

第III編 近代化計画

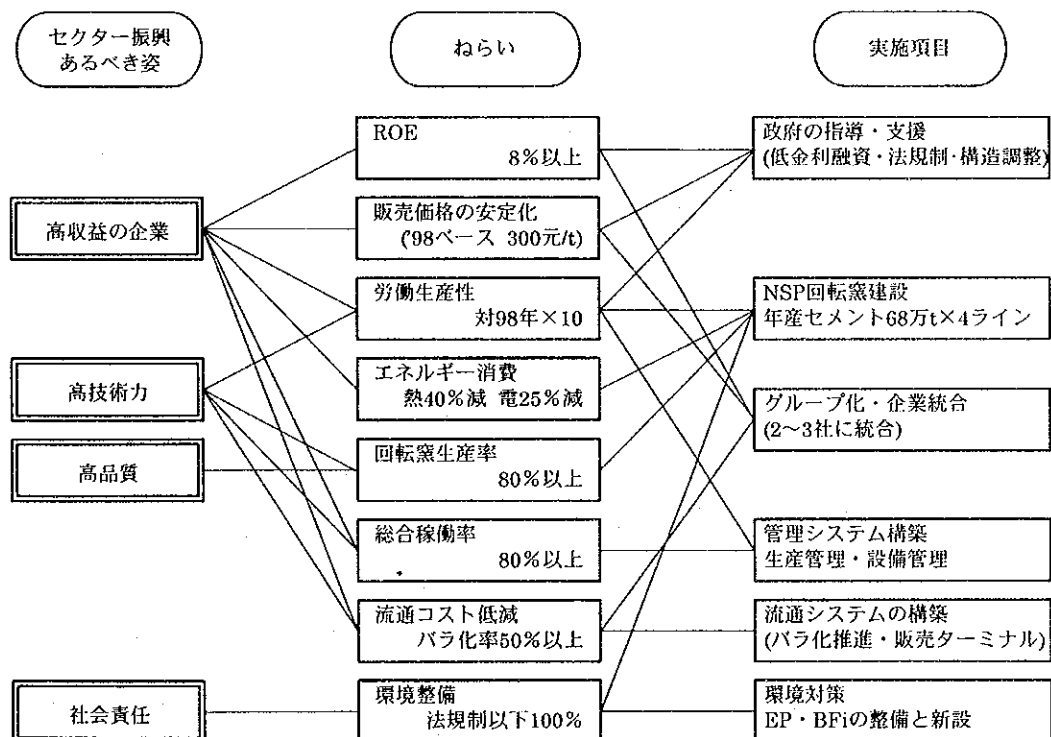
1. 近代化計画の対象とその内容

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、財務管理及び生産管理の振興、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、検討する。

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



本報告書においては、この綿陽市セメントセクター振興策の一翼をになう双馬セメントの近代化計画について言及する。すなわち双馬セメントに望まれる工場の近代化構想とそれを実施するための重点課題、各管理の近代化、設備近代化並びに近代化計画実施スケジュール等について言及する。

2. 近代化計画の構想

2.1 工場の近代化構想

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。
- 回轉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は、1998年9月9日付で国家経済貿易委員会の通知「建材工業の総量規則」、「構造調整についての意見」で示されたようにセメント工産業の現在抱えている構造的矛盾、いわゆる「四大五低」の解決に総量規制と構造調整を2本の柱として解決しようとしている。

綿陽市政府も中央政府と基本的に同じ方針で、綿陽市セメントセクターの特殊な事情も考慮した計画を進めている。双馬セメントの工場近代化も基本的にはこの方針に沿って進められていかなければならない。

以下双馬セメント工場近代化も、その枠の中で進められるべきである、綿陽市セメントセクターの振興策の推進案について述べる。

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淘汰される。

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

双馬セメントは綿陽市セメントセクターの中で最大の生産能力と圧倒的に強い競争力を有し、企業体質が最も安定した企業としてこのセメントセクターの構造調整にはセクター全企業を中心となって機関車の役割をはたすべきである。

特に第2段階及び第3段階では双馬セメントはグループのまた統合して誕生する近代的企業を中心になるので、この構造調整に対する双馬セメント幹部の強い理解と指導が要求される。

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

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。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

(2) 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ねばならない。

双馬セメントもその例外ではない。

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、双馬セメントについてその内容は本報告書の第II編5で提案している。

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次項2.1.2及び2.1.3で述べる。

2.1.2 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(後記表2.1.2綿陽市セメントセクター概要予測を参照)を1つのケースとして採用した。また、もう1つのケースとして綿陽市重工業局作成の予測では、1999年の予測値を1998年の実績値より9.7%の減としているが、これを1998年と1999年は需要量が同じと想定した。

年間1人当た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1,669kg(1996年)、アラブ首長国2,047kg(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。

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 2.1.2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2.1.3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2.1.3に基づいて生産能力不足時に必要な生産ライン増設時期について検討したのが、表2.1.4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。

表 2.1.2 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
		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	2,200	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	-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	3,443	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 2.1.2 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
綿陽市内需要量	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	6.0	4.0	4.0	2.0	2.0	0.9	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
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
	伸び率 (%)	33.3	0.0	8.0	8.0	-26.3	-25.0	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	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	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
	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	8.0	6.0	6.0	6.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
綿陽市外計	需要量	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	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
需要合計	需要量	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	6.6	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 2.1.2 綿陽市セメントセクター需要予測

ケース (3) 99年=98年 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	2,437	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
伸び率 (%)	2.4	0.0	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	0.8	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	4,618	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
伸び率 (%)	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 2.1.2 綿陽市セメントセクター需要予測

ケース (4) 99年=98年 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	2,437	2,632	2,843	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

