

## 2.1.1 原材料受け入れの現状

### (1) 原材料の種類

沈降炭酸カルシウムの主原料は石灰石と無煙炭である。とくに石灰石はその品質の良否が沈降炭酸カルシウムに大きな影響を与える。鉄、アルミニウム、マグネシウム、珪素などの異元素の混入は焼成工程で生成する生石灰の物性を悪くし、その結果製品の炭酸カルシウムの品質にも影響する。

超細炭酸カルシウムについては、このほかに表面処理剤が必要である。そのほか無機添加剤を使用しているが、沈降炭酸カルシウムの製造に必要不可欠な要素として用水がある。

### (2) 石灰石

石灰石は産出する鉱山によって、その品質が異なる。本廠では高品質の「白石」とそれに比較すると外観のよくない「黒石」とに大別して管理、使用している。

本廠が使用している石灰石の品質を表 2-4に示すが、「白石」は沈降炭酸カルシウムの製造に適した高品質の原料といえる。

南甸鎮産石灰石（「白石」）は、本廠から75km離れた本溪県南甸鎮から鉄道貨車で運ばれ、豆腐溝産石灰石（「黒石」）は近くの豆腐溝からトラックで輸送している。石灰石の年間受入量・輸送方法・価格などをまとめて表 2-5に示す。

「白石」と「黒石」との使用比率は変動しているが、1992年の生産月報の調査では「白石」：「黒石」の比率は100：5～50であった。過去の平均的な使用比率は100：30ということである。

表2-4 石灰石の品質

種 類	本 溪 県 南 甸 鎮 産 石灰石（「白石」）	本 溪 市 溪 湖 区 豆 房 溝 産 石灰石（「黒石」）
項 目		
外 観	白色石灰塊 斑模様なし	灰色石灰塊 斑模様なし
純 度 %	98	96
塩 酸 不 溶 物 %	≦1	≦2
炭 酸 マ グ ネ シ ム %	≦1.5	≦1.5
鉄・アルシ化物 %	≦0.18	≦0.20
マ ン ガ ン %	≦0.0045	≦0.0045
燐・硫黄	微 量	微 量

表2-5 石灰石の受け入れ  
(表1-4から再編集)

	石 灰 石 (「白石」)	石 灰 石 (「黒石」)
産 地	本 溪 県 南 甸 鎮 (本廠から75km)	本 溪 市 溪 湖 豆 房 溝 (本廠から 2km)
調 達 先	本 溪 市 化 工 鋳 業 総 廠	本 溪 市 化 工 鋳 業 総 廠
輸 送 方 法	鉄 道 貨 車 輸 送	ト ラ ッ ク 輸 送
年 間 受 入 量 t	24,000	8,000
石 灰 石 単 価 元/t	40	16
運 賃 元/t	20	10

本廠内に搬入された石灰石は写真 2-6に示すように露天で保管し、必要量が焼成炉に横持ちされる。

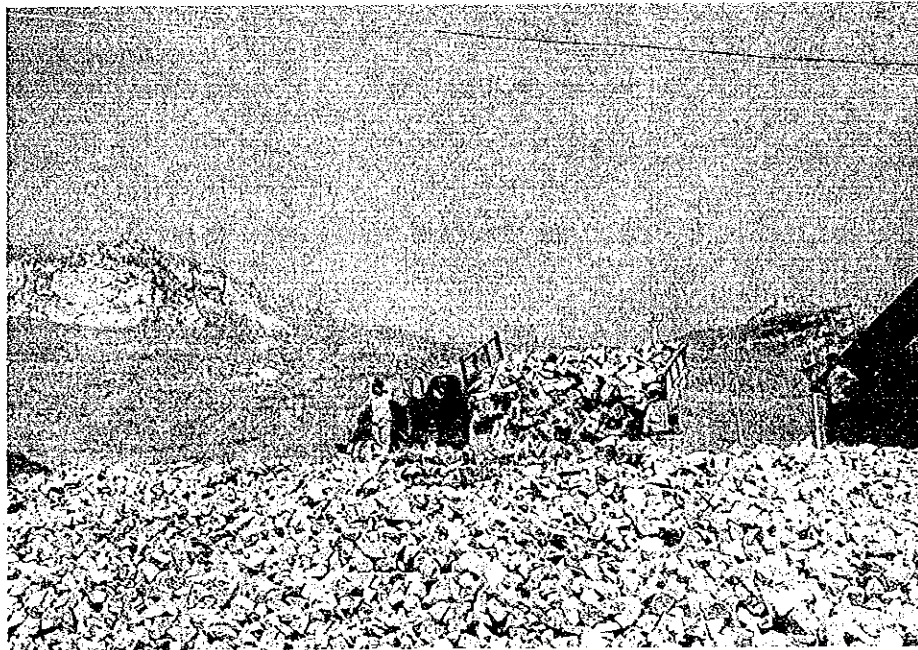


写真 2 - 6 石灰石の受け入れ

(3) 無煙炭

沈降炭酸カルシウムの原料としての石炭は、無煙炭が使用されている。これに対し有煙炭はボイラー燃焼として使われる。使用しているそれぞれの石炭の品質を表 2-6に示す。

表 2 - 6 石炭の品質

項目 \ 種類		無 煙 炭	有 煙 炭
		(焼成炉燃料)	(ボイラー燃料)
外 観		黒色塊、光沢あり	黒色塊
揮発分	%	≤15	≤25
発熱量	kcal/kg	6,500	6,500
固定炭素	%	≥60	—

無煙炭の現物を現地でみた限りきわめて良質の原料炭と思われる。炭塊の大きさは50～100mmある。表2-6の発熱量6,500kcal/kg (=27,300J/g) はやや低い値であるが、他の資料にも同程度の値がみられる（「質問書答案」では23,000 J/g）。

無煙炭は、本溪县に産出する。本廠から60km離れたソーダ廠鎮から鉄道貨車で火連寨駅まで運ばれ、トラックで廠内に搬入される。輸送関連情報を表2-7に示す。写真2-7は石炭の受け入れ・貯蔵状況である。石灰石の露天貯蔵場所に隣接して保管されている。

表2-7 石炭の受け入れ  
(表1-4から再編集)

項目 \ 種類	無煙炭
産地	本溪县ソーダ廠鎮 (本廠から60km)
調達先	本溪市燃料公司
輸送方法	鉄道貨車輸送
年間受入量 t	6,000
石炭単価 元/t	120
運賃 元/t	30

焼成炉に投入する石灰石に対して、焼成燃料・炭酸ガス原料として供給する無煙炭の比は、バラツキが大きい。近年の両原料の購入量や生産月報の数値から推察して（石灰石・無煙炭の投入量比は）100：13～20である。因みに表2-6および表2-7の数値を使えば100：19 (=32,000：6,000) である。

両原料の輸送は、石灰石「白石」と無煙炭を鉄道貨車で、石灰石「黒石」をトラックで行っている。鉄道貨車の場合、火連寨駅の貨物ホームまでわずか500mであり、輸送能力も大きい。トラック輸送は近距離および上記の横持ち輸送（駅から本廠まで）が基本であるが、既存のトラックの運送量は限界に達している。

現在、鉄道輸送量は約5万トン/年、トラック輸送量は約1万トン/年である。

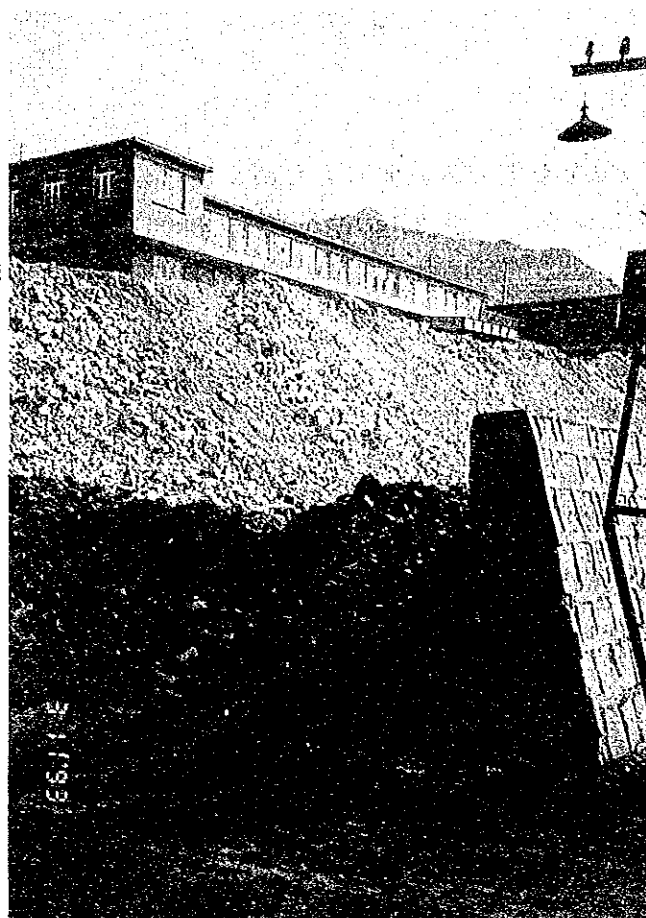


写真 2-7 無煙炭の受け入れ

(4) 表面処理剤

超細炭酸カルシウムの粒子表面を被覆する表面処理剤は、その原料である高級脂肪酸および樹脂酸を外部から購入し、本廠内で苛性ソーダ (NaOH) による鹼化を行っている。

表 2-8 表面処理剤原料の受け入れ

(表 1-5から再編集)

原料名	脂肪酸 <sup>1)</sup> (BG 305用)	樹脂酸 (BG 303用)	苛性ソーダ (鹼化剤)
品質等級	1級	1級	—
調達先(産地)	沈陽油脂化学廠	本溪五交化公司 (河北省石家庄)	草河口化工廠
荷姿	超細炭酸カルシウム	超細炭酸カルシウム	タンクローリ
年間受入量 (t)	20	3	—
単価(元/t)	6,000	800	1,200

注1) ステアリン酸 $C_{17}H_{35}COOH$ が主成分である。

## (5) 用水

沈降炭酸カルシウム製造に重要な用水は、本廠から 2kmほど離れた河川から地表水を一旦高所にある貯水槽に汲み上げ（写真 2-8）、配管で本廠内加圧ポンプ室の40立方メートル貯水槽に送り込み、そこから各生産工場へ供給している。給水能力は125トン/時で給水圧力は0.3MPaである。水質は生産用水として適している。

他の供給源は本廠内の 2ヶ所の深井戸である。給水能力は70トン/時（35トン/時×2）、給水圧力は0.3MPaで主として生活用水である。

以上合計195トン/時の給水能力がある。現在の用水使用量は 30~40トン/時である。因みに軽質炭酸カルシウム2万トン/年、膠質炭酸カルシウム1万トン/年の生産では、水を循環使用しない場合で、140トン/時程度の用水が必要となる。

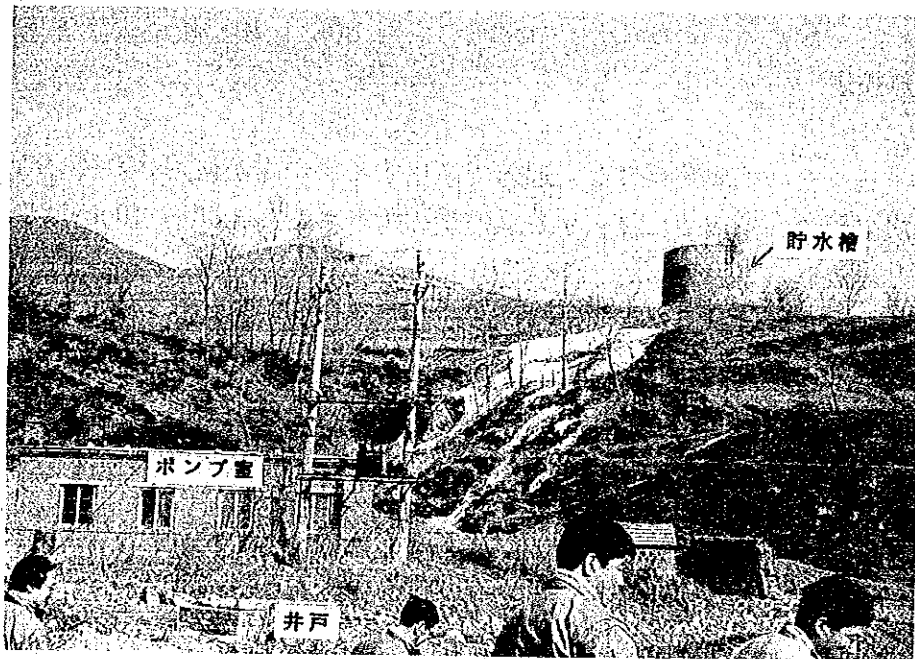


写真 2 - 8 河川水取水場付近

## 2.1.2 原材料受け入れの問題点

### (1) 石灰石

本廠では原料石灰石として「白石」と「黒石」とを混合使用しているが、沈降炭酸カルシウムとくに膠質炭酸カルシウムの製造には「白石」のみを使用することが望ましい。「白石」が計画どおりに入荷しない場合、本廠に近い豆腐溝の石灰石鉱山から「黒石」を購入するということであるが、原料石灰石の調達・在庫管理を徹底し、そのような事態は未然に避けるべきである。

