ② O-SEPAの場合、分級風量の内、フレッシュエアの比率が高くかつ、粉体の分級域での滞留時間が長いので、粒子と空気の熱交換が良く、ミル出粉や精粉の温度を低くすることができる。セメントの場合、20～30℃の温度低下が期待できる。
- ③ O-SEPAは、その分級効率とエネルギー効率の両面が最適の組み合わせとなるよう設計されているので、分級室内の抵抗力が小さく、その所要動力は従来型のアアセパレータに比べかなり低い。
- ④ O-SEPAは、分級機内の空間を有効に利用し、実質的な分級域が立体的に設計されているので、非常にコンパクトであり、その分級室容積は従来型の1/2～1/6となる。
- ⑤ O-SEPAは、従来型分級機と異なり遠隔操作にて回転速度を変更するのみで、分級点を大幅に変更できる。従って製品品質の変更あるいは原料被粉砕性の如何にかかわらず、一定品質の維持が極めて容易に行なえる。例えば、回転数変更のみでブレン値2900cm<sup>2</sup>/gの普通セメントから5000cm<sup>2</sup>/gの特殊セメントまで作り分けることができる。更に風量など他の操作要因の調整を加えれば製品粉末度の範囲は更に広げられる。

- ⑥ O-SEPAは、ミルからの排気及び各所集じん空気が分級空気として用いられているので、ミル内エアースエプト及び輸送機専用の集じん機は不要となる。

図4.7.3 O-SEPA外形図



<分級原理の概要>

分級原料は、原料投入口⑨から投入され、分散板①で攪拌されながら円周上に飛ばされて衝突板④に当って攪拌、分散されて分級室に入り、粗粉と細粉に分級される。分級室では気流に分散された粉体は、ガイドベーン⑤による1次渦流調整、更に渦流調整装置③による2次渦流調整によって遠心力と内向流のバランスにより1次分級、更に2次分級されて、細粉は1次、2次、3次の空気取入口⑩、⑪、⑫から送られた分級空気(空気あるいは含塵

空気)と共に分級室の中心部に送られて、細粉捕集用ダクト⑥で捕集される。一方、粗粉は遠心力で外周のガイドベーン⑤まで飛ばされてベーンの内側に沿って流れ、粗粉に付着している微粉を1次、2次空気取入口⑩、⑪からの流入空気で洗い落とされながら粗粉の2次分級を行なう。そして粗粉捕集用下部コーン⑦に送られた粗粉は更に3次空気取入口⑫からの流入空気で、3次分級が行われ、粗粉に付着している微粉は上部の分級室に流入空気と共に送られて、再分級され粗粉は下部コーン⑦で捕集される。粉末度調整は主軸(縦軸)回転数のみで分級点の微調整を遠隔操作で行なう。

このように粒子は、強力に分散された後、分級が多段で行なわれ、しかも分級域滞留時間が十分長いため、中心軸の回転速度は100～250rpm程度で通常のエアセパレータと同程度に保ちながら、渦流型特有のシャープな分級性能が確保できるようになっているのである。

#### (4) 縦型ミルによるセメント粉砕(代案)

縦型ミルの原料粉砕部門の適用については、前記の4.5原料粉砕の項に述べている通りである。ここでは、更に縦型ミルのみでセメント粉砕を行うシステムの導入を視野に入れた近代化計画案も検討しておく必要がある。主な理由は、所要動力原単位がどのミルに比較しても最も低いということである。

ミルの動力原単位の比較 (kWh/t)		
ボールミル	ボールミル+予備粉砕機	縦型ミル
31～34	25～28	18～21

セメント品質の改善要求が市場より高まってくれば、更にセメント粉砕に必要な消費動力も上がることになり、このような状況では省エネルギー、節電型ミルとして縦型ミルが必要になってくる。