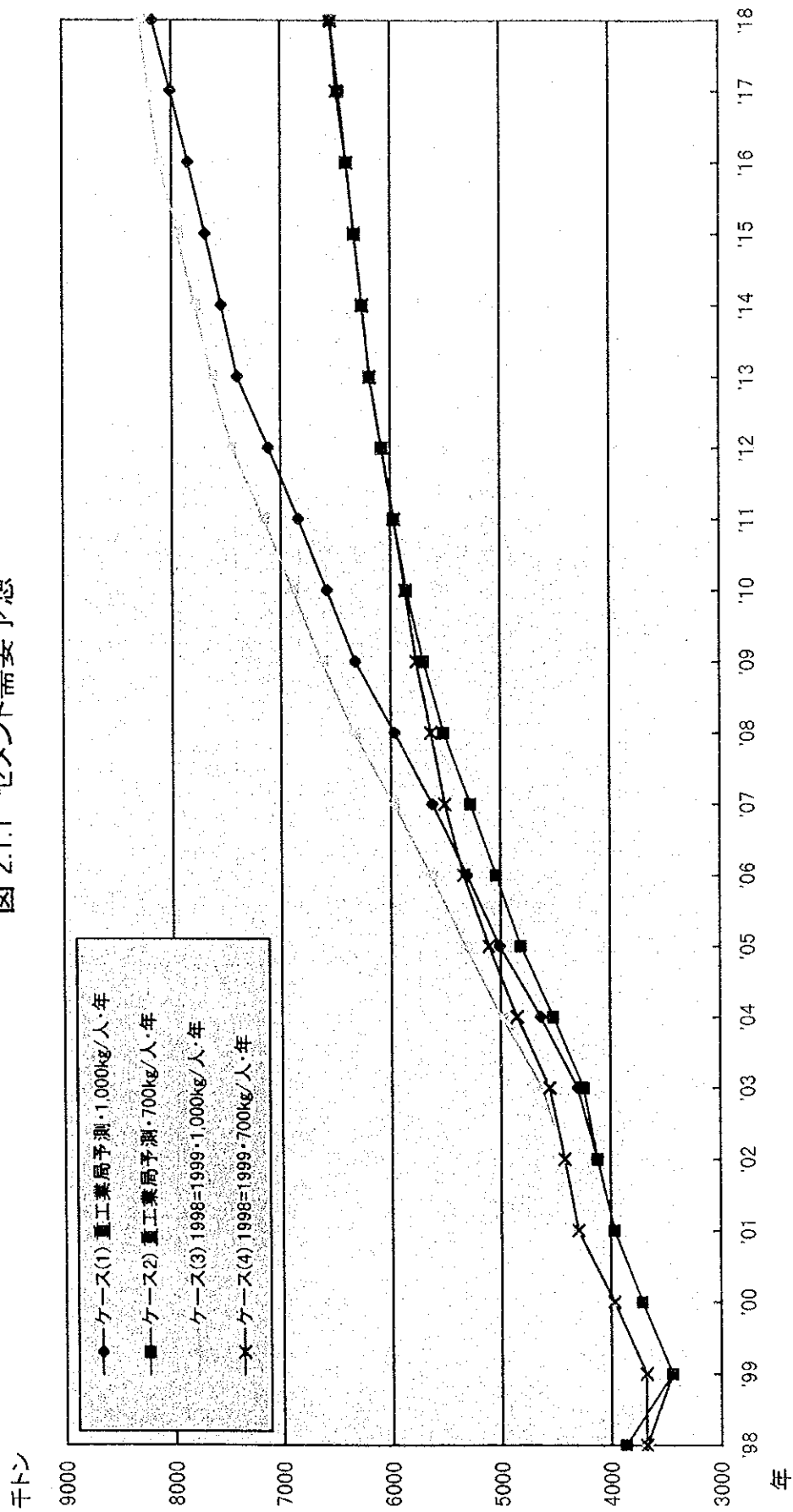


表 2.1.3 需給バランスと必要増設時期

ケース(1) 重工業予測・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
	需要量	0	1	3443	3717	3970	4119	4296	4639	5011	5311	5630	5968	6326	6579	6842	7116	7400	7548	7699	7853	8010	8171
総生産能力	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
生産能力	3768	3768	4008	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	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239
稼働率90%	88	325	51	-245	-351	-528	-871	-1243	-1543	-1862	-2220	-2578	-2831	-3094	-3368	-3652	-3800	-3951	-4105	-4262	-4423		
過生産不足力	559	796	572	227	120	-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											
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%	88	325	51	-245	-51	112	109	-77	117	138	120	102	-111	-74	-8	48	519	811	700	546	689	910	
稼働率90%	559	796	572	227	420	583	580	394	588	609	591	397	463	397	463	463	463	463	463	463	463	463	463
操作開始	*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 2.1.3 需給バランスと必要増設時期

ケース(2) 重工業予測・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	'20	
	需 要 量	0	1	3868	3443	3717	3970	4119	4240	4521	4820	5043	5277	5523	5705	5858	5973	6079	6189	6257	6327	6398	6469	6542	
総生産能力	4710	4710	4710	4710	4868	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	
生産能力	3768	3768	3768	3768	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	
稼働率80%	4239	4239	4239	4239	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	
稼働率90%	88	325	51	-245	51	-245	-351	-472	-753	-1052	-1275	-1509	-1755	-1937	-2090	-2205	-2311	-2421	-2489	-2559	-2630	-2701	-2774		
生産能力不足力	559	796	572	227	227	120	-1	-282	-581	-804	-1038	-1284	-1466	-1619	-1734	-1840	-1950	-2018	-2088	-2159	-2230	-2303			
増設による 生産能力増加					*A					*B			*C			*D									
増減 バランス	88	325	51	-245	51	-245	-51	168	-73	-72	45	-149	-95	63	-50	135	319	299	231	161	90	19	-54		
	559	796	572	227	227	420	639	398	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 $[2,000t/d \times (365d - 30d)] \times 0.8 \times 1.12 \div 600 \text{千t/y-cement}$

2年度以降 $[2,000t/d \times (365d - 30d)] \times 0.9 \times 1.12 \div 680 \text{千t/y-cement}$

操業開始

*A '02年7月

*B '05年7月

*C '08年7月

*D '11年7月

表 2.1.3 需給バランスと必要増設時期

ケース(3) 1998=1999・1000kg/人・年

単位：千トン

項目	年度																				
	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09	'10	'11	'12	'13	'14	'15	'16	'17	'18
需 要 量	0	1	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	3680	3973	4291	4417	4618	4988	5315	5634	5972	6330	6620	6885	7160	7446	7638	7791	7947	8106	8202	8286
稼働率80%	4710	4710	5010	4860	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
稼働率90%	3768	3768	4008	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768
生 産 能 力 過 剰	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 不 足	88	88	35	-403	-649	-850	-1220	-1547	-1866	-2204	-2562	-2852	-3117	-3392	-3678	-3870	-4023	-4179	-4338	-4484	-4504
増 設 に よ る 生 産 能 力 増 加	559	559	536	83	-104	-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	88	88	35	-403	-49	-170	60	-187	94	-200	78	-132	204	8	28	170	57	-99	-8	286	256
増 設 に よ る 生 産 能 力 増 加	559	559	536	83	533	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																				
稼働開始	*A '02年1月 *B '04年1月 *C '06年1月 *D '08年1月 *E '10年1月 *F '12年7月 *G '16年7月																				

表 2.1.3 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
	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	3680	3973	4291	4417	4557	4856	5107	5342	5513	5638	5770	5869	5972	6079	6189	6257	6327	6398	6489	6542		
総 生 産 能 力	4710	4710	5010	4860	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710	4710
生 産 能 力	3768	3768	4008	3888	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768	3768
稼働率80%	4239	4239	4507	4374	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239	4239
稼働率90%	88	88	35	-403	-649	-789	-1088	-1339	-1574	-1745	-1870	-2002	-2121	-2224	-2331	-2441	-2509	-2579	-2650	-2721	-2794		
過 産 出 能 力	559	559	536	88	-178	-318	-617	-867	-1108	-1274	-1399	-1531	-1650	-1753	-1860	-1970	-2038	-2108	-2179	-2250	-2323		
増 産 能 力 増 加					*A		*B			*C				*D									
増 産 能 力 増 加					600	680	980	1320	1360	1660	2000	2040	2040	2340	2680	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720	2720
ハ 増 減	88	88	35	-403	-49	-109	-108	-19	-214	-85	130	38	-81	116	349	279	211	141	70	-1	-74		
バ ン 後	559	559	536	88	422	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t/y-cement

2年度以降 [2,000t/d×(365d-30d)]×0.9×1.12=680千t/y-cement

操業開始

*A '02年1月

*B '04年7月

*C '07年7月

*D '11年7月

表2.1.3によれば、2018年までの20年間に綿陽市セメントセクターにおいては、表2.1.4に示すように新たにセメント生産ラインの増設が必要となる。1ラインの生産能力は前記の如く年間セメント生産量で68万トンである。

表 2.1.4 所要増設セメント生産ライン

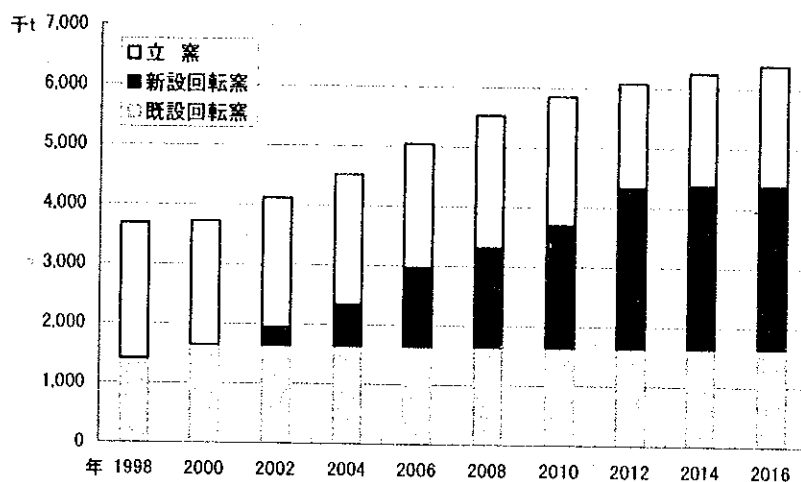
ケース	生産ライン数	ラインNo.	操業開始時期
ケース(1)	7	A	2002年7月
		B	2004年7月
		C	2006年7月
		D	2008年7月
		E	2011年7月
		F	2013年7月
		G	2017年7月
ケース(2)	4	A	2002年7月
		B	2005年7月
		C	2008年7月
		D	2011年7月
ケース(3)	7	A	2002年1月
		B	2004年1月
		C	2006年1月
		D	2008年1月
		E	2010年1月
		F	2012年7月
		G	2016年7月
ケース(4)	4	A	2002年1月
		B	2004年7月
		C	2007年7月
		D	2011年7月

綿陽市セメントセクターにおいては今後新たに増設が必要な生産ラインについて、各ケースにおける最初の2ライン、すなわちラインAとラインBは双馬セメント及びそのグループが設置すべきである。すなわちセメントセクター企業の企業規模、経営内容、技術力、資金調達力などを考えれば現状では双馬セメント以外に考えられない。

ラインC以降についてはセメントセクターの振興が進めば、他の企業またはグループでも増設できると思われる。

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



2.1.3 近代化実現のために必要な設備と設備投資

双馬セメント工場の近代化のためには、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。

調査団は第1次現地調査において、双馬セメントについて工場調査・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。またこの最終報告書にて報告している。

一方需要増に対処するためにはセメント生産ラインの増設が必要である。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)方式を採用することを提案する。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トン当たり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CO₂ガスであり、エネルギー消費と密接に関連していることがよく分かる。