炭酸カルシウムが工業材料として生産量を伸ばしてきた背景には、基本的な物性向上機能のほかに、価格が安く白色度が高いことにあるから、製品の白色度は極めて重要な要素と考え、品質第一の生産をしなければならない。

購入する原料石灰石の大きさも問題である。大きすぎる。少なくとも本廠が規定する 150mm～200mmの大きさのものが納入されるようにすべきであろう。石灰石や無煙炭の大きさは焼成の効率・生石灰の品質にも影響するものである。

### (2) 無煙炭

石灰石の焼成燃料には、近郊で産出する無煙炭が使用されているが、良質の石炭である。焼成炉に投入する無煙炭の大きさとして50～100mmはやや大きすぎると思われる。

### (3) 表面処理剤原料

表面処理剤は、その原料を外部から購入して自製しているが、原料の高級脂肪酸は高級飽和脂肪酸であるステアリン酸の含量が多いもののである。そのためこれを苛性ソーダで鹼化して生成する表面処理剤の曇点 (cloud point) が86℃と高すぎる。曇点については第4章で詳しく説明する。

もうひとつの表面処理剤は、樹脂酸を同様に苛性ソーダで鹼化してつくっているが、樹脂酸の場合はナトリウム塩よりプラスチック・塗料・印刷インク・シーラントなどの用途別の機能性からみてカリウム塩にした方がよい。樹脂酸カリウムとして調達できれば一番よい。

#### (4) 用水

用水（河川水・井戸水）は、水質・水量ともに超細炭酸カルシウムの製造に適した水と考える。

ただしボイラー給水としては十分に軟水化して使用する必要がある。ボイラーの蒸発能力が設計能力4トン/時・基の半分程度にまで低下していることから、ボイラーの保全状態と用水の検査が必要であろう。

#### 2.1.3 焼成工程の現状

- (1) 石灰石と無煙炭は一定の大きさに小割り調整し、計量・配合して焼成炉頂部から炉内に均一に分散・投入する。

焼成炉は縦型のシャフトキルンで、原燃料の供給方式がスキップ付きの1号炉（80m<sup>3</sup>）、2号炉（100m<sup>3</sup>）と原燃料投入器をエレベーターで持ち上げる方式の3号炉（70m<sup>3</sup>）と4号炉（70m<sup>3</sup>）がある。現在は2、3、4号炉が稼働している。図2-2に焼成炉（1号炉）の概略図を、写真2-9に焼成炉群の外観を示す。



写真2-9 焼成炉群外観



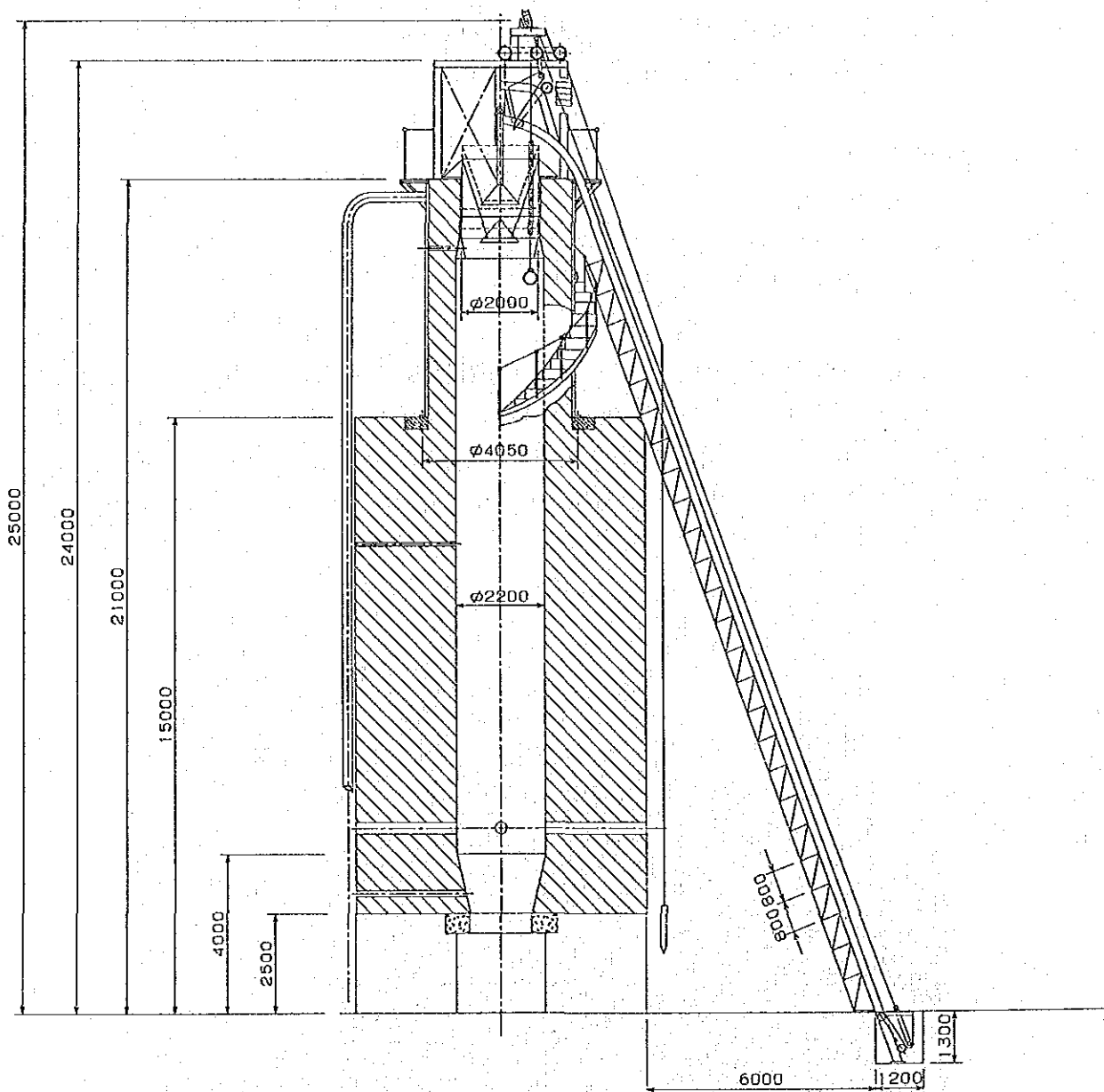


图 2-2 烧成炉概略图 (1号炉)

原燃料の供給はスキップ方式・原燃料投入器のエレベーター方式とも 1バッチ毎に石灰石／無煙炭／石灰石の 3層重ねにしている。写真2-10は原燃料投入器から石灰石・無煙炭混合物が焼成炉頂部に投入される場所である。原燃料の投入間隔は各炉とも 2時間である。



写真2-10 原燃料投入器

焼成炉底部から燃焼に必要な空気がブローア (blower) で送り込まれ、無煙炭の燃焼熱で石灰石の熱分解が進行する。焼成炉内に空気を炉内半径方向に分散する分配器は内蔵されていない。炉内は上から予熱層・焼成層・冷却層に分けて考えることができる。焼成層の温度は 900～1,100℃に制御することになっているが、温度計が設置されていないので、実際には作業労働者の勘に頼るしかない。

石灰石は生石灰と炭酸ガスに分解し、焼成層で発生した炭酸ガスを含む燃焼ガスは予熱層で原燃料と直接熱交換する。予熱層を経て焼成炉から排出する燃焼ガスはサイクロンで除塵し、スクラバーで水洗浄化した後、往復駆動型の圧縮機で加圧の上、炭酸化反応塔に吹き込まれる。このときの炭酸ガス濃度は、炭酸ガスの発生源である燃焼無煙炭を比較的多量に使用している（石灰石に対して約20%）にもかかわらず、15～20%と希薄になっている。

生石灰は焼成炉底部の冷却層を経て、生石灰排出機から2時間毎に取り出される（1号炉）。このあと振動ベルトに送られ、手作業で不純物が選別・除去されている。炉底部に、原料（石灰石、冷却層では生石灰）の下降移動を均一にするための火格子は設置されていない。

- (2) 焼成工程の主要な操作条件（調整指標）は以下のとおりである（「軽質炭酸カルシウム生産技術規定および操作法」、以下「生産技術規定」と略す）。

石灰石塊径	80～ 150mm
無煙炭塊径	50～ 100mm
石灰石：無煙炭比率	1：0.1～0.16
投入高さ	炉頂部から50cm離す
予熱温度	400～ 600℃
燃焼温度	900～ 1,100℃
排出炭酸ガス温度	200℃以下

しかし前に述べたように実際に使用されている原燃料の塊径はこれより大きいもの（200～400mm）もあるし、炉内温度も測定されていない。

#### 2.1.4 焼成工程の問題点

- (1) 焼成炉に投入される石灰石・無煙炭、とくに石灰石の大きさが問題である。搬入された石灰石は一定の大きさに粉碎されるが、それでも200～400mmの大きな塊が多く見受けられる。小割り作業を強化し、少なくとも「生産技術規定」に定められた大きさにしなければならない。

焼成炉内底部に燃焼用空気の分配器が設置されていない現状では、余り細かくすると通風抵抗が大きくなり、過焼品と生焼品とが混ざって排出される恐れがある。しかし現状の石灰石の大きさでは、生石灰の品質にも燃料原単位（無煙炭の投入量）にもよくない。

原燃料を投入する1バッチ毎に石灰石/無煙炭/石灰石の3層重ねにしている方法は、原料塊の大きさにかかわらず、継続すべきよい方法である。

- (2) 焼成炉の工程トラブルとして、過焼現象と生焼現象が頻繁に発生し、毎回10～12日間も続くこと、焼成炉の壁に原料が焼結して塊が付着してしまう現象が毎年1～2回発生することが記載されている。この現象を防止するのが焼成工程改善の課題である。
- (3) 炭酸化反応塔に導入する炭酸ガスの濃度が15～20%とかなり低いのは問題である。炭酸ガス圧縮機より前で余分な空気を系内に吸い込んでいることが考えられる。日本では炭酸ガス濃度は20～40%の間で管理されている。
- (4) こうした異常な状況を発見するためにも、製造の全工程にわたる物資収支図は必要なことで、これが完成されていないのは基本的な問題として指摘できる。
- (5) 焼成炉頂の炉内圧力が正圧（プラス）なのは、作業員が一酸化炭素中毒する危険性がある。一酸化炭素中毒災害は少量の一酸化炭素の吸入でも瞬時に危険な状態になるので注意する必要がある。
- (6) 焼成炉内の状態を把握する計測機器が設置されていない。操作条件（調整指標）を設定してあっても計測機器がなければ、操炉はできても管理はできない。
- (7) 生産管理の範疇であるが、各工程とも受け入れ基準・操作条件・操作標準・品質基準など各種の規定があっても、これらを遵守させる管理体制・測定機器の設置・維持管理ができていない。

### 2.1.5 水化工程の現状

- (1) 焼成炉から排出され選別された良質の生石灰は、手押車に入れて秤量したのち、手作業で拳大くらいに小割りし、水化槽へ投入する。水化槽へは生石灰 300kgを入れたあと水 3トン进行注水し、循環と機械攪拌を併用して水化、石灰乳とする。石灰乳は濾過後液体サイクロンで石灰石や未水化の生石灰・石炭・砂などの粗粒を除いてから石灰乳槽へ送られる。その後さらに液体サイクロンで残渣を取り除いてから炭酸化工程へ供給する。