ただし、セメント粉砕では、ミル内に粉砕助剤(D.E.G)の滴下装置を併設する。

## 4.8 セメント出荷

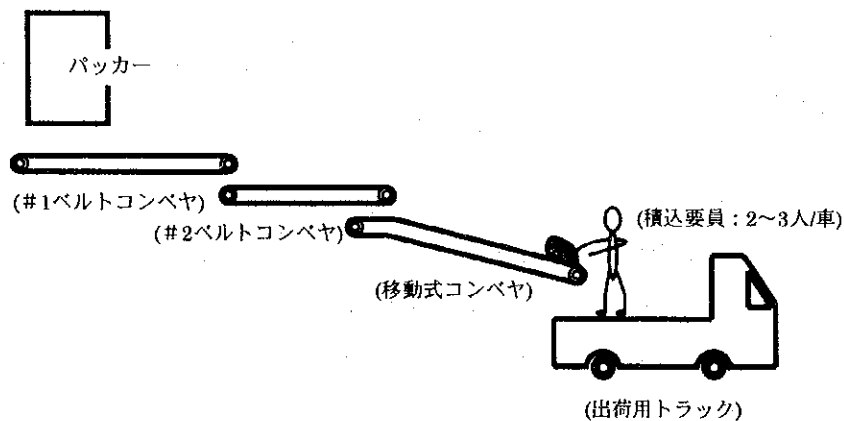
セメント出荷設備の近代化計画の前提条件として、設備計画の前に出荷荷姿の割合を正確に把握または予測する必要がある。そしてパッカ仕様及び台数、またはバラ積設備の仕様台数を決めて行かねばならない。

現時点での予測は、調査結果から袋物70～75%、バラ25～30%の割合であるので、パッカを主設備として述べることにする。設備的には省力化を目指したものとし、極力人員定数を削減できるものとする。

まず、パッカ要員は、1台1名を原則とする。これよりパッカ仕様は次の通りとなる。

定管式パッカ	ロータリ式パッカ
型 式：4管式×2式	型 式：回転式
能 力：1800～2000袋/h	能 力：2000～2400袋/h
精 度： +200g - 0	精 度： +350g - 0
付属品：自動給袋機	付属品：自動給袋機

また原則袋詰めされたセメント(50kg/袋)は、倉庫内に横持ち貯蔵しないこととして、倉庫能力は小さくする。袋はクラフト紙袋を使い、全て購入されるものとする。従って、積込のフローを次のように計画する。また設置台数はプラント能力によって決められるものとする。



バラ積込設備は、セメントタンクより直に曳き出してバラ専用トラックに積込まれることにする。積込み量の計量はプラント内出入口付近にトラックスケールを設置し、管理するものとする。いずれも粉じんの発生源対策

は十分に考慮し、集じん装置は簡易式(移動式)のものを含めて据付けることを計画する。

#### 4.9 試験設備

過去10数年間、生産設備の拡大に伴い品質管理の重要性が増加し、迅速に且つ進歩した分析法に対する要求が、世界の各国のセメント生産・試験室で高まりつつある。以前は試験室の担当者は簡単ではあるが時間がかかる分析法で満足していた。しかしこの方法はどちらかと言えば、試験に多くの人手を要した方法であり、迅速性に欠けていた。今日では、試験室は迅速で且つ信頼性の高い方法で分析結果を出さなければならない。

従って世界の一般的な傾向は人による試験より機器による試験に重点が移っている。強度試験を含む物理試験は国家により試験法が定められていて比較的人手が掛かり機械化されていないが、一方化学分析関係については種々の機器が使用されている。その中で特に注目して使用されているのは蛍光x線分析装置である。同装置は短時間に多くの成分について分析でき、品質管理の中で非常に重要な原料調合管理に有効であり更に同装置とコンピューターを繋いだオンラインコントロールまで行っている所も多い。

又分析の質の向上に対しても機器分析の採用は人の技術に左右される手分析より、個人差が少なくなりより客観的なデータが得られることになる。

更に試験時間の短縮は試験室要員の省力化が図られることになる。

この傾向を一層進めたものにオンラインプロセス管理がありプロセスの調節も自動化されている。

綿陽市セメントセクター企業の工場の管理は依然人手によるものが主力であり機械化されていない。しかしながら生産量が増大しセメントに関する規格が厳しくなっていく状況に対応するには迅速な試験、アクションが求められるので直示式電子天秤、炎光光度計等から一步進んで蛍光x線分析装置の導入が必要になってくると思われる。更により正確な試験結果を得るための試料熔融装置等の付属設備、工程を代表する試料採取のための自動サンプラーの設置が勧められる。出来ればオンラインコントロールする為のコンピューターの設置が望まれる。

又公害関係の重金属分析に有用な原子吸光分析計や燃料の発熱量測定装置など導入して行く必要があると考えられる。

## 5. 生産管理の振興

### 5.1 組織の技能面の改善

現在の組織、機能区分を大幅に変更する必要はないが、重複する管理やあいまいな区分を整理し、一部組織変更を伴うが、スリム化した組織とすべきである。

#### (1) 組織と管理区分

	生産管理部門	技術管理部門	保全部門	製造部門	試験部門	安環部門	販売部門	購買部門	人事部門
設計管理		○	◎						
調達管理	○		○	○				◎	
在庫管理	◎		◎	△				○	
生産計画	◎		△	△			○	△	
工程管理	△	◎		○	△				
品質管理				△	◎				
設備管理			◎	○	△	△		△	
エネルギー管理	◎	○		△					
教育訓練			△	△	△	△			◎
安全管理			△	△		◎			
環境対策				△		◎			