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

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

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

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

セメント工業も多量のCO₂ガスを排出する工業である。排出源はセメントクリンカ焼成時に原料からのものと、焼成時などに使用する石炭等燃料から

発生するものと、工場で使用する電力の発電時に発生するものである。原料から発生するCO₂ガス量はどの製造様式でもほぼ同じで、約500kg/t-セメントである。

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

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

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

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

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

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

設備規模で日産2,000トンのクリンカ生産ライン(セメントでは年産68万トン)は、中国での設備製造能力を考慮した。すなわち現在中国では、クリンカ日産2,000トンぐらいまでのセメント製造設備はNSP回転窯方式でも、一

部計測装置、制御装置などを除いて殆ど国内で製造できる。このことは、設備を輸入することに比べ設備費が場合によっては、2/3以下にでき、建設コストが大巾に低減できる。国内産設備の品質も徐々に改善されつつあり、今後、割合早い時期に国際水準に達することが期待できる。

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

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

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

設備及び投資額の詳細については本章7項で記述する。

2.2 工場側の近代化構想に対する対処策

双馬セメントのセメント販売区域である成都市及び綿陽市地域は、中国西南部の中心として順調な発展を遂げて来ている。このためこの地域のセメント需要は最近毎年10%ぐらいの伸びを示している。この傾向は今後数年は続くであろうし、その後も伸びは期待出来る。成都地域の年間セメント消費量は約400万t、綿陽地区は約200万tである。この内双馬セメントの如き大型セメント工場の占める割合は、現在20%ぐらいにしかない。中央政府、四川省、綿陽市のそれぞれの政府が持っている構想、すなわちセメント工場のスケールアップ、セメント品質の優良化、セメント工場配置の合理化等を考慮すれば、四川省西部地区唯一の大型工場である双馬セメントの重要性は非常に大きい。

上記の如きセメントの需要増及び品質の優良化に対処するために、双馬セメントはNo.6生産ライン（湿式ロングキルン700t/d）の増設を開始し、2000年の操業開始を目指している。又、2000t/d規模のNo.7生産ライン（原料粉

碎湿式、焼成乾式)の増設も計画している。

双馬セメントの計画によれば、これら増設生産ラインは原料粉碎は、湿式粉碎方式であり、回転窯は湿式又は乾式である。これらの方式は世界のセメント製造技術の趨勢からすれば、遅れた方式を採用している。すなわち世界の多くの国で高効率、省エネタイプの乾式NSP回転窯方式を採用している。特に東南アジアの国々を中心にアジアの国々では、多くの新增設キルンがこの方式である。

双馬セメントの幹部も乾式NSP回転窯方式が、セメント産業の発展に合った方式であることはよく理解している。又長期的にはこの方式であると考えている。どの方式を選択するかには建設資金と石炭、電気の価格が密接に関係している。

双馬セメントとしては、現状の乾式NSP回転窯ラインの建設コストは、湿式ラインのそれに比べると非常に高く採算に合わないと考えている。現実に重慶セメントは、乾式NSP回転窯で1998年4月に運転を開始したが、赤字であり、銀行へ支払う金利がセメント1t当り100元に達しているとのことである。又乾式を行なった工場の一部が潰れているとのことである。乾式ライン80の内、儲かっているのは10ぐらいしかないとのことである。

以上の様に双馬セメントは、工場の設備の近代化をはかり、工場の高効率化、省エネ化及び環境改善の為には、乾式NSP回転窯ラインの採用が技術的には最良の方法と考えているが、資金面、採算面より現状では企業の負担が多すぎ、その採用に踏み切れないのが現状である。

今増設、改造等を計画する時、最も問題なのは資金不足とのことである。又政府に納入する税金、各種納付金が、特に国有企業の場合非常に高いので、国有企業は厳しい状況にあり、セメント工場に対する投資は額が大きいので、各工場にはその力はないとしている。

工場管理面に於いては、工場の近代化に向けて内部管理を更に強化し、現在の品質と銘柄の優位性を利用し、目前の市場が非常に良いという機会を逃すことなく販売を強化したいとしている。

セメント製造技術、管理方法の近代化に備え、将来高い技術が不可欠との認識から、工場としては、文化レベルの低い人は早目に退職させて、その

かわりに高学歴の人を補充してきている。従業員の技術教育も階層別に行なっており、これは工場内にみならず、工場外の大学、研究所への派遣等も合わせて実施している。

又、将来技術労働者の訓練のための訓練センターの設置も計画している。

工場の近代化を推進するには、労働生産性を向上させねばならないであろう。現在は、600t/年・人ぐらいであるが、これを向上させる為に退職年齢より5年も早く退職してもらっていることもある。しかし設備が良くならなければ、その効果も限界がある。人を減らすとしても限界があり、2000人以下にはならないであろうと考えている。

近代化も進め、就職の問題も解決するという矛盾が出て来るとしている。

3. 近代化計画の重点課題

双馬セメント工場近代化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) 構造調整の推進への協力

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、将来のセメントセクターの振興策の進展と共に双馬セメントの近代化に大きく影響する。

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。特にセクター企業の中心としての双馬セメントのそれは絶対必要である。そして将来に対する危機感を持って着実な構造調整を進めるために協力することが必要である。

(2) 設備の改善、操業率の向上

双馬セメントの既設設備については積極的に設備の改善を進め、更なる操業率の向上を図るべきである。また環境改善にも注力すべきである。セメントセクターの中心企業として、指導的立場でセクター企業と活発な技術交流を行い、それら企業の設備及び運転の改善に協力することも重要である。

(3) 管理の改善

双馬セメントではかなり厳密に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。言いか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、一方セメントセクターの中心である双馬セメント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

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

セメント生産ラインの設計に当っては、従来 of 如く設計院に全て委託するのではなく、双馬セメント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、自己調達为原则で、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、これでは工場の近代化の円滑な推進はできない。

(7) 技術力の向上

現状の双馬セメントの経験と技術力では、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、双馬セメントは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

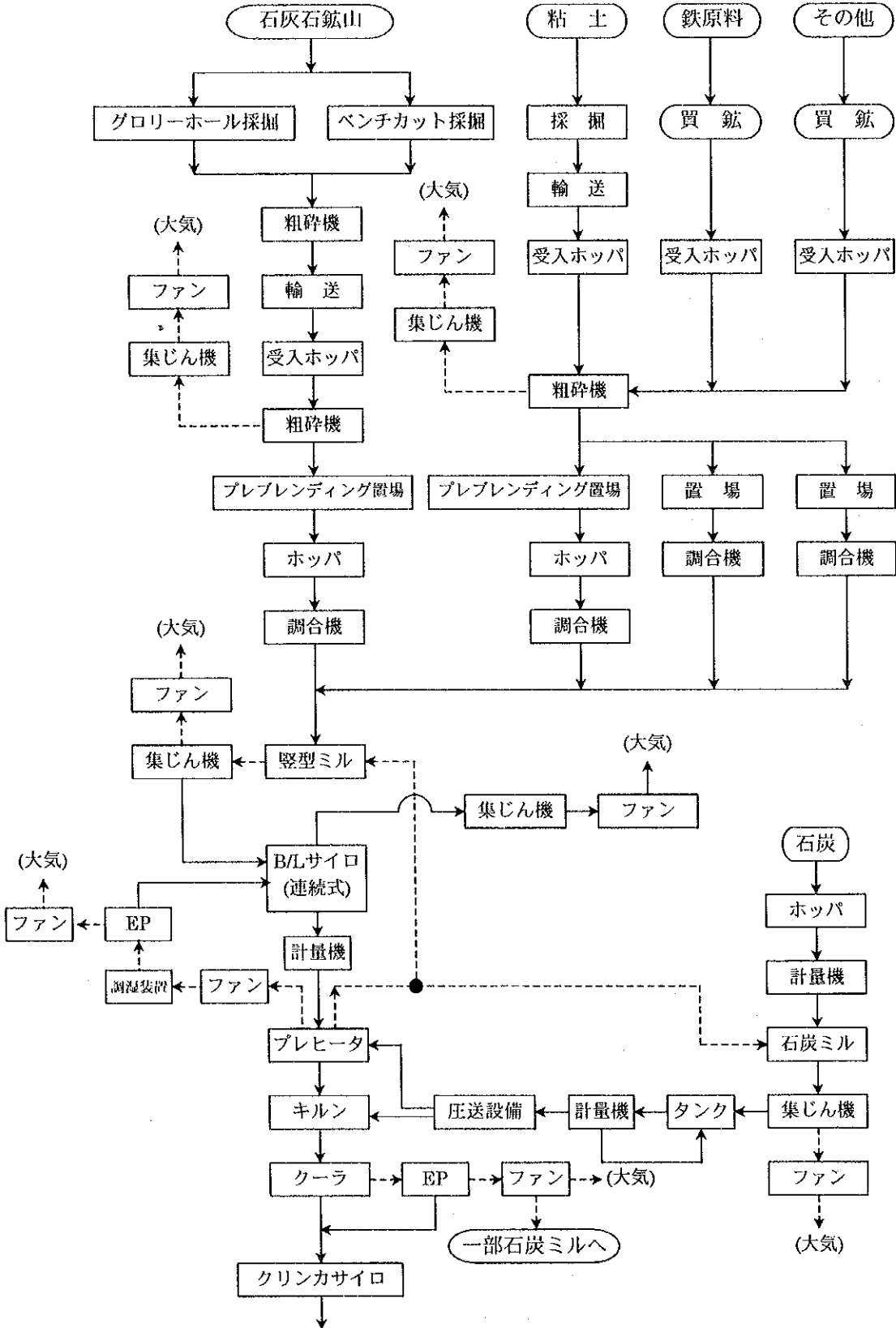
を容易にし、更に広範囲の品質のセメントが生産できるものとする。
また粉砕助剤添加やミル内散水も可能な設備を有するものとする。
またミルの所要動力原単位の低減を目指し、豎型ミル単独粉砕工程も代案として考慮しておく。