写真2-11は超細炭酸カルシウム工場の水化槽である。

- (2) 石灰乳の濃度は  $8^{\circ}$  Béが規定されている（「企業診断資料」）。

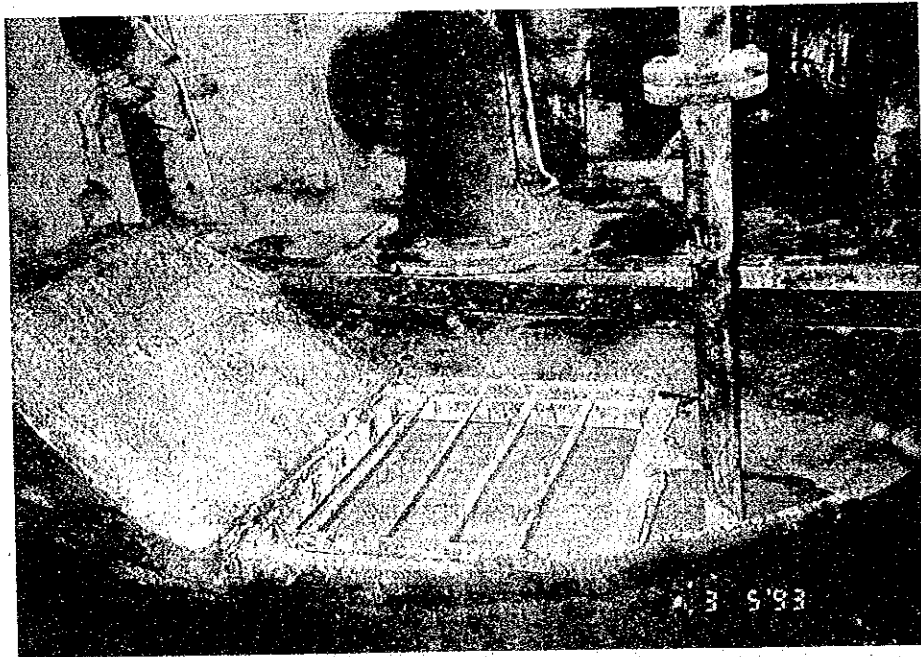


写真2-11 水化槽

### 2.1.6 水化工程の問題点

- (1) 超細炭酸カルシウム工場での水化反応は、回分式反応槽で行われているのに対して、軽質炭酸カルシウム工場ではロータリー式水化機で連続的に処理されている。反応型式によって水化反応の本質は変わらないし、第4章で述べるように、調査団は膠質炭酸カルシウムの製造を目標とする近代化計画のなかで、水化反応は既存のロータリー水化機を利用すべきである（十分利用できる）と考えているので、水化工程の問題点は、2.2.2 軽質炭酸カルシウム製造の問題点とその改善の項で詳述する。ただしこれを実現するには、原料石灰石を「白石」に限定するなど調達・在庫管理とも絡むので、現状の超細炭酸カルシウム年間 1,000トンの生産は、それまで現行方式で継続される。
- (2) 第4章の近代化計画で述べる改善方策は、以上のような経緯からロータリー水化機を前提にしているが、改善の考え方は回分式反応槽にも適用できる。

### 2.1.7 炭酸化工程の現状

- (1) 前工程で石灰乳濃度 8~12° Be、温度20~30℃の精製石灰乳を計量槽で計量後、これに塩化アルミニウム ( $AlCl_3$ ) を0.03%添加し、炭酸化反応塔にポンプで移す。塔底部から炭酸ガス濃度20%程度の炭酸ガスを導入して 1.5~ 2.0時間かけて炭酸化反応させる。
- (2) 炭酸化工程の主要操作条件は以下のとおりである（「企業診断資料」）。

炭酸ガス濃度	20%
炭酸ガス流量	10m <sup>3</sup> /min
反応液量	1.75m <sup>3</sup> /BT
反応温度	20℃以下
反応時間	2~2.5時間

実際の操作は、これより少しずれていることは上に見られるとおりであるが、設定条件の値も資料によって少しずつ異なっている。

- (3) 超細炭酸カルシウム製造用の炭酸化反応塔は全部で 4基ある。反応液量と反応塔の形状から有効反応容積部分の液深／塔径比 (L/D) は約 3である。  
反応塔の概略図を図 2-3に示す。反応液表面の上方に空間部をとるから、反応塔と呼ぶに相応しい形状をしている。
- (4) 反応塔壁のジャケット内に冷却水を通して、塔内反応液を冷却し塔上部から貫通する攪拌機で攪拌して、反応温度を制御している。しかし温度記録計は見当たらない。
- (5) 炭酸化反応の終点は、反応時間が規定時間に達する前に反応液の液性 (pH) をフェノールフタレイン指示薬で検査し、経験的に決定している。
- (6) 焼成炉から出た燃焼ガスの精製処理については、焼成工程のところで簡単に述べたが、炭酸化工程に含めて、ガスの洗浄・圧縮工程をやや詳しく述べる。  
焼成炉から発生した高温の炭酸ガスはサイクロンで第一次の除塵が行われ、次いで水スクラバーでガスの冷却と同時に微細な塵粒子の除去および一部ガス成分の吸収が行われる。精製された炭酸ガスは気液分離器で同伴する水分を落とした後、往復駆動型圧縮機で圧縮し、油分離器を経て反応塔に導入される。

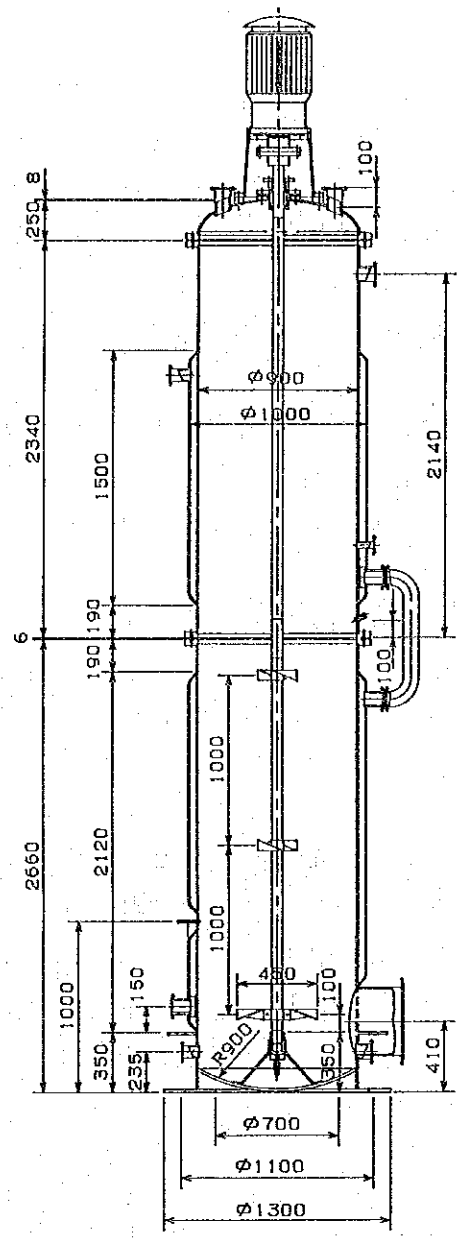


图2-3 炭酸化反应塔概略图



## 2.1.8 炭酸化工程の問題点

- (1) 膠質炭酸カルシウムを製造する目的からみると、まず反応器の形状が問題になる。膠質炭酸カルシウムは軽質炭酸カルシウムと粒子の形も大きさも異なることは説明したが、その差異は炭酸化工程で決定される。膠質炭酸カルシウムを製造するためには水酸化カルシウムと炭酸ガスの反応速度を相対的に速くし、結晶を成長させないことである。

塔型式の反応器は、炭酸ガスの利用率がよく、結晶が紡錘型に大きく成長する軽質炭酸カルシウムの製造には有効である。しかし立方形の微小結晶である膠質炭酸カルシウムの生成には不向きな条件を提供することになる。
- (2) 結晶の晶癖を制御するために、少量の塩化アルミニウムが添加されているが、少量でもなるべくなら添加しない方がよい。製品炭酸カルシウムの末端の用途で、思わぬ影響がでることがある。しかし一般にはそこまで予測できないから、無添加に越したことはない。
- (3) 炭酸ガスの導入管は、塔底部側壁で塔本体に接続し、塔の中心部までは挿入されていない。塔頂からの機械攪拌によって炭酸ガスを塔内に分散させる設計になっている(図 2-3参照)。膠質炭酸カルシウムを製造する場合には、塔の形状を変えるので、炭酸ガス導入管の配置に考慮する必要がある。塔内液中を上昇する炭酸ガスの流れが均一になるような設計が要求される箇所である。
- (4) 炭酸ガスの導入開始についても最新の注意が必要であるが、この操作方法の詳細は明かでない。重要なポイントとして注意を喚起しておく。
- (5) 一般に反応速度を速くするためには、反応温度を高めること、反応物質の液中濃度を高めることが有効であるが、石灰乳と炭酸ガスとの固気反応では、炭酸ガスは低温ほどよく溶解し、逆に石灰乳は高温ほど溶解度が高いので、その両者の兼ね合いから15℃前後が最適条件になる。

塔壁ジャケットからの冷却は塔径が小さいから有効に働いていると思われるが形状が変わってL/Dが小さくなると伝熱面積がとりにくくなる。それより供給反応液(石灰乳)の濃度・温度をあらかじめ調整しておくのが实际的である。

- (6) 石灰乳の濃度管理も問題がありそうである。調査団が本廠と協力して行った工場実験において、石灰乳のサンプリング（試料採取）が適正に行われず、設定条件とは異なる石灰乳濃度で試作した経験からの推察である（工場実験の結果については第4章で述べる）。
- (7) 炭酸化反応の終点は、反応を開始して一定時間が経過後、反応液の液性（pH）をフェノールフタレイン指示薬で検査して経験的に終結時間を決めているが、錯誤しやすい。フェノールフタレインの変色域は 8.2で高い。pH 6.8まで炭酸化しなければならぬ。  
pH計で連続的に管理すべきであろう。具体的な改善策は近代化計画の章で説明する。
- (8) 炭酸ガスの精製については、炭酸ガス中に含まれる硫黄酸化物除去ができていないと思われる。スクラバーでの水による吸収だけである。硫黄酸化物はカルシウムイオンと炭酸イオンとの反応に微妙に影響し、生成する炭酸カルシウムの粒子径および形状の制御を困難にする。
- (9) 一般的な問題点であるが、操作条件が文書によって異なることがある。また条件が範囲で与えられていないことが多い。条件の許容範囲が与えられないと実際には管理できない。
- (10) 超細炭酸カルシウムの BG303、BG305、BG306の原体は、本質的に同じでそれぞれ樹脂酸塩、脂肪酸塩処理品および無処理品であるが、BET比表面積は、33.3、11.6、24.1m<sup>2</sup>/gと大差がある。製造条件の変動からくる品質のバラツキと思われる。少なくとも± 3m<sup>2</sup>/gの範囲にとどめなければならない（表面処理品は無処理品に比べて 2m<sup>2</sup>/gくらい小さくなる）。

#### 2.1.9 表面処理工程の現状

- (1) 炭酸化反応 3バッチ分の懸濁液を濃度約15%にして、表面処理槽に仕込む。蒸気で加熱して懸濁液の温度が80℃まで上昇したら、あらかじめ別途調製して75℃に保温してある表面処理剤を炭酸カルシウム（乾燥品基準）に対して 1～2%添加して30分間攪拌処理する。

- (2) 表面処理剤は、主要原料薬品である高級脂肪酸および樹脂酸を外部から購入し、本廠内においていずれの酸も苛性ソーダで鹼化して自製する。

脂肪酸あるいは樹脂酸を鹼化槽に入れ、水を加え、攪拌しながら蒸気で加熱する。槽内の温度が75℃に上昇したら苛性ソーダ溶液を添加して鹼化反応させ、表面処理剤（一種の石鹼）を製造する。

- (3) 表面処理工程の主要な操作条件は以下のとおりである（「企業診断資料」）。

表面処理剤添加量	BG 303の場合、樹脂酸ソーダ 1% BG 305の場合、脂肪酸ソーダ 2%
表面処理温度	80℃
鹼化温度	75℃

なお 3種類（BG303、BG305、BG306）ある超細炭酸カルシウムのうち BG306 は表面処理しない品種である。表面処理剤によって品種が分けられている。ベースになる超細炭酸カルシウムは共通である。