◎主管理部門 ○補助管理部門 △支援部門

#### (2) 各部門の機能と権限

<生産管理と関わる業務のみ>

##### (a) 生産管理部門

生産計画、原価管理、生産データ管理の総轄を行う。



- ① 生産計画に関する事項
- ② エネルギー管理に関する事項
- ③ 生産に関わる全てのデータ管理(データの一元化)
- ④ 生産関係政府機関への報告、届出に関する事項
- ⑤ 生産に関する各種統計業務
- ⑥ コンピュータシステムの管理
- ⑦ 原燃料、製品/半製品の在庫管理に関する事項
- ⑧ 原価管理に関する事項

近代的な管理を行う上で最も重要なデータの一元化を図る中心となる。工場内でPC-LANなどを設置する場合もそのシステム管理を含め、工場の生産に関わる全てのデータは生産管理部門が管理の責任を有するし、同時に他部門は勝手にデータを使用してはならない。

機能スリム化のため、安全・環境部門や技術管理部門を統合し、一つの部門として管理を拡大していくのが、少人化実施の場合は有効である。

(b) 保全部門

機械、電気設備など全ての工程機器の管理及び保全業務の総轄を行う。

- ① 設備管理に関する事項
- ② 故障管理に関する事項（工程故障は製造部門とする）
- ③ 設備設計管理に関する事項
- ④ 保全業務
- ⑤ 中、長期の設備修理計画の作成と実行
- ⑥ 予備品管理に関する事項
- ⑦ 購入品の技術に関する事項
- ⑧ 設備・故障に関わるデータの整理と統計業務

(c) 製造部門

- ① 運転管理に関する事項
- ② 工程トラブルなどに関する事項

- ③ 原始データの整理と報告
- ④ 運転状況のデータ収集と解析
- ⑤ 消耗品、予備品手配に関する事項
- ⑥ 主管する以外の全ての管理に対する支援

(d) 試験部門

- ① ISO9002に関する事項
- ② 品質試験の実施と関連部門への早期連絡に関する事項
- ③ 品質クレームへの対応
- ④ 原料調合に関わる指示及びチェックに関する事項
- ⑤ 品質関係データの整理と統計業務
- ⑥ 品質予測に関わる事項

(e) 技術管理部門

- ① 性能稼動などプロセスに関する技術的な事項
- ② 工程の調査及び改善に関する事項
- ③ 工場内改善活動の統括
- ④ セメント製造技術に関する調査、分析に関する事項
- ⑤ セメント製造技術に関わる資料などの管理

状況により生産管理部門または製造部門への統合も可能である。

(f) 安全・環境部門

- ① 安全管理に関する事項
- ② 環境管理に関する事項
- ③ 上記事項に関する政府機関への報告、届出に関する事項
- ④ 環境状況の測定と点検

状況により生産管理部門への統合も可能である。

(g) 販売部門

- ① 販売予測の作成に関する事項
- ② 出荷計画の作成に関する事項
- ③ 販売価格の予想

販売部門と購買部門の統合も有り得る。

(h) 購買部門

- ① 物品購入管理に関する事項
- ② 資材倉庫管理に関する事項
- ③ 購入品市況調査及び情報の収集

(3) 情報の流れの明確化

組織と並んで重要なことは、情報の流れである。指揮命令の系統及び連絡・報告の系統を明確にすることにより、生産管理システムを確立することになる。既に各担当部門の業務は決められており、情報の流れは各種の口誌や報告書、作業指示書等の形で定められているが、組織の簡素化に向かつての見直しを行う場合、当然ながら報告書類の見直しが必要になる。

これらの見直し実施に当っては、まず組織の各管理者、担当者及び関係部門の業務分担や内容、つまり職務分担表を作成する必要がある。

それに基づき報告書類の経路図など作成し、運用方法を明確にしておくことが前提となる。

報告書類様式の不備やムダにより作業効率低下や不必要業務などの問題も検討する必要があり、整理、改善していくことになる。

改善に当っては、以下を考慮し、実行することが望ましい。

- ① 報告書類の活用状況
- ② 報告書類の作成目的
- ③ 報告書類の様式
- ④ 報告書類の配布先、経由先
- ⑤ 不備、不足の有無