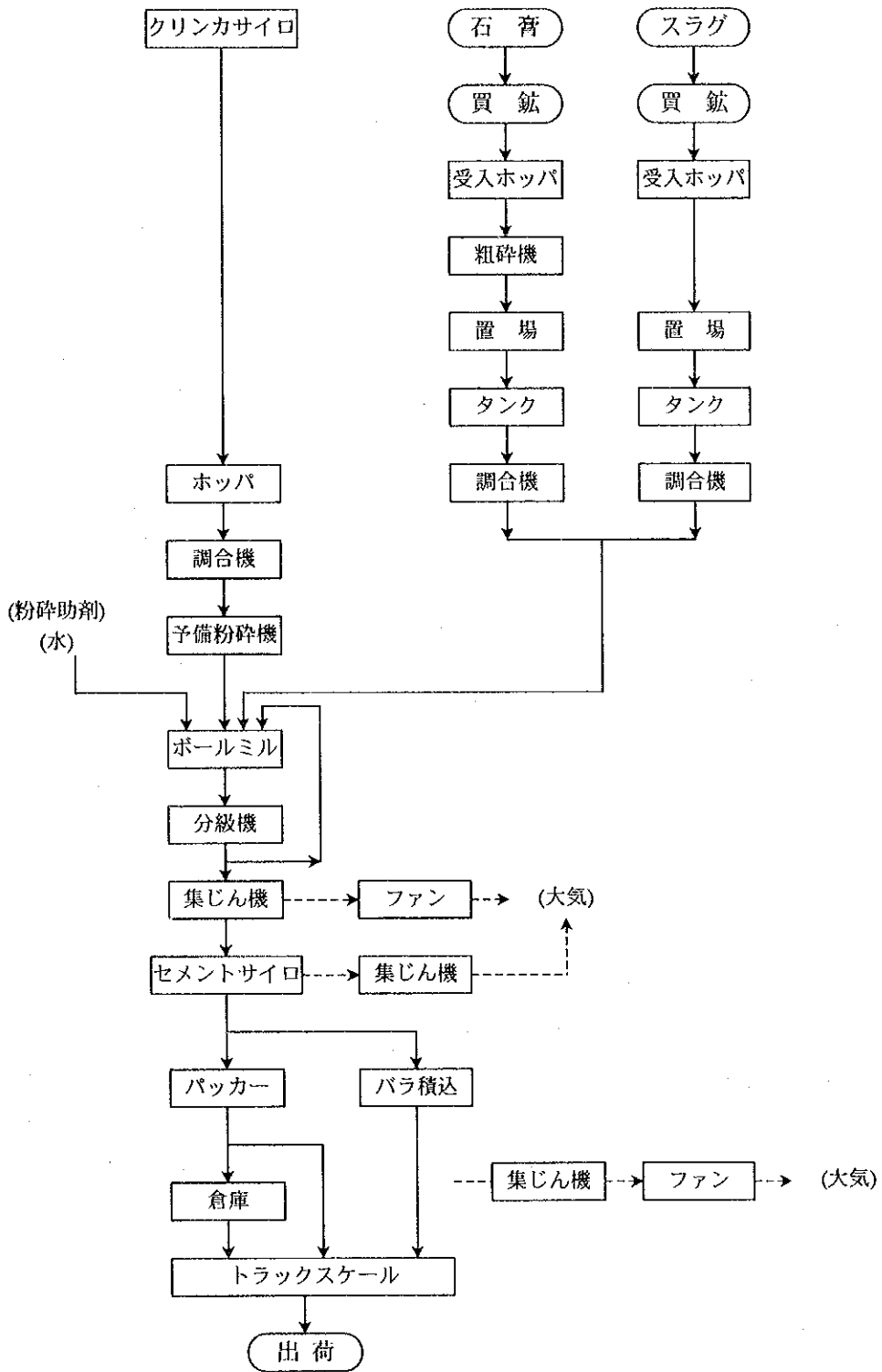
セメント出荷工程はセメント袋及びバラの両方で出荷できる設備を有するものとする。

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 μ 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/m³・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/Nm³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

3,000cm²/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3,000cm²/g以上、または88μm篩残分0%も可能な仕様とする。

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

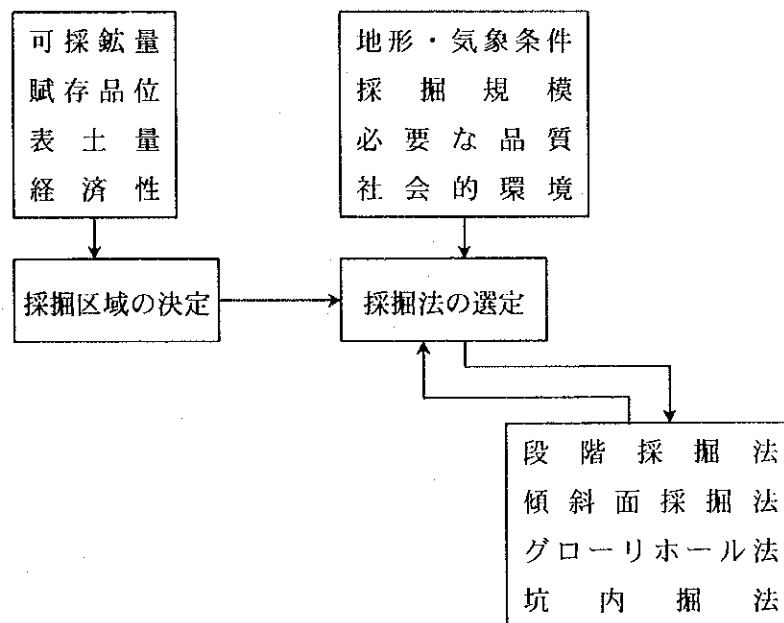
(4) 出荷設備

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/Nm³以下として、各々仕様決定するものとする。

4.3 鉍山

一般に鉍床の採掘方式は、鉍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
(原石を350~150mmに破碎) | } 粗砕・中砕を1台の破碎機で
計画することもある。
(破碎比 7~8) |
| 中砕 - 2次破碎
(粗砕物を150~40mmに破碎) | |
| 細砕 - 3次破碎
(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、運搬するダンプレックの大きさ、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レ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。

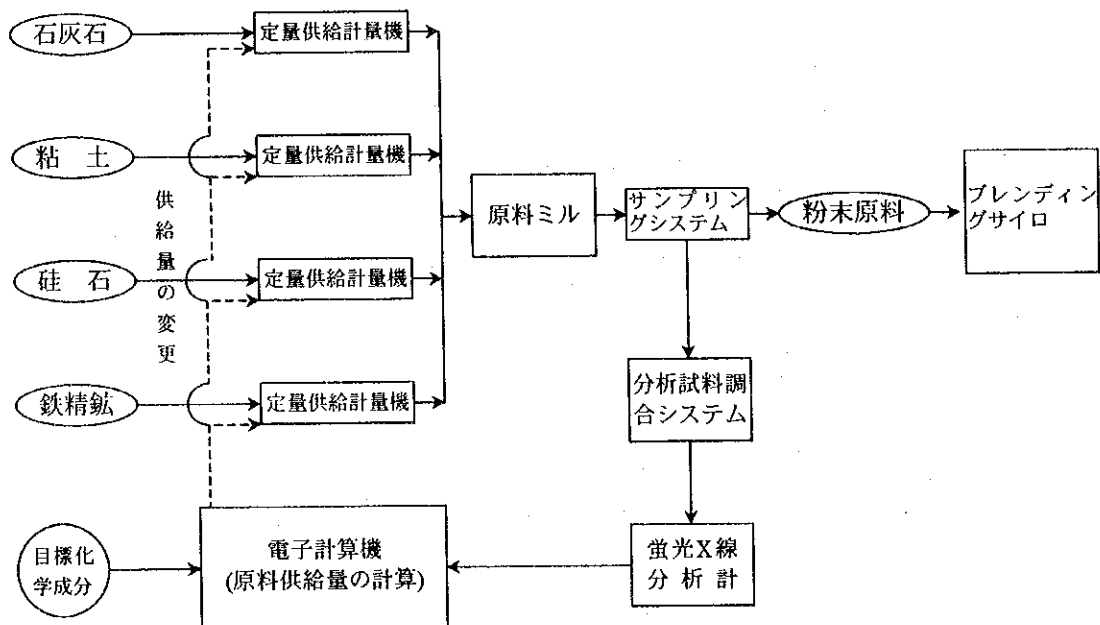
置場(プレブレンディングベット)は並列配列、直列配列型長方形ベットにするのか、または円形型ヤードにするのかは、プラント全体のレイアウトの条件によって決めるものとする。