#### 2.1.10 表面処理工程の問題点

- (1) 超細炭酸カルシウム粒子に表面処理を行う目的は二つある。ひとつは超細炭酸カルシウムを乾燥したときの凝集固着を防止することであり、他のひとつは超細炭酸カルシウムの被充填物（ゴム・プラスチックなど）との親和性を改良することである。

超細炭酸カルシウムは、電子顕微鏡写真（写真 2-1、2-2、2-3）にみられるように、炭酸化反応の際凝集というより結晶が異常成長したもので、表面処理しない（無添加）の BG306でも乾燥品の硬度は低い。膠質炭酸カルシウムならば無添加の乾燥品は元の原石（石灰石）に戻ったような硬度をもっている。

細かい針状結晶が絡み合った超細炭酸カルシウムでは、その中心部までゴム・プラスチック・塗料などの被充填物が浸透することは困難である。この問題は表面処理の問題というよりは、炭酸化の問題であり、より本質的な問題である。

(本題からは外れるが、表面処理の問題としては単一粒子である軽質炭酸カルシウムに表面処理した方が、生産性が向上し、製品原価を下げる場合がある。日本でも軽質炭酸カルシウムの表面処理品は販売されており、軽質炭酸カルシウムと同様の用途に使われている。)

(2) 表面処理容器は現在あるような平底の槽でなく、炭酸化反応槽と同様の装置で行うべき理由がある。表面処理は機械攪拌だけで行っているが、これでは表面処理剤を炭酸カルシウムの結晶粒子表面に化学吸着させて強く定着させることは困難である。緊密な被覆を完成させるために炭酸ガスを導入するが、それが反応器の形状を変えるのである。

(3) 超細炭酸カルシウム BG305に使用している表面処理剤、高級脂肪酸ソーダの10%水溶液は86℃で失透し脂肪酸ソーダの固化が始まった。失透固化温度が高すぎる。

日本で使用されている高級脂肪酸の曇点 (cloud point、失透・固化開始温度) は30℃前後である。逆にそのような曇点を示す原料脂肪酸を購入しなければならない。高級脂肪酸といっても単一化合物であることはなく、多くは原料油脂に依存するいくつかの脂肪酸の混合物であるから曇点もある程度変えられるのである。

(4) 工程トラブルのひとつとして、超細炭酸カルシウムを表面処理するとき泡が多く発生して表面処理作業に影響がでることが指摘されている。しかし泡が発生するのは当然で、細かい泡を多量に発生させるほど、表面処理はよくできているものと考えるべきで、泡の対策は別の解決策を考えないといけない。

#### 2.1.11 後処理工程 (脱水、乾燥、粉碎・分級、包装) の現状

(1) 表面処理を終わった超細炭酸カルシウムは、回転筒直径が約 800mmの遠心脱水機 2基で脱水する。脱水ケーキは乾燥室に運ばれ、多数のステンレス鋼製の乾燥容器 (上部を開放した箱型) に小分けして乾燥棚上に並べられる。この乾燥棚上に 110℃の熱風を通し、約24時間かけて乾燥する。

乾燥後の超細炭酸カルシウムに含まれる水分は約 1.5%以下になっている。

(2) 超細炭酸カルシウムの乾燥品は非常に砕け易い性質であるため、乾燥室から移動する間で簡単に解砕され、自製の篩別機で分級される。粉末になった超細炭酸カルシウムはホッパーから手動式の包装機に落ち、ポリプロピレンのスリット糸を平織りした袋 (600mm×900mm) に一定量が計量・充填される。

この袋には次のような工夫がしてある。あらかじめ封じられた袋の上側部に「充填口」があって、この「充填口」に包装機の充填用ノズル（筒先）を挿入して超細炭酸カルシウム粉末を充填する。一定量充填後ノズルを抜き去ると「充填口」はそのまま袋内に残り、内圧のために「充填口」は抑えられて密着するので、粉体は外に出ないようにになっている。図 2-4はその説明図である。

写真2-12は袋詰めした超細炭酸カルシウムの倉庫における保管状況を示したものである。

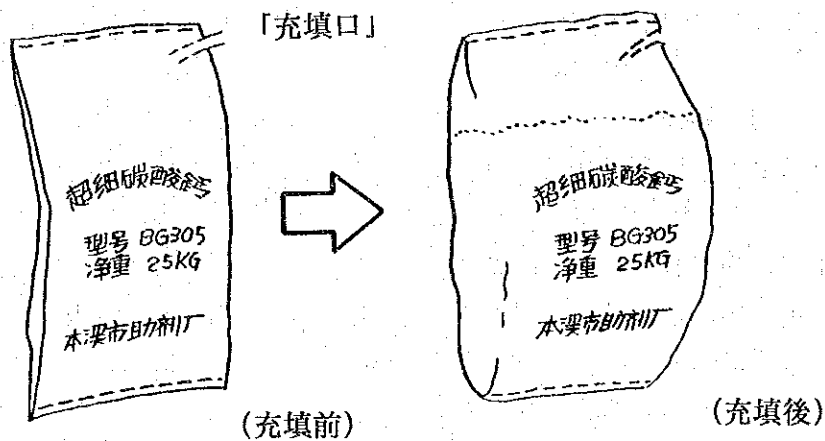


図 2-4 袋詰め説明図



写真 2-12 袋詰めされた超細炭酸カルシウムの保管状況

#### 2.1.12 後処理工程（脱水、乾燥、粉碎・分級、包装）の問題点

- (1) 脱水工程での最大の問題点は、超細炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムの性質の違いが、脱水機の選定に決定的なことである。超細炭酸カルシウムは軽質炭酸カルシウムと同様にダイラタントな性質（触稠性）をもっているため、現在の遠心脱水機が妥当な機種選定ということになるが、膠質炭酸カルシウムはチクソトロピックな性質（揺変性）であるため、遠心分離型式の脱水機では脱水できない。
- (2) 現行の乾燥方式では、熱風は乾燥容器の上方から被乾燥材料（湿った超細炭酸カルシウム）に接触するだけであるため乾燥効率はよくない。しかし生産量が年産 1,000トン程度の生産であれば、あえて他の乾燥機に変えることもないと思われる。
- (3) 包装機に送る超細炭酸カルシウムは、脱気していないため大量の空気で膨満し、きわめて嵩高である。この性質が包装作業を難渋な仕事にしている。袋詰めした後の脱気も容易でない。

#### 2.1.13 検査・技術開発の現状

本廠の検査・技術開発の概要は第1章の総論で述べたが、超細炭酸カルシウムを今後開発し、商業生産に発展させる立場から追加しておく。

- (1) 検査部門は生産部門から独立して機能していると思われる。原石から製品に至るまで専門担当者が決められている。実験室の整頓・清掃は行き届いており、測定機器等の保守・整備状況もよい。  
超細炭酸カルシウム製品は、製造後一定期間は保存されるシステムができている。顧客のクレームに適切に対処するためにも必要なことで評価できる。
- (2) 超細炭酸カルシウム工場の一角に研究施設があったが、少なくとも最近は使われていない。そのほかの研究開発施設の見学を含め研究所の実態はつかめなかった。

#### 2.1.14 検査・技術開発の問題点

- (1) 検査・技術開発を効率的に推進するためには人的資源の再編成とともに、相応の分析・測定機器が必要である。超細炭酸カルシウムに限らず粉体を対象とする製造業者なら、まず粉体物性の測定装置は備えなければならない。そしてさらにはゴム・プラスチックなど主要用途向けの製品のために応用物性測定装置の設置が望ましい。

現在のところ本廠にはこれらの測定機器はない。近代化計画の最終段階までに設置すべき分析・測定機器は第4章でリストアップするが、それ以前に電子式化学天秤、電子式上皿天秤、pH測定装置のような基礎的測定装置を、検査・研究実験室としては装備したい。

- (2) 膠質炭酸カルシウムの製造を目指す近代化計画では、開発を工場実験による基礎技術習得の段階、実装置規模の試験装置による生産技術の確立・試作品による市場開拓・作業労働者の実務訓練の段階、そして商業生産への移行・技術サービス・新製品の開発・応用研究の段階に分けているので、それに対応する体制にしなければならない。
- (3) 最終段階では、市場・用途・ユーザーの拡大とともに応用物性測定装置を順次揃えていくことが必要である。

## 2.2 軽質炭酸カルシウムの現状と問題点

本廠の軽質炭酸カルシウムは写真 2-4に見られるように典型的な紡錘型の白色結晶で、他の物性を含めて優れた品質の製品とすることができる。したがって膠質炭酸カルシウムの製造とは違って、基本的には現行の製造方法でよいと考えられるが、工程別に現状と問題点を述べる。膠質炭酸カルシウムと共通する部分も多いので重複は避けるが、逆に膠質炭酸カルシウムの節で述べないで、本節に委ねた項目もある。

原料の受け入れおよび焼成工程は、超細炭酸カルシウムの場合と変わるところなく共通である。水化工程は設備の型式が異なるし、第4章の近代化計画でも同装置の使用を考えているので詳細に述べる。軽質炭酸カルシウム製造の炭酸化工程は、製品結晶の粒子が膠質炭酸カルシウムとは全く異なるために、反応容器の形状も現行の塔式でよい。結晶粒子の表面処理は通常行われぬ。行う場合には膠質炭酸カルシウムの表面処理と同様と考えればよい。

後処理工程のなかでは、脱水工程に違いがでてくる。水分を多量に含んだ固態の炭酸カルシウムの流動特性の差が、最適機種を選定に決定的な情報を与える。つまり軽質炭酸カルシウムにはダイラタンシー (dilatancy) がみられ、これに対して膠質炭酸カルシウムにはチクソトロピー (thixotropy) が現れる。そのために前者では遠心分離型の脱水が有効に機能するが、後者では別の機構の脱水機の選択が必要になるのである。

軽質炭酸カルシウムと膠質炭酸カルシウムとは、製造技術からみた場合、以上のような点が大きく異なる。

### 2.2.1 水化工程の現状

- (1) 軽質炭酸カルシウムの水化反応は、ロータリー式水化機で行われている。ロータリー式水化機主要部の概略図を図 2-5に示す。内部に送り羽根を備えた回転筒が回転して、原料を一端から他端へ移動させながら水化する。

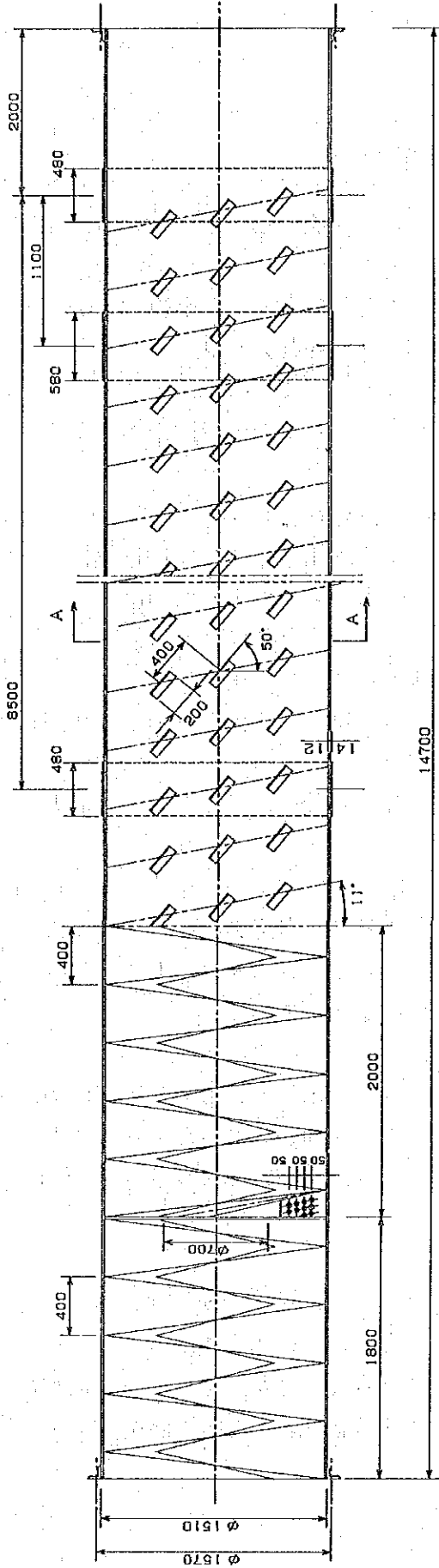


- (2) 不良品や不純物を手選別で除去された生石灰は、振動供給機でロータリー式水化機に供給され、生石灰に対して10倍量の熱水（60～80℃）を循環水とともに連続的に注水して石灰乳をつくる。水化機での平均滞留時間は40分で、生成した石灰乳は水化機底部から抜き出され、未水化の生石灰や石灰石・砂などの夾雑物を分離機で取り除く。粗製の石灰乳は濃度27%前後であるが、このあと80～120メッシュの篩で濾過され、水で希釈されて濃度12～15%に調整される。炭酸化工程へ供給する前には、さらにサイクロンで分級・精製する。