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、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 及び CaO の4成分または 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 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 原料粉砕

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はその鉱物組成、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ている。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 $88\mu\text{m}$ 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。

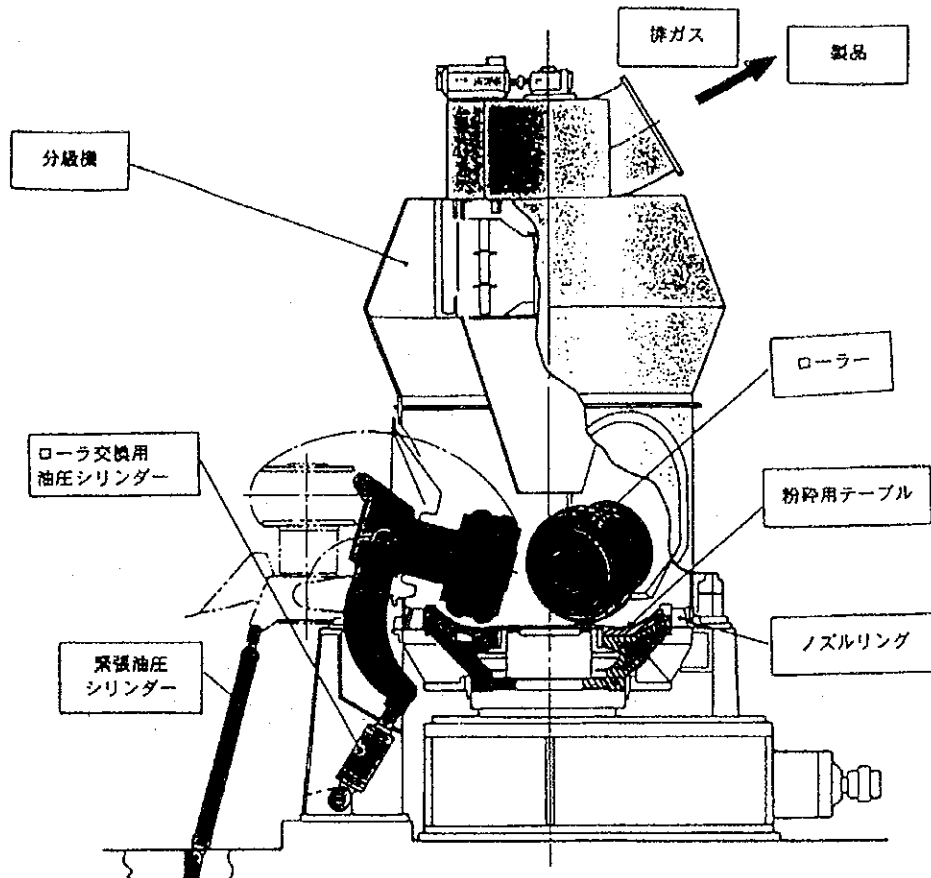
ボールミルを使った閉回路粉砕システムに比較して、竪型ミルシステムの有利な点は、粉砕効率が良く、同時乾燥能力も大きいことである。

更に、同じ粉末度に粉砕する場合、竪型ミルの所要動力はボールミルの約40～50％である。竪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竪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) 粉砕機構の概要

図 4.5.1に縦型ミルの全体外形を示す。以下にこれの粉砕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 粉砕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砕された粉砕物は、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碎物は、細かい粉はミルから排出されて製品となり、粗い粉は粉碎部に戻され再び粉碎作用を受ける。

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 縦型ミルでは、テーブルより上で行われる粉碎・分級から弾き出された粉碎物が、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碎物が、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、落下する碎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、粉碎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、縦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、被粉碎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碎物の粒度分布が広くなることから、特にボールミル1室における粉碎は衝撃による粉碎と断定できる。一方、縦型ミルでは、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、被粉碎物は捻るような力で圧縮破壊される。

(2) 縦型ミルの特徴

ボールミルと比較して、縦型ミルの特徴として下記が上げられる。

- ① 消費動力が少ない。
- ② 設置場所が狭い。
- ③ 送入原料粒度が大きくてもよい(50~70mmまで可能)従って予備破碎コストを節約できる。
- ④ 原料乾燥には、あらゆる熱ガスが使用できる。ミルからの排ガスを循環させてガスの顕熱も再利用できる。
- ⑤ 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作動されるため、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 テーブル周りがある、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 ² での比率	140	100
建物・基礎 m ³ 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プレンディングサイロについて述べる。

エアープレンディング装置は容量数百トンから数千トンのサイロの底部にエアレーションユニットを敷き詰め、このユニット群を4つまたはそれ以上のセクションに分けて、高圧空気を1つのセクションに供給し、残りのセクションには低圧空気を供給する。一定時間ごとに高圧空気を供給するセクションを切替えて、粉末原料の浮遊化、流動化により化学成分の均斉化を図る装置である。

サイロの使用方法によりバッチ式と連続式がある。

<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_x及びSO_x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_x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_x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があるが、クーラ抽気熱風空気だけを用いて燃料を仮焼炉で燃焼させた後、キルン排ガスと混合させる分離型仮焼炉と、キルン排ガスとクーラ抽気を混合して燃料を仮焼炉で燃焼させる混合型仮焼炉に大別できる。

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。

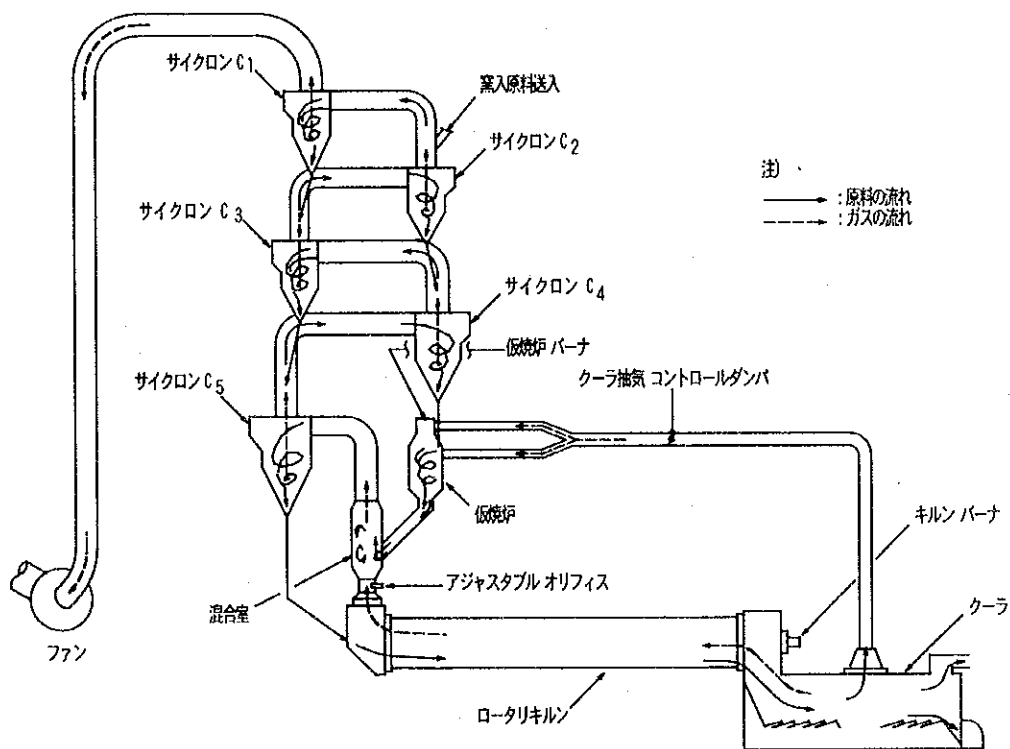
RSPは、図-4.6.1に示すように4段または5段サイクロン、予備燃焼室、旋回流式仮焼炉、混合室、アジャスタブルオリフィス(Adjustable Orifice)から成り立っている。

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、 5.0×10^6 kcal/m².h、φ4.0mで 6.0×10^6 kcal/m².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/m³.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、石炭バーナ、石炭の乾燥・粉砕機、集じん機、ファン、石炭供給機、石炭ピン、粉炭ピン、計量機及び輸送機から構成されている。

粉砕機は縦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

のバーナで燃焼される。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、バ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。予備粉砕機付閉回路粉砕である。

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。

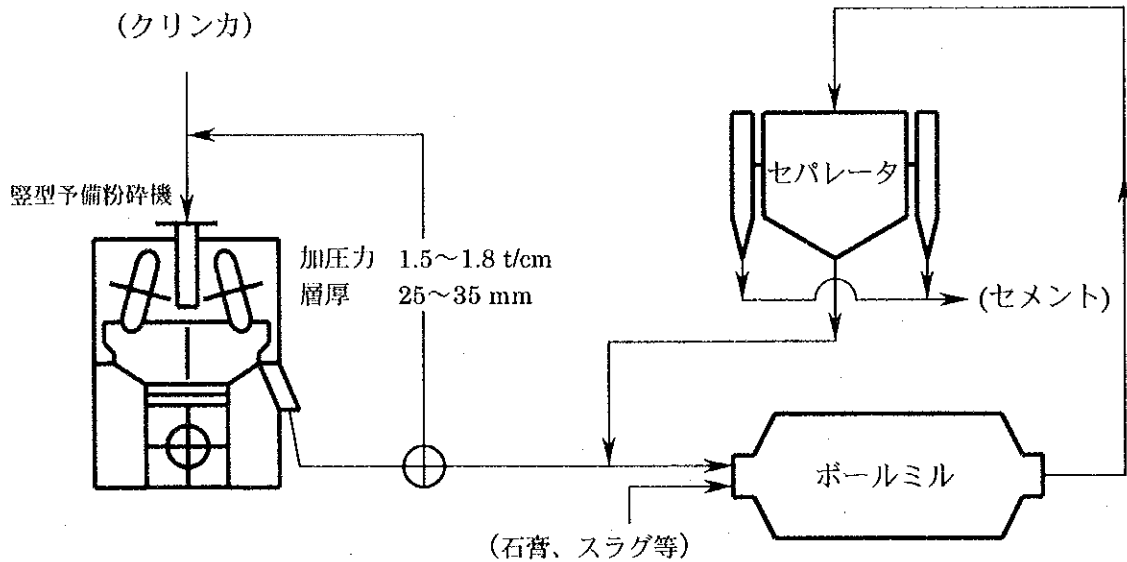
被粉砕物(クリンカ、石膏、スラグなど)は、各々貯蔵タンクより切り出され定量計量供給機にて計量後、クリンカは、予備粉砕ミルへ、混合材(石膏、スラグなど)は直接ボールミルへ投入される。

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。

図4.7.1 予備粉砕機付閉回路方式



予備粉砕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砕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鑄鉄を採用しており、寿命は、20,000時間以上問題なく運転が可能である。

(2) 予備粉砕機

縦型ミルの予備粉砕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砕軌道に導かれ、ローラにより軌道上で圧縮粉砕される。粉砕されたクリンカは、予備粉砕品となり、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個のローラは粉砕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。

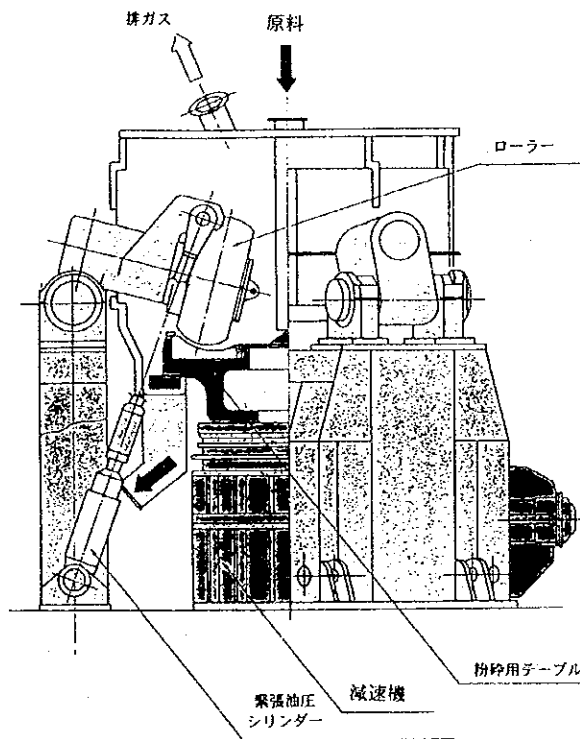
各ローラアームはその下方に設置された2個の油圧シリンダにより発生する加圧力をローラに伝達し、この加圧力とテーブルの回転によりクリンカを連続粉砕する。

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、従来の縦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1.5~1.8 t/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



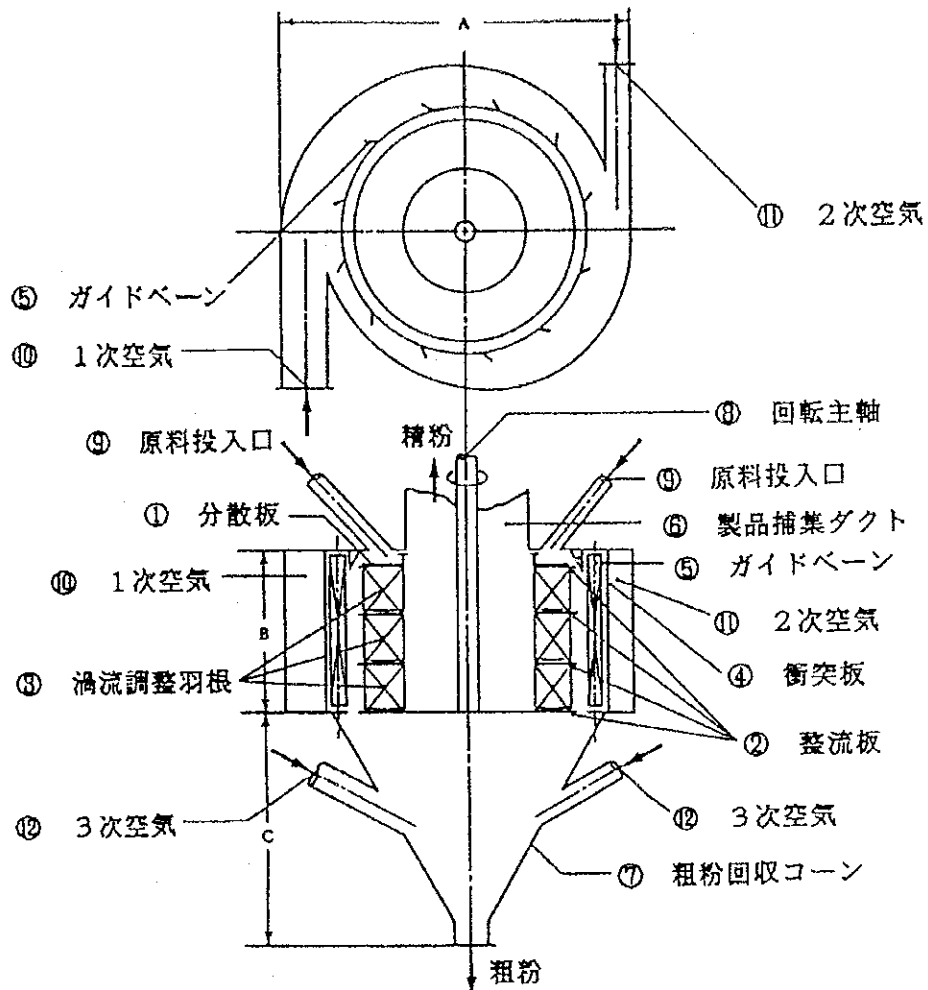
(3) 高効率分級機

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2900cm²/gの普通セメントから5000cm²/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からの流入空気です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、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言うことである。