基本的には高濃度・高温で水化反応を進行させて、石灰乳をつくる考え方である。

- (3) 水化工程の操作条件（調整指標）は次のようになっている。

石灰乳濃度	9～12° Be
石灰乳温度	40～60℃



A-A

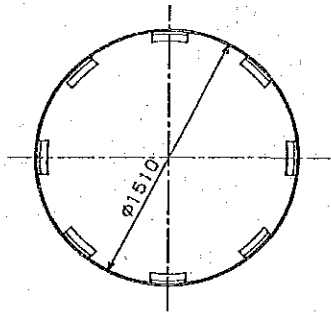


图 2-5 罗 塔 式 水 化 机 主 要 部 概 略 图

## 2.2.2 水化工程の問題点とその改善

- (1) ロータリー式水化機は日本でも多数使用されている型式で適当な設備であるが、水化用の熱水 (60~80℃) を生石灰に対して10倍量も使用している点はやや問題である。

60~80℃の比較的高温の熱水によって水化反応すると、水化は見掛け上よく進化したように見え、歩留まりも多少よいが、水酸化カルシウム粒子の粒径が望ましい0.1 $\mu$ mから粗大化して10 $\mu$ m程度になる。軽質炭酸カルシウムの製造にはこれでもとくに悪影響はないが、膠質炭酸カルシウムの製造は困難になる。

- (2) 水化反応において、生石灰は自らの反応熱で水化を促進するように注水方法を工夫する必要がある。すなわちロータリー式水化機の入り口付近で、生石灰に対して4倍量の水を注入して比較的ゆっくり水化し、反応系内の温度を100~105℃にまでもっていくよう十分に発熱させた後、中央部以降では攪拌力を強くして希釈・分散用の水を3倍量加え、合計7倍量の水で水化するのがよい。使用する水の温度は20~30℃がよい。はじめから高温水を注入するのは先に述べた理由で得策ではない。

水化機回転筒内部の送り羽根は、回転筒内の位置によって調節が必要になるかもしれない。

- (3) 過焼の生石灰を使用する場合は、普通より多少温度の高い(それでも30~50℃)温水を使用するのもしやむを得ないと思われるが、この場合でも水化に使用する水は生石灰に対して7~10倍量の範囲に留めるべきである。

- (4) 石灰乳の最終的な濾過が80~120メッシュの水篩であるのは少し粗い。水化工程を出る石灰乳は200~250メッシュの水篩を通過したものであることが望ましく、さらに理想的には80メッシュ+150メッシュ+200メッシュ+250メッシュの4段水篩を組み込むことである。

- (5) 石灰乳の濃度表示について注意しておきたい。ボーメ表示は、4° Bé以上では被検液の粘度が大きいため正確な濃度を表しにくい。高濃度スラリーの濃度をボーメで表示するのは測定上無理があるので避けた方が無難である。簡便のため使用する場合でも目安に留め、正確な濃度は重量%表示で求めるのがよい。

### 2.2.3 炭酸化工程の現状

- (1) 軽質炭酸カルシウムの反応塔は、超細炭酸カルシウムの反応塔のモデルとなった反応器であるから、前節の図 2-3の反応塔と本質的には変わらない。1970年製の小型塔 (1.1m $\phi$ ×6m) が 8基、1980年製の大型塔 (1.2m $\phi$ ×12m) が 4基の計 12基が使用されている。有効反応容積の液深/塔径比 (L/D) は 3.2~ 5.4で運転されている。図 2-6に大型の炭酸化反応塔の概略図と炭酸ガス導入管の拡大図を示す。
- (2) 超細炭酸カルシウム製造用の反応塔に付属しているような機械攪拌装置はなく、反応液の攪拌は塔底部から導入され反応液中を上昇する炭酸ガスによって行われる。炭酸ガスの導入管は、図 2-6によれば塔底部側壁から挿入され、塔中心部で下方に90° 曲げられ、拡がった下端には V型の切り込みがはいった構造になっている。しかしこれまで何回かのスラリー閉塞 (詰まり) などのトラブルのために改造され、現在では直管が塔壁から塔中心部に突き出ているだけということである。
- (3) 炭酸化反応は、石灰乳濃度13~15° Bé、温度60~70°Cの石灰乳を供給して行われているが、操業条件 (調整指標) としては次のように与えられている。

反 応 温 度	55~65°C
反 応 時 間	1.5~ 2.5時間
排出炭酸カルシウム濃度	18~20° Bé

(炭酸ガス導入管拡大図)

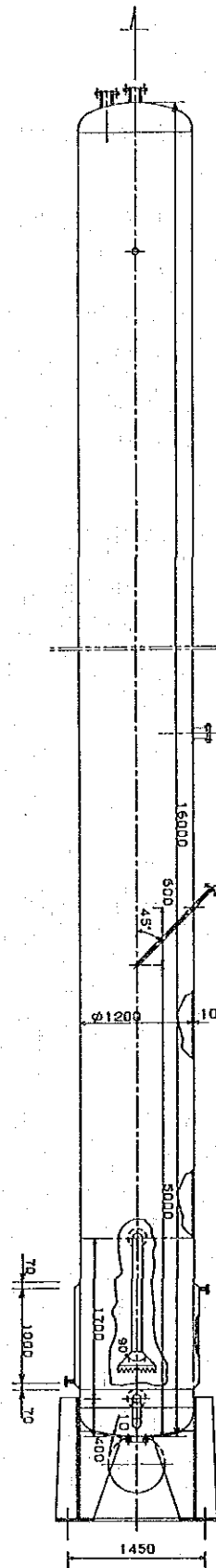
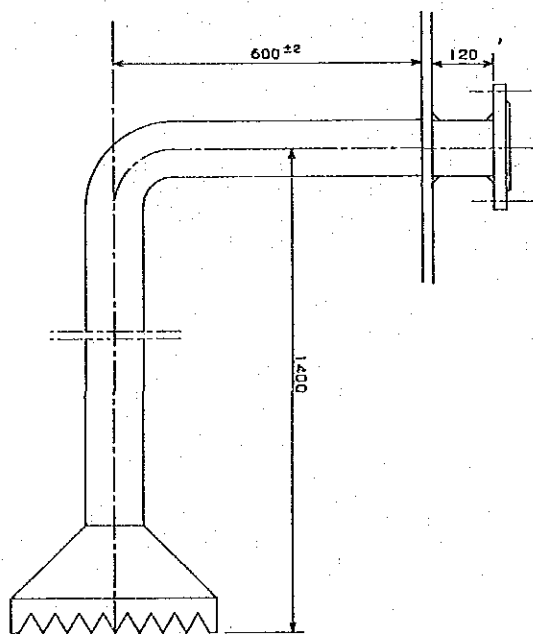


図2-6 炭酸化反応塔概略図  
(軽質炭酸カルシウム製造用)

## 2.2.4 炭酸化工程の問題点とその改善

- (1) 塔型の反応器 ( $L/D=3.2\sim 5.4$ ) は、軽質炭酸カルシウムの製造には適していて、基本的には問題ない。しかし炭酸ガスの導入位置および導入管の形状は改善の余地があると思われる。炭酸ガスの導入管は設計当初のデザインから離れて現在は単なる直管が塔壁側面から塔中心にまで突き出ているだけだそうである。炭酸ガスは対面の壁面に当たって上方に上がっていくと推定される（透明なプラスチック容器で実験してみれば炭酸ガスの分散や上昇挙動は解明できるであろう）。

このような導入方法でも超細炭酸カルシウム製造用の反応塔のように機械攪拌装置が付いていて、気液の混合が補われる場合は許容されようが、軽質炭酸カルシウム製造用の反応塔には付いていない。

せめて導入管の先端切り口を下向きにするか、望ましくは導入管を塔頂中央部から塔内を垂直に降ろし、塔底部で分散・細泡化させる方式に改造するとよい。炭酸ガスの塔径方向への分散に偏りがなく、生成する炭酸カルシウムの品質も一定になる。導入管の管先の形状は小細工しても大した意味がないので、直管の切り放しで十分である。ただし管先と塔底鏡板との間隔は微妙であるので、具体的な図で示した膠質炭酸カルシウムの炭酸化反応槽概念図（図 4-7）を参考にするとよい。

- (2) どの工程についても言えることであるが、操業条件で調整指標が与えられている項目は、相当する測定が行われ、そのデータに基づいた調整動作 (action) が可能なように改造しなければならない。この反応塔で言えば、温度計・pH計を設置することである。たとえば反応温度に $55\sim 65^{\circ}\text{C}$ が調整指標として与えられれば、まず温度指示計を取り付けなければならない。これは最低の要件で、実用的には温度指示記録計が必要である。温度が連続的に記録されていると反応の追跡・解析が容易になり、改善の手掛かりになるからである。同時にこの調整温度範囲を上下に逸脱したときの対応策を、例えば炭酸ガスの流量を減少させたり、あるいは増加させたりする操作を明確に規定しておかなければならない。

反応終点を示すpHが与えられている場合なら、pHの指示記録計は設置すべきである。pH計のセンサー（ガラス電極）はとくに精密かつ微妙であるから、計器を取り付けるだけでなく最適の測定状態を維持できるよう保守管理が極めて重要になることを強調しておきたい。保守管理状態のよくない測定計器からでる誤った情報が誤動作を引き起こすこともある。

### 2.2.5 後処理工程の現状

- (1) 生成した炭酸カルシウムは炭酸化反応塔底部から濃縮槽へ送り、自然沈降でスラリーを濃縮する。軽質炭酸カルシウムの濃縮スラリーは高位置の貯槽 (head tank) を経て、12基ある遠心脱水機にかけられる。
- (2) 遠心脱水して含水率30~45%になった温潤ケーキ (軽質炭酸カルシウム) は、3基のロータリー乾燥機で乾燥する。石炭の燃焼室から出る煙道ガスと間接的に交流接触して熱交換し含水量 1%以下まで乾燥する。  
乾燥時に放出される水蒸気は水スクラバーで冷却、水が凝縮すると同時に同伴した炭酸カルシウムはスクラバー底部に補集される。
- (3) 乾燥した軽質炭酸カルシウムはロータリー乾燥機内を前方にすすみ、空気流で冷却された後、機械式空気分級機で解砕・分級される。分級は 120メッシュで分別され、精製した粉末だけがホッパーに入る。
- (4) ホッパー内の軽質炭酸カルシウムは羽根型包装機に送入され、1袋当たり40kg (±0.6kg) を計量して袋詰めされる。最後の包装は手作業で行われ、製品は倉庫に保管される。

### 2.2.6 後処理工程の問題点とその改善

- (1) 軽質炭酸カルシウムの場合には、炭酸カルシウム懸濁液の脱水は遠心脱水機が理に適っており、妥当な選択である。乾燥工程もロータリー式乾燥機を使いこなすことで問題ない。
- (2) 粉砕・分級も現在の機械式空気分級機は十分な機能を有しているが、機壁その他へ軽質炭酸カルシウムの粉末の付着があり、操業効率が低下するようならば、軽質炭酸カルシウムにも表面処理を施す方がよい。膠質炭酸カルシウムとちがって粒子が大きいから少量の表面処理剤の添加で効果がでる。具体的な添加量の目安としては軽質炭酸カルシウム 100部 (乾粉基準) に対して高級脂肪酸ソーダ 0.1~0.2部である。最適添加量は実験的に試行錯誤の中で決めるよりほかない。

表面処理することで粉体の取扱いが容易になり、生産性が上がるとともにゴム・プラスチック・塗料用としての応用物性も向上し、販売価格も多少高く設定することが可能である。