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

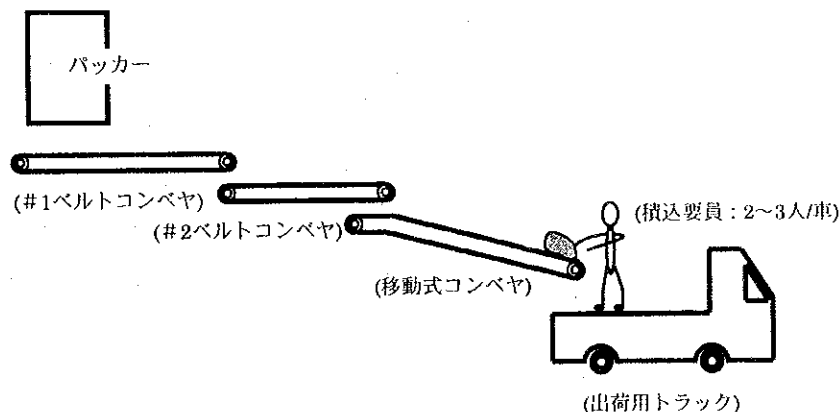
セメント出荷設備の近代化計画の前提条件として、設備計画の前に出荷荷姿の割合を正確に把握または予測する必要がある。そしてパッカ仕様及び台数、またはバラ積設備の仕様台数を決めて行かねばならない。

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溶解装置等の付属設備、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. 生産管理の近代化

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日誌や報告書、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っ

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

5.2 設計管理

セメント工場における設計管理とは設備保全情報の管理にほかならない。効果的な設備保全を実施するために設備保全に関する純技術的諸活動の開発適用あるいは、これら諸活動結果を評価したり改善点を見い出したりするために、設備保全情報システムの確立は不可欠である。これは設備管理の一部ではあるが設計管理として、独立した管理をするならば、次の業務が主体となる。

(a) 設計業務

- ① 個別設備改善設計(調査を含む)
- ② 設計標準図(安全設計基準、共通設備 / 部品など)
- ③ 新規計画設計

(b) 設備資料作成、収集管理

- ① 改善設備設計フォロー及びデータ収集
- ② 既設設備、設計資料の整理及び管理(仕様、各種マニュアル、図面などの整理及び必要資料の作成)
- ③ 設計データ(内、外部)の調査、収集及び整理

上記設計監理で重要なことは設備に関する技術的設計データが正確に早く見い出せるようなシステムにし、保全システムに即反映できるようにすることである。

また、情報量が多くなるとコンピュータ化が考えられる。この場合注意しなければならないのは、他の関連システムと十分な関係付けをしつつシステム作りをすることである。全社トータルシステムの中での保全システム、保全トータルシステムの中の各サブシステムという見方、考え方が大切である。

5.3 調達管理

調達管理システムを構築し、実施していくために組織の中での各人の仕事の内容を明確にして、また各人の役割や分担も明らかにし、権限移譲によって仕事を能率的に進めていくことができるようにする必要がある。

生産及び技術関連についての責任を受け持つ部門と、価格、納期などを交

渉し決定する部門の両車輪を同時にかみ合わせながら、工場の生産管理及び設備管理の効率的な運営の中に組み込まれていくようなシステムとする。

II編 5.2.2項にて基本的な機器購入システムについて提言した。

この基本システムは原則的に全ての購入品に適用することができるが、更に前に進めるためには本システムの範囲拡大と個々のレベル向上が必要である。

(1) 範囲拡大

(a) 共同購入

振興策の重要な方策の一つとしてセクター企業のグループ化を提言している。グループ化のメリットとしてセメントの共同販売による価格、供給力の安定とならび購入品をより安定的かつ安価とするためにも共同購入が必要となる。

共同購入のシステムとしてはグループを構成する企業が打合せ会議をもち、共同で購入先と交渉する方式と共同購入会社を設立しグループを構成する企業は設立した新会社から購入する方式があろう。利益は購入額に応じ分配するなり将来の大合併に備えて新会社で積立てしておくことも可能である。

(b) 在庫共有化（効率化）

グループ化のもうひとつのメリットとして現有在庫品または新規購入品にしてもグループ全体で在庫管理することにより在庫の適正化を図り、在庫の減少が可能となる。これらのシステムも状況に合わせ最適なものを構築すれば良い。

(c) 常備品などの購入システム

現状の改善を進めていく段階で、消耗品や常備品の使用量などのデータが蓄積されてくる。

このデータを基に在庫量、発注時期、発注量を定め確認のうえ半自動的に購入する方式を取り入れると業務の効率化、在庫量の減少などそ

の経済効果は大となる。

当然このシステムは予備品管理システムと大幅に関連を持たせて資材類管理の電子化を同時に進行させると更に効果が期待できる。

(2) レベル向上

(a) 検収能力の向上

技術レベルによるが、購入品受取時及び使用後など厳密に購入品の品質、仕様をチェックすることは当然であるが、不具合発生時の製作者に対するクレーム処置などをシステム化しておく必要がある。

幸い中国においてもISOシステムが普及しつつあり、品質に対する意識が高まっており、購入先の品質管理などのシステムも事前に調査しておくことが必要である。

(b) 納期管理

電子化、作表などにより納入期日がくる前でのチェックが必要である。つまり製作者に対し中間時点における製作状況をチェックするシステムを構築しておくことである。

(c) 発注先の評価

既取引先や新規取引先の評価基準を定め、購入先を評価できるチェックリストを作成することにより、定期的に容易により確実に購入先の選定ができる。

価格だけでなく安定供給、緊急時の対応、納期や品質の信頼性などがチェック項目に該当する。当然ながら取引先の経営状況のチェックは基本的な事項である。

評価基準の例として以下の通りであるが、現状を考慮し比重を変更すれば良い。

品質	40ポイント	不良率の割合で評価
価格	30ポイント	基準価格との差異で評価
納期その他	20ポイント	納期遅延率で評価

利用度や取引年数 10ポイント 回数、年数で評価

(3) 購買システムの電子化

- (a) 購買システム、特に原燃料については生産管理との関係が深い、各原燃料の調達計画は年初に立案され、生産状況により調整することが必要となり、生産計画とのリンクが重要となる。
- (b) 購入依頼書の受付に始まり購入先の選定から発注、納期に到るまでの調達業務の実施に関する各種データの作成と利用が容易なシステムとする。
- (c) 購入品の進行管理、特に納期後れの予防のためのコントロールつまり進行状況がわかるレポートやデータの表示。
- (d) 受入検収から在庫に至る管理とその状況を示すデータの表示

等々が考えられるが、生産管理のサブシステムの一つとして構築すれば良く、パソコンベースで可能な程度で考えれば良い。

いずれにせよ、購買システムの電子化は生産系の電子化（CIM）が構築された段階でよく少なくともセメント生産量年間100～200万トンの生産レベルに達した以降となろう。

5.4 生産計画と工程管理

(1) 生産計画

(a) 生産計画策定

販売部門からの品種別需要想定数値をもとに出荷計画を作成、四半期ごとに修正し生産計画におりこむ。

b) キルン運転優先順位

キルン生産工程が需要を上回る場合、エネルギー原単位など製造コストが個々に異なるので当然優先順位が存在する。

生産すれば全て販売可能な状態が継続できれば、絶えず最大生産量の確保に注力するだけよいが、将来の需給バランスの変化などを考慮すると本来の生産計画策定の手順としては顧客第一の発想で計画すべきである。

(c) 設備整備計画

安定出荷のためには安定生産が必要である。従って工場設備は定期的に修理を行うことにより、突発的に生産停止することが減少する。複数のキルンを出荷状況に合わせて定期修理、定期点検の実施を運転計画におりこむことが必要であろう。

(d) キルン最適運転計画と販売調整

キルン定期修理計画、優先順位運転計画を勘案して最適運転(コスト最少化)を計画するが、販売状況、設備故障などにより計画変更の必要が多く発生する。従って、販売部門と生産部門は定期的に打ち合わせを行い変化に対応する必要がある。