- (3) 袋詰め課題は、製品の炭酸カルシウムが嵩高なこと、この悩みは超細炭酸カルシウムと共通している。超細炭酸カルシウムでは近代化計画で提案する脱気方法が有効であろう。粉碎・分級した炭酸カルシウムを布製の脱気筒に集め、自然に脱気させてから袋詰め・包装する方式をとればよいと考える。脱気筒は布製の筒で下部を絞り、包装機に定量を送入するときその絞りゆるめればよい。





# 第3章 生産管理



## 第3章 生産管理

生産工程の範囲は広く多岐にわたるが、本章では調達・在庫管理、工程管理、品質管理、安全管理、設備管理、教育訓練、環境対策、財務・経営の現状および問題点について述べる。

### 3.1 調達・在庫管理の現状と問題点

#### 3.1.1 調達・在庫管理の現状

- (1) 調達・在庫管理は、物資の分類・調達計画・発注購買事務・入出庫検査事務・保管が主要な業務であり、調達科・貯蔵運搬科が担当している。
- (2) 原材料・物資の調達業務は調達科が一元的に行っている。調達科は8名で、全工場の原材料・燃料および生産補助材料等の購買作業に当たっている。

調達科は工場の生産計画に基づいて材料調達計画を組み、購入計画を作成する。調達はできるだけ近場から手当することを原則としている。すなわち本市・本省・外省市の順で検討される。いくつかある購買ルートから三社に引き合いを出し品質・価格・納期（即納の可否を含める）を比較して購入先を決めている。

- (3) 在庫の管理は貯蔵運搬科の材料保管班・製品保管班が行っている。  
石灰石・無煙炭は品質検査科の抜き取り検査に合格した後、検査票の発行をうける。次に計量し計量票を材料保管班に回し、入庫手続きをとる。検査不合格品は入庫しない。

製品炭酸カルシウムは化学実験室で出荷検査に合格したものを検査票に添えて入庫する。不合格品は明確に区別し、生産量に計上していない。

軽質炭酸カルシウムの倉庫容量は300トン、平均在庫量は50トンである。

(4) 主な調達原材料は次の 7品目である。

石灰石	沈降炭酸カルシウムの主原料
無煙炭	石灰石を焼成する燃料、炭酸ガスの供給源
高級脂肪酸 ・樹脂酸	表面処理剤の主原料
苛性ソーダ	高級脂肪酸・樹脂酸の鹼化剤
製品包装材	ポリプロピレン製袋
有煙炭	燃料（生産用・暖房用ボイラー）

a. 石灰石

石灰石の種類と調達先等は表 2-4および 2-5に示した。石灰石「白石」の鉄道輸送計画は、当月分を前月末までに丹東鉄道分局本溪貨物運送所に提出して許可を取る仕組みになっている。購入計画は年間約 3万トンで 1回の輸送は50トン× 3貨車（150トン）あるいは 5貨車（250トン）である。火連寨駅に到着した石灰石は荷積用クレーン 2基で本廠の 5トン積トラックに積みかえられ、本廠の秤量所で秤量して貯蔵所（置き場）に運ばれる。

貯蔵所は石灰石焼成炉の近くにあり、使用量の約10~15日分 700~ 1,000トンが野積みされている。石灰石の平均減耗率は10%である。

（なお石灰石の採石現場も調査する計画であったが、車輛手配の都合がつかず実現しなかった。）

石灰石の成分分析は工場側で行っている。鉱山側では分析しない。分析は100トンについて 1試料をとり、品質検査科で分析している。分析結果は原材料検査報告書に記入され、8部コピーして、調達科・生産技術科・生産工場（現場）・倉庫・技術開発科・廠長・総工程師・品質検査科（控）に配布される。

1993年 3月に受け入れられた石灰石「白石」の分析値（単位：純度%）は次のようである。平均値96.4%、標準偏差1.88%。

「白石」	96.4	96.1	95.0	94.1	97.1
	90.8	98.2	97.6	96.3	98.4
	96.8	98.0	97.2	98.9	93.6
	97.0	97.7	97.0	97.2	93.2
	98.0	96.1	96.7		

同様に石灰石「黒石」の分析値を示す。平均値 95.59%、標準偏差1.51%。

「黒石」	94.6	96.3	94.6	93.0	95.5
	93.6	96.7	97.9	97.2	96.4

b. 石炭

石炭は無煙炭と有煙炭の 2種類を購入し、使い分けている。品質・調達先等は表 2-6および 2-7に示した。石炭の貯蔵は石灰石の貯蔵所に隣接して野積みしている。石炭の平均減耗率は 5～7%である。

c. 原材料の秤量

石灰石・石炭の秤量は西側通用門横のトラック秤量所で 8:00～16:00の間に行われる。貯蔵運搬科の女子作業員 2名が担当している。

秤量機の定期検査は年 2回（5月と10月）に本溪市技術監督局の検査を受ける。

d. 製品包装材

製品の包装材はポリプロピレン製の袋である。調達の現状を表 3-1に示す。

表3-1 包装材（袋）の調達

項目	種類		超細炭酸カルシウム	軽質炭酸カルシウム
	容量	kg	25	40 (輸出用は25)
年間使用量	枚	20,000~40,000	500,000	
最大使用量	枚/日	120	1,400	
単価	元/枚	2.6	2.1	
調達先		大連市庄河 塑料包装廠	大連市庄河 塑料包装廠	
1回の購入	枚	20,000	50,000	

超細炭酸カルシウム用包装材（袋）は、量的に少ないので定期発注方式をとって年1回の購入である。したがって最長12ヶ月くらいの在庫期間になるものもある。

これに対して軽質炭酸カルシウム用は定量発注方式で在庫量が1万枚になった時点で5万枚を発注する。年間10回程度の購買を行うことになる。輸出用は特別で遼寧省化工進出公司指定の袋をその都度手配し使用している。

### 3.1.2 調達・在庫管理の問題点

- (1) 本廠の主要な調達品目は数が限られており、石灰石・石炭は調達先・鉱山が決まっているから納期管理が中心になる。石灰石「黒石」は本廠の近くに採石場があり、納期が早く確実なこと、価格が安いことから「白石」と併用されているが、「白石」専焼化の方向にしたがって納期を管理し、「白石」在庫が無くならないような方策をたてることが最大の課題である。

ひとつの問題は鉄道輸送計画の申請・許可の仕組みにある。当月の計画が前月末に許可されるのでは、本廠にとって遅い場合があると思われる。

- (2) 石灰石の化学分析は 100トンに 1回行われているが、試料のとり方、試料の分縮、分析方法を見直す必要がある。分析結果はバラツキがかなり大きい。そのバラツキの原因が石灰石の純度によるのか分析のバラツキによるのか不明である。同じ試料を分析してどのくらい測定値がバラツクのか把握しておかなければならない。

分析の頻度は、一般には原石鉱山側の採石状況に大きな変化がなければもっと減らしてよいが、現在ではバラツキの実態の把握が先決である。

- (3) 石灰石「白石」の基準純度は98%、「黒石」は96%である。しかし分析値はこの基準を下回るものが多い。純度だけでなく、石灰石が大きすぎる問題もある。受け入れの基準を明確にして原石の鉱山側と交渉すべきであると考えている。
- (4) 石灰石・石炭の減耗の要因を分析する必要がある。石灰石10%、石炭 5～7%の減耗は製造原価にも影響する。在庫中の減耗原因を明確にしなければならない。



## 3.2 工程管理の現状と問題点

### 3.2.1 工程管理の現状

製造工程各々の現状と問題点は第2章で述べられているので、ここでは工程管理の視点から横断的にまとめた。

- (1) 計画された生産の進捗状況は各生産工場から生産廠長に集約され廠長に報告される。生産廠長の下で生産計画・管理の実務はスタッフである生産技術科が行っている。
- (2) 作業指示は生産工場の職場責任者を通じて当直班長に流れ、作業労働者に伝えられる。ここでは作業指示は口頭で行われるのが普通である。
- (3) 作業標準書は例えば「軽質炭酸カルシウム生産技術規定および操作法」のような規定・操作法が整備されているところもある。これには製造法の技術的な説明、工程の操作条件、注意事項などが簡潔に記載されている。このほか工程規律・監督規定もある。単位操作の手順書はない。
- (4) 工程の管理状況は規定があり基準があっても守られていないことが多い。どの工程にも計測機器がついていないか、不足しているために作業労働者の経験と勘に頼った操業が多い。

基本的な計測機器である温度計・圧力計も付いていない場合がある。設備が新しく設置されたときには付いていた計器類も点検・保守不良のために機能しなくなり撤去されている例もある（焼成炉の温度計など）。
- (5) したがって技術的な客観データが少ない。工程の管理状況を示す管理図はみられなかった。技術報告その他本廠の技術を総括したものは、「軽質炭酸カルシウム生産技術規定および操作法」以外は見当たらない。
- (6) 生産管理の状況全般を判断する目安として職場の整理・整頓・清掃状況がある。事務棟は毎日清掃されていたが、生産職場内および生産工場間の通路には改善の余地がある。物品の置き方、不要品の処分、通路区分、配管識別が不十分であり、未修理のまま放置されている施設・設備があるなど整然とした作業環境になっていない。

- (7) 生産労働者は作業服・帽子を支給されているが、実験室の作業者が白衣を着ているような統一された印象はない。生産工場内で喫煙が許されている職場風土で、作業労働者に緊張感が感じられない。
- (8) 生産現場と技術開発科との関係は、ラインとスタッフの関係で技術上の指示は技術開発科から発せられ、ラインを通して実行されるのはよい。  
しかし技術開発スタッフが生産現場と密着し、生のデータから情報を集めるといふ状況はつくられていないように思われる。

### 3.2.2 工程管理の問題点

工程管理の現状は前項に述べたが、結局問題点を意識した視点からの現状把握になっている。以下に考えられる問題を列記する。

- (1) 原料や操作条件の変更その他重要な指示事項は口頭だけでは、正確に伝達しないことがある。また会議室あるいは技術的討論の場に黒板がない。報告・説明は口頭で行われることが多く、黒板や図表を使うことは少ない。  
会議の効率的な進め方、情報・意志の伝達方法に改善すべき点がある。
- (2) 作業標準書は新しい工程ができ、操業するまでにはできてなくてはならない（開発試作の段階でも必要である）。作業標準書は完成されたものではなく、常に改定されていく性質のものと認識すべきである。したがって改訂しにくい製本は不適當である。

作業標準書は作業の順序を追った記述であること。単位操作の手順書たとえば遠心脱水機の始動方法が欠如している。新しい設備機器（分析機器を含む）が導入されたときには、とくに重要で設備機器の機能維持の上からも安全上からも必要である。

- (3) 計測機器（流量・温度・圧力・pH・界面その他）の不足・不備は現状のところで指摘したとおりである。
- (4) 規定・基準があり、それが守られていない現実があっても黙認している管理風土は問題である。すべてを厳密に守らなければならないというほど頑な態度はとらないが、基本的なところは遵守すべきである。融通性が過ぎたり、現実に妥協したりして、規定・基準が形骸化している場合がある。

- (5) 事実を示すデータが不足している。計測機器が不備だから仕方がない一面はあるが、実測されたデータではなく、計画された数値・規格値が、あたかも現実を代表しているようにとって議論されることがある。
- (6) 整理・整頓・清掃・清潔・躰（しつけ）は、生産管理以前の問題であるが、これが管理の基盤になる。この考え方がまだ十分でない。したがって生産職場内で喫煙しても誰も驚かない。炭酸カルシウムの工場ではとくに危険な薬品を使用しないが、ゴム老化防止剤工場では厳禁すべきである。職場規律の上からも問題としたい。生産現場では支給された服装をし、張りつめた気持ちで作業しないと安全上も問題になる。
- (7) 技術開発スタッフは日常の工程管理には直接関係しないが、生産現場との関係が密接でないと貴重なデータ・情報を逸することがある。

### 3.3 品質管理の現状と問題点

#### 3.3.1 品質管理の現状

本廠の生産管理体系は「管理標準」1～22に集約されている（この各分冊の名称は本章の末尾に一括して示す）。品質管理は「管理標準」2の中に品質情報、管理標準、品質情報管理体制が述べられている。

- (1) 本廠の品質管理体制を図3-1に示す。特徴的なところを挙げると、廠長は情報センターの機能をもつ。品質管理の実務は技術廠長を中心に活動し、分析検査の実施・データの整理は品質検査科が担当する。原材料調達先との折衝は調達科が行い、製品販売先（ユーザー）とは販売科が窓口になって関連情報をやりとりしている。