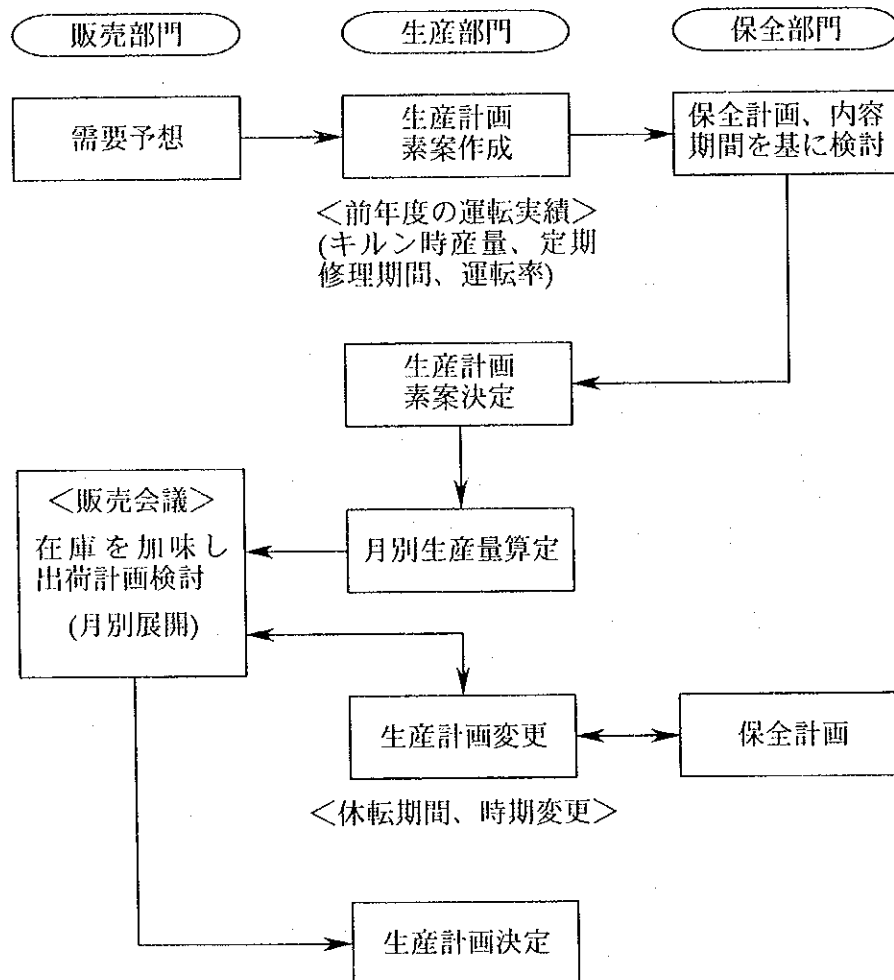
(e) 生産工程シュミレーションシステム

生産コストを低減するためにはできるだけ安価な電力(夜間電力)で生産することが有利である。

クリンカやセメントの在庫量、各機器の能力、修理計画、電力原単位、電力使用条件を基に出荷を優先しながら最適運転計画を策定することが重要で、コンピュータを使用したシュミレーションシステムの導入も考えられる。

また、データベース化されることにより、計画部門だけでなく販売部門、製造部門とも現状認識が共有化でき変化にすばやく対応できる。

(f) 生産計画確定手順



(g) 生産実績管理

既に第II編5.2.4の改善項目の中でデータの一元化と整理について提言したが、さらなる近代化が進むとデータ類や管理項目がより複雑化してくるし、しかも少人数で対応することになる。

従って、PC-LANによる工場内コンピュータ管理システムを導入すれば、データの一元化、加工が容易になり生産管理全体システムのレベルアップが望める。

(2) 工程管理

- (a) 生産に関わる計画値と実績値の差異分析を深める必要がある。
工程上どの部分に問題があり、その対策を4Mの項目(材料、設備、方法、人)にわたって詳しく分析し、対策案をたて実施し、その結果をチェックしていかなければならない。
- (b) 原料成分特に微量成分(アルカリ、MgO、Clなど)を管理していくなどが必要となる。
特に近代化されたNSPではサイクロンやキルン内部でのコーティング付着や易焼成性、被粉砕性に影響を与えることがある。
- (c) プロセス総合調査

プロセス技術専門部門または外部専門家によるプロセス総合調査をキルンごとに実施すると大きな効果を生むことになる。

特に外部専門家の招聘は自社内で行うあまさを防止する上で有効であり、自社で既に判明していることで実施していないこと(知っているができない)や内部事情で実施できないことなど実際は最も容易で効果の大きなものがあるケースが多く、部外者の活用を図るのも一つの方法である。

(3) 生産管理におけるコンピュータ化について

セメント工場でのCIM(コンピュータによる生産管理)は大きくは工程の自動制御と情報の整理と活用に二分されるが、以下のサブシステムを有する設計となる。

- ① 工程の自動制御
- ② 品質の自動制御(原料成分調整など)
- ③ 工程情報のデータ一元化と帳票類の作成
- ④ 設備管理(保全E.D.P.S)
- ⑤ 資材(在庫)管理

①②が自動制御に関わるシステムであり、管理系では工程に直結した③の

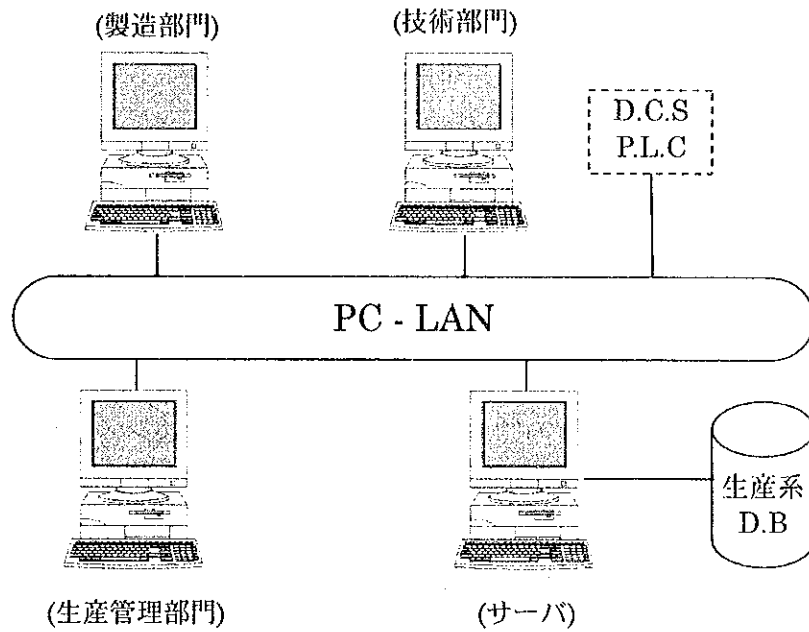
システム(データの自動入力含む)と状況により分離可能な専門部門で管理する④⑤とに区分されることになる。本項では、管理用システムの構築に関わる項目について提案する。

(a) 工程情報管理システム

① データの一元化

- 現在は工程や生産の状況は車間で原始記録に記述され整理を行っている。近代化された設備では現場に設置したセンサー類や制御装置から自動的に送信され、管理用コンピュータの基本データとなる。
- データの一元化とは自動的に送信・蓄積されることを意味するものではなく、人が入力するにしても、工場管理用としてのデータ類は一つのD.B(データベース)のもとに必要な応じ加工し使用できる状況にすることである。
- セメント工場のD.Bは現在のコンピュータ技術、ハードウェアではパソコンレベルで充分対応可能である。
工程、生産D.Bは製造部門と技術部門、生産管理部門に汎用パソコンで構築するPC-LANを設置することでよく、コスト的にもさほど高価なものではない。
計装・制御レベルの近代化が遅れた場合、現場入力人間で手入力すれば良い。

② システム構成図



③ システムの入出力

担当部門	入力	出力
製造部門 (車間)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転実績 (運転時間、生産量など) ・ プロセスデータ (温度、圧力、使用量積算など) 	日報、月報 運転状況推移図
技術部門		プロセス解析 運転状況推移図
生産管理部門	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転計画(予定) ・ 基準原単位 	日報、月報、年報 運転率、夜間運転率 計画 — 実績差異

(b) 設備管理システム

① 設備履歴管理

設備表に記入されている全てのデータを入力し、更に過去の故障や修理の記録を付加することで基本のD.B(データベース)が完成する。

これは設備管理の他のサブシステムのもとになる項目であり、作成に時間と労力を要するが全体システム構築前に作成する重要な作業となることはもとより、日常のシステム保全を着実に行うことが信頼性の向上につながる。むしろシステム保全が完全に行われないとシステム全体が使用できなくなる。

② 設備状況監視システム

現場機器(主要機器)の軸受の温度と振動、負荷状況をD.B内にとりこむことにより、設備診断、劣化予測などを行い故障の未然防止を図るものである。

設備費が高価であり、当面は手入力するシステムでスタートすれば良い。

③ 保守点検指示機能

①で作成された基本D.Bから保全基準時間と稼動時間を比較し、タイムベース保全が可能となることから、次期定期修理時実施予定項目を事前に予告することができる。更に②項の入力システムがあればコンディションベースの保全と合わせ保全体制の強化につながる。

④ 保全部品管理機能

D.Bに各設備の部品仕様まで取り込んでおくと、各部品の寿命などの管理も可能となり、在庫管理システムが完成した後はリンクさせると在庫状況、発注業務など保全部品管理機能も完全となるが、まず定期修理時の部品事前準備ができる程度のシステムを構築すれば良い。

⑤ 軸受などの寿命予測機能

振動値(自動入力 or 振動計(レコーダ付)からの直接入力)を解析し、軸受の寿命予測を行う機能で比較的安価な設備投資でよく主要ファンなどの管理に有効である。