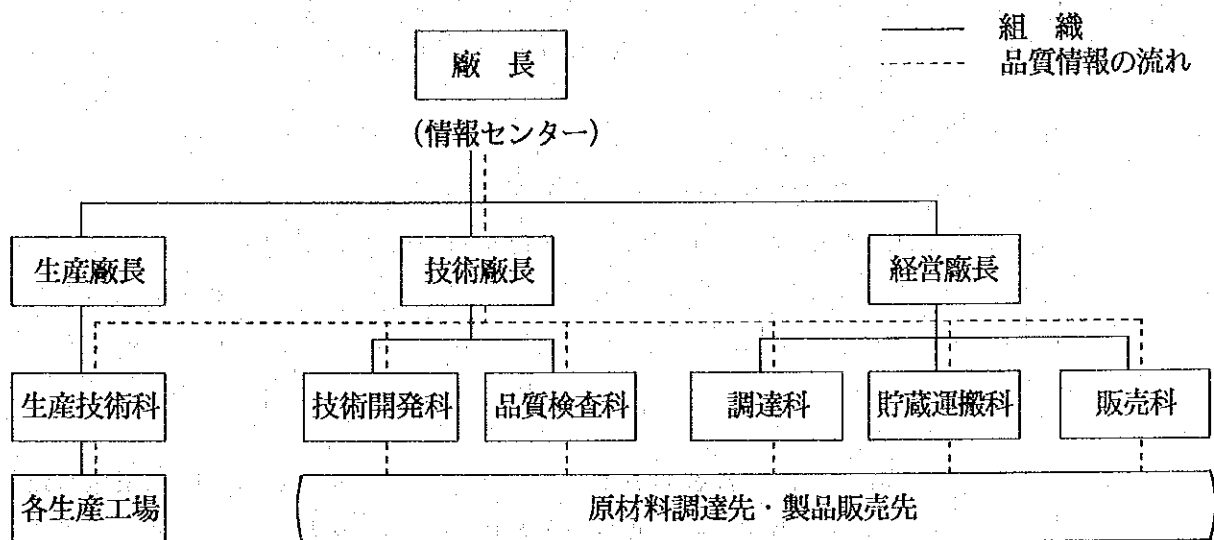


図3-1 本溪市助剤廠品質管理体制

- (2) 石灰石・石炭が受け入れ検査の主要対象であり、炭酸カルシウムが出荷検査の対象となる。

石灰石の受け入れ検査は本廠が定めた標準的方法で、純度・塩酸不溶物、鉄分を測定している。石炭も同様に本廠の標準で揮発分、発熱量・固定炭素を測定している。

製品の軽質炭酸カルシウムは中国の国家標準品になっているので中国国家標準局批准の標準GB4794-84によって純度・水分・篩残分が測定される。超細炭酸カルシウムも上記標準に準じた本廠標準分析法にしたがって分析される。

- (3) 品質検査科の分析室は、測定機器・器具が少なく、長期間使い込んだ機器が目立ったが、よく整理・整頓されている。製品の保存試料を出荷後一定期間保存するシステムがとられているのは品質保証体制のひとつとしてよいことである。  
分析の実務について遼寧省から認定を受けている科員もいるということであり、化学分析技能は一定水準に達している。しかし各分析について分析誤差管理は行われていないように見受けられた。
- (4) 分析値あるいは測定値のデータは、品質台帳・製品率統計表・月平均値報告表などに記入し本廠内で利用するとともに上部主管局へ定期的に報告されている。  
しかし一般にデータは表形式で報告・保存され、図表化された管理図などはない。廠長室の統計・目標・組織図も過去のものであり、現在の本廠の概況・生産状況・品質状況およびそれらの推移を知るデータは図表化されていない。
- (5) 製品クレーム (claim) の最近の事例は、1992年11月に発注している。沈陽第四橡膠廠から軽質炭酸カルシウムの水分が多いとのクレームがあった。標準水分が0.4%であるのに対して実際には1%近くもあることが判明し、10トンの返品となった。このクレームは代替品を納入して解決したが、管理を強化しなければならないのは水分と異物混入である。炭酸カルシウムの純度が問題になることはない。
- (6) 品質管理活動は、品質検査科を中心に行われているが、生産工場を視察した限りでは、小集団活動やQCサークルは行われていない。少なくとも活動を示唆する掲示物は見当たらなかった。

### 3.3.2 品質管理の問題点

- (1) 品質管理は、生産計画によって計画された量と品質の製品をつくるために生産活動の各段階を通じて、原料・中間品・製品の品質を一定に維持・管理するための組織的活動であるが、品質管理の意義・目的が十分に理解されていない。

本廠の品質管理は、図 3-1からも示唆されるように「品質管理とは検査なり」の意識が強い。品質はあくまでも生産の結果であって、品質をつくり込むのは生産の現場である。製品を分析し不合格品を外に出さないことは品質管理の重要な役割であるが、そこから一步すすめて、不合格品を出さないよう工程管理に結びつかなければならない。

品質管理の検査や手法以前に取り組むべき課題として、品質管理は全廠的課題であることを理解し、従業員にその重要性を浸透させなければならない。

- (2) 具体的な問題点としては、工程管理の項で指摘したように整理・整頓が不十分なこと、職場規律が弛緩していることである。このような生産現場では、製造条件をきちんと守って、一定品質のモノをつくるという意識や感覚は生まれてこない。
- (3) 品質検査科で取り扱っている受け入れ検査・出荷検査・その他の分析測定結果のうち重要なものは、帳票に記入して報告するだけではデータが活かされない。データは生産現場のフィードバック (feed back) され、生産の現場がそれを利用して対策をとり、よりよい品質のものをつくり出すのに役立って全体としての品質管理が機能する。
- (4) 新しい製品を市場に出す場合、生産者としてその品質を保証するためには、これまでにない分析・測定が要求されることがある。本廠の品質検査科の分析測定機器では不十分であるので、整備・拡充する必要がある。
- (5) ソフト面では、現在行っている分析・測定のデータのバラツキを解析する必要がある。そのために分析・測定そのもののバラツキを把握すること。このデータがない。

### 3.4 安全管理の現状と問題点

#### 3.4.1 安全管理の現状

- (1) 本廠の安全管理体制としては、廠長を責任者とする安全生産委員会があり、生産工場の代表を中心に22名で構成されている。

安全生産委員会は、月 1回定期的に開催される。委員会の主な活動としては以下のような項目がある。

- ・ 毎年、生産計画作成と同時に安全生産の主要任務12ヶ条を確認する。
- ・ 安全管理17項規則の確認
- ・ 安全操作管理を作成し、各生産現場・班・個人に徹底するとともに、定期的な安全点検を指示
- ・ 安全自己検査分析台帳・伝票を作成
- ・ 安全対策費として毎年 7万円を予算計上し、安全管理10項基準によって危険防止対策を実施

- (2) 「管理標準」20に安全管理の標準項目があり安全生産委員会の活動はこの管理標準が基本となっている。

- ・ 安全生産管理標準
- ・ 安全教育標準
- ・ 公傷自己報告取り扱い評価規程

その他安全保護具の着用標準・異常処置基準も整備されている。

- (3) 安全活動としては次のようなことが行われている。

- ・ 毎月・毎日の安全点検を実施している。
- ・ 安全査察は定期的に各職場を巡回査察し、作業安全・作業環境・設備構造・作業員の安全保護具の着用、作業要員の配置・不安全箇所の応急措置などについて分析し、処理している。
- ・ 安全教育は毎年安全科から安全教育計画実施方法が出され、これによって計画的に実施している。

- ・一般職員に対する安全教育
- ・特殊作業労働者には専門技術教育訓練を行い、証明書を発行した後、実作業につかせる。

(4) 職場の安全状況を調査団の生産工場の査察からいくつか指摘する。

- ・炭酸カルシウム生産工場では、粉塵の発生が多く、作業環境が悪い。
- ・作業労働者はマスクなどの保護具を支給されている。
- ・生産工場内外の整理・整頓・清掃は一部を除いて不十分である。不要の機器・材料その他が放置されている例がある。
- ・廠内の作業域と通行域が明確に区分されていない。
- ・通路の整備が不十分で、路面に凹凸が多い。
- ・機械設備の危険箇所たとえば巻き込まれの危険性のある回転部、ベルト類に対する防護対策が不十分である。
- ・1本の配管を使ってバルブで切り換え、2種の流体を移送する配管がある（炭酸化反応塔）。
- ・予想される危険箇所に、注意を喚起する標識がない。
- ・安全意識を高揚するポスターや安全記録の広報が少ない。
- ・作業帽の不着用・作業衣の着用の乱れがみられる。
- ・保護具の着用状況は完全ではない。

(5) 1989年から1991年までの労働災害の発生記録は表 3-2のとおりであるが、ここ1～2年、大きな災害・設備事故は発生しておらず、安全先進企業とされている。

表 3 - 2 本溪市助剤廠の労働災害  
(1989年～1991年)

事故発生日時	事故の種類・要因	備 考
1989.8.17	炭酸化塔のバルブ点検中の炭酸ガス中毒	酸素欠乏症と思われる。病院で手当し、半年後に復職
1990.3.5	車輛の過積載が原因でバランスを失い左手を負傷	休業 1ヶ月
1991.2.28	一輪運搬車が転倒し、右腕を負傷	休業 1ヶ月



### 3.4.2 安全管理の問題点

- (1) 本廠全体に安全意識を高める必要がある。安全巡視を行っても、現状に慣れてしまっていると危険な状況・不安全な行動を危険と感ずることができなくなってしまう。職場の整理・整頓・清掃が不十分なことを本廠の人は気付いていないのかもしれない。
- (2) 安全の広報・宣伝活動が不足している。もっと活発に、頻繁に活動し「生産必須安全、安全為生産、安全為職工」を認識させること。安全第一の考え方は生産のためだけにあるのではなく、従業員自らのためでもあることを指導し、安全に対する関心を高め積極的に安全行動をとるよう仕向けなければならない。
- (3) 安全管理の体制・規定の類は整備されているが、どう運用しているかが重要である。職場の各所で不安全箇所・不安全行動がみられる。管理者はこれを放置することなく（放置している自覚がなければそれも問題である）、具体的に指導・改善の行動をとるべきである。
- (4) 前項 3.4.1の (4)で現在の職場の状況を査察して、安全上不足しているあるいは欠けているとして指摘した事項はそのまま問題点である。重複してここに挙げるのは避けるが、細かい例示のなかから類推して同じような問題点を発掘してほしい。
- (5) 労働災害の発生は表 3-2に 3件が記録されているが、そのいずれもが大きな災害である。ハイリッヒ (Heinrich) の経験則によれば、このような大きな災害が起こる ( 1件 ) 状況では、同じ要因で軽傷害は29件発生し、災害にならない無傷害事故・不安全行動・不安全状況は 300件潜在しているといわれる。  
本廠にも記録に載らない小災害はもっとあるのではないか。
- (6) 安全成績は安全管理の結果である。過去の災害の性格・類似性・傾向を安全統計 ( 事故・災害統計 ) から学んで対策を打ち出す必要がある。これまで軽微な事故・災害は記録の対象になっていないが、これでは過去の貴重な経験を災害撲滅の目標達成に生かしているとは言えない。

### 3.5 設備管理の現状と問題点

#### 3.5.1 設備管理の現状

- (1) 本廠の設備管理は設備科の所掌となっている。設備科は 6名で、「管理標準」10にしたがって固定資産管理、設備保全、設備更新改造管理、設備の巡回点検などを実施し、設備機器には 1基ごとに台帳カードをつくって設備・機器の履歴を記録している。

毎年未までに翌年の大規模修理計画および中規模修理計画を作成し、計画的な点検修理に重点を置いている。

図面は技術保存書類室で一括管理され、基本的には現在の設備機器の状態に対応するようにしている。

- (2) 機械修理の現業部門として、機械修理工場があり95名が配置され、炭酸カルシウム製造設備だけでなく、他の製品の製造設備および共有設備の保守・修理を担当している。修繕費の実績は年間売上高の約 3%、50万円くらいの規模である。
- (3) 設備管理の対象となる設備機器のうち、沈降炭酸カルシウムの製造にかかる分については、表 1-1に示したが、他の製品の製造にかかる主要設備機器を表 3-3に示す。
- (4) 用役関係設備の管理については、それぞれの専門設備に要求される管理規制、たとえば高圧容器操作運行管理・電気操作運行管理などに基づいて用役生産・点検修理が行われている。

表3-3 主要製造設備  
(沈降炭酸カルシウム製造設備を除く)

設備名	メーカー・仕様	基数	備考
ソーダ化反応器	自製(1980)	1.9mφ	2
炭酸化塔	自製(1979)	1.0mφ×8m	10
遠心脱水機	遼陽化工機械廠(1988)	1.0mφ	3
縮合釜	自製(1988)	2.0m <sup>3</sup>	2
真空ポンプ	大連化工機械廠(1989)		3
分留釜	自製(1988)	2.0m <sup>3</sup>	1
蒸留釜	自製(1987)	1.5m <sup>3</sup>	1
防甲切片機	自製(1978)	0.8mφ	1
旋盤	大連工作機械廠(1980)	CW6263-3	4
ラジアルドリル	中捷人民友誼廠(1986)	Z3050×16	1
ボイラー	本溪市ボイラー廠(1980)	KZL4-13	3
変圧器	沈陽(1983)	560kVA	1
	營口変圧器廠(1975)	1000kVA	1

### 3.5.2 設備管理の問題点

- (1) 設備管理に関しても制度・基準に問題はないが、この制度基準を運用する質・実際に設備・機器を保全する技術の向上が必要である。

点検修理は年間を通じて計画されているので、ひとつの修理工事の遅れは全体計画に影響する。逆に計画された工期を短縮して所期の点検修理を行い、生産が再開できれば、短縮分だけ生産量が増加する。製造原価の固定費部分は生産量で割りかえされるから、生産量の増分は製造原価の低減に寄与する。点検修理期間の長い大修理の場合にはとくに工期短縮を工夫できる余地は大きい。事前に十分に準備し、短期集中工事を実行して工期の短縮を真剣に考える必要がある。

焼成炉まわりの改造は、とくに綿密な長期的計画をたて、生産に支障なくかつ可及的速やかに実行することが課せられる。

- (2) 新しい設備の導入に対応するためには、保全技術・固有技術の向上が重要になる。既存設備分野での向上だけでなく、新しい技術分野（測定機器を含む）の技術・技能の習得あるいはその分野の能力をもった人材の確保・育成が必要である。設備機器・測定機器の制御は電子化の方向が強まる。従来の機械技術の知識・技能だけでは保全業務を全うできなくなる。

電子化に備えた保全技術者の養成は急務である。電子化は便利である反面、これを使いこなすにはそれなりの技術基盤が要求される。

- (3) 設備機器の保全台帳は保全の歴史であり、個々の設備機器の経歴を伝える貴重な情報源である。操業中から点検を詳細に実施し、定期修理期間に取り上げる項目を拾い出して準備しなければならない。このとき過去の保全記録が充実していると大いに役立つ。

- (4) 図面管理は一元的に行われる体制になっているが、実際にはまだ不十分である。図面の検索にも手間取る。図面は設備機器の新設・導入の初期から点検・修理・改造のたびに修正され、現実の形態・機能に対応したものが整理・保管されていなければならない。図面枚数は膨大であるから保管システム・検索システムを整備しないとただ収集保存しているだけになってしまう。

### 3.6 教育訓練の現状と問題点

#### 3.6.1 教育訓練の現状

(1) 本廠の教育訓練の大綱は「管理標準」21に定められている。

- ・従業員教育計画
- ・技術実務訓練実施細則
- ・新人教育規定
- ・従業員学習考查方法 など

このうち、従業員教育計画の一例を示すと、公文書作成訓練には48時間、組長管理訓練には15日間、中級管理者訓練には10日間などがある。

現場作業労働者の特殊技能訓練には、電気工事・旋盤操作・溶接・仕上げなどが用意され、それぞれ1週間ぐらいのコースとなっている。

これらの教育訓練は本溪市化学工業局が訓練要綱を決めて実施するのを利用している。本廠の操業に支障のないよう従業員を選んで参加させ、教育を受けた人には職場で報告する義務を課して教育効果の浸透を図っている。

(2) 廠幹部に対する教育訓練は、遼寧省石油化学工業局の幹部訓練センター指導の下に、年間3ヶ月にわたる長期訓練計画があり、幹部教育にはとくに力点を置いている。

#### 3.6.2 教育訓練の問題点

(1) 中級管理者・特殊技能者・幹部管理職の教育訓練は一応整えられ、省市主導で実施されている。しかし本廠の生産工程・生産管理の実状をみると、現在の教育訓練の弱点は下記に要約される。

- ・競争原理に基づく市場経済への対応、自主参画・向上への意欲
- ・操業・保全に関する基礎的実務的固有技術
- ・実践的な品質管理、総合的品質管理の考え方

- (2) 中級管理者・作業労働者の技術・技能水準の向上が重要課題と考えるが、専門技術の向上に関する教育内容に乏しい。

この種の装置産業では作業労働者の基礎教育は何よりも重要で、安全の上からも是非必要なことである。各工程の作業標準の基礎となる各設備機器の単位操作を分かり易く解説して、作業労働者に作業の目的や意義をよく理解させることが大切である。

炭酸カルシウム製造の実務を通じて化学工業の知識・経験を学びとることができる。現実の生産に役立つ教育が、とくに企業内の教育訓練の場では必要なことである。

- (3) 今後新しい設備機器、とくに計測機器や電子顕微鏡に代表される高度の分析測定機器の導入を計画しているが、これらを操作するためには、初めは特定の人に限定するにしても、相当の教育訓練を覚悟しないと使いこなせない。人材育成の方策を考えておかなければならない。

- (4) 実務教育とOJT (on the job training) と配置転換 (rotation) とを組み合わせで行うのがよい。職場を固定するのはよくない。

### 3.7 環境対策の現状と問題点

#### 3.7.1 環境対策の現状

本廠は本溪市の北西部火連寨地区にある。本廠の敷地の南西部と北東部に山が連なっており、その間にある地形になっている。本廠の付近には、遼寧省道路セメント工場、火連寨食糧倉庫、本溪市碍子工場などの鈹工業企業があり、回・漢・満といった多民族の居住区もある。住宅と工場・畑が混在した様相を呈している。

本廠の環境に関しては、「本溪市助剤廠年産 2万トン超細炭酸カルシウム、年産 1万トン微細重質炭酸カルシウム技術改造プロジェクト環境影響報告書」（以下「環境影響報告書」と略す）に詳細な検討評価結果が報告されている。

- (1) 本廠の大気汚染源としては、ボイラーおよび炭酸カルシウム乾燥炉からの排煙がある。サイクロンでそれぞれ80%以上の煤塵を除去しているが、一部で基準値を上回っている。「環境影響報告書」のデータを基に計算すると年間に排出される煤塵量は約 150トンと推定される。  
しかし火連寨地区の他の鈹工業企業からは合計で 1,000トンを超える大量の煤塵が大気中に排出されている状況にある。
- (2) 本廠の用水使用量は年間35万トンであるが、大部分は循環使用しており、新しい水としては年間 8.4万トンを補充している。工業廃水は年間 6.4万トンを排出し、このうち 3.6万トンは2mφ×5mの沈澱池で懸濁物を沈降分離しているが、それでも浮遊物質濃度 (SS) は基準値の 1.4倍である（「環境影響報告書」）。その他の項目は全て基準値内にはいつている。
- (3) 本廠から発生する固体廃棄物は年間7,000~8,000トンである。石灰を主成分とする灰滓は建築材に加工し、ボイラーの滓は道路補修用資材として利用することになっているが、本廠敷地内に堆積されている固体廃棄物が残っており、再利用のルートは必ずしも順調ではないように見受けられた。ゴム老化防止剤製造から発生する釜残は廃棄物処理場へ送って統一的に処理されている。

- (4) 騒音は遠心脱水機・真空ポンプ・ボイラーファン・コンプレッサーなどから発生する。主要な発生源について音圧級が計測されている（85～90dB）。

### 3.7.2 環境対策の問題点

- (1) 排煙中の煤塵除去はもっとも基本的な汚染防止対策である。「環境影響報告書」の実測データでは本廠付近の評価対象区では全浮遊粒子量（TSP）が主な汚染源になっている。排出総量では本廠より大量のTSPを排出している企業が付近にあるから、省・市の指導の下に地域ぐるみで協力して改善していく必要がある。公害対策は製造原価を上昇させるが、汚染の発生源負担の原則にしたがって対処するのが、企業の社会的責任である。

- (2) 本廠の環境対策として最大の課題は廃水対策であると思われる。当面の問題点は廃水中の浮遊物質（SS）の除去である。現在の沈澱池の容量は15m<sup>3</sup>程度で廃水の平均滞留時間は4時間以下である。現在でも廃水中のSS濃度は基準値を超えているのであるから、将来廃水量が増えればますます沈澱池での滞留時間は短縮され沈澱池の容量不足は解決を迫られる問題になる。

さらにSSのほかに、現在では基準値内にはいっているpH、化学的酸素要求量（COD）についても着目して対策を計画する必要がある。膠質炭酸カルシウムの生産量の増加にしたがって、表面処理剤の使用量も増えるから、廃水中に流出する有機物量も増える。表面処理剤は一種の石鹼であるから発泡し易く目立つ。本廠は居住区に隣接しているから地下水への浸透にも留意する必要がある。

- (3) 炭酸カルシウムの製造過程から出る廃棄物では固体廃棄物の処理が難問である。本廠では固体廃棄物の有効利用として煉瓦づくりを開発している。利用技術の開発は、それと同時に開発製品が商品として需要があるかどうかを確認しなければならない。そうしないと技術的に成功しても買い手がなく、結局固体廃棄物の再利用プロジェクトとしては失敗になる。

再利用プロジェクトの一方で、固体廃棄物の処理場（埋め立て地）を先を見越して確保していかなければならない。炭酸カルシウム関連の固体廃棄物は、塩基性に偏りがちであることに留意すれば人体に有害な要素は少ないが、固体廃棄物の処分に行き詰まると生産ができなくなると考えるべきである。

- (4) 「環境影響報告書」では、本廠付近の騒音を測定している。この地区の騒音は工業・住宅共存区の標準60dB以下であり、問題ない。



### 3.8 財務・経営の現状と問題点

(1) 本廠の財務管理は「管理標準」6に規定され、財務・決算資金配分などについて述べられている。

- ・経済活動分析管理標準（1988年施行）
- ・職工福利計画管理標準（1988年施行）
- ・企業 長期・中期・短期計画作成原則
- ・財務決算および保有資金配分使用規定
- ・経営計画作成プログラムおよび方法

(2) 本廠の過去4年間の主要財務指標を表3-4に示す。

表3-4 本溪市助劑廠財務指標

指 標		年 度			
		1989	1990	1991	1992
生 産 高	万元	1,082.0	1,105.0	3,375.0	3,038.2
販 売 高	万元	3,149.4	2,280.3	1,773.2	2,189.4
利 潤	万元	180.2	96.0	(-)2.6	32.8
税 金	万元	255.1	83.7	70.7	81.6
全労働生産率	元/人	12,212	37,964	34,760	38,532
電気使用量	kWH/生産高・万元	5,748	5,561	1,735	2,136
無煙炭使用量	ト/生産高・万元	24.7	24.7	17.5	19.4

(資料出所：本溪市助劑廠近代化計画調査質問書答案)

生産高（産値）は1989年が1,082万元、1990年が1,105万元であるが、これは中国の国家規定で1980年の固定価格により計算されている。しかし1991年に国家が評価指標を改めたので、1991年の生産高は約3倍になったが、生産量そのものはそれほど変わっていない（表1-6）。

1991年の販売収入は対前年費22%減少しているが、詳細は不明である。「企業診断資料」には1991年の生産値3,100万元、税込み利益240万元が記載されているが、これがもっとも実績に近く、上表の利益項目がマイナスになったのは税込み利益から更新改造基金・流動補充基金・新製品開発基金を引き出したからであるとの説明がある（姚総工程師発 調査団長宛 6月4日付FAX）。利込み利益240万元から税金71万元を差し引いた169万元を更新改造基金・流動補充基金・新製品開発基金として企業内に留保したことになるが、利潤がマイナスになっている点は理解できない。

税金については、製品販売に際して販売価格に対して一定割合の税金が課せられる統一規定があり、一種の売上税である。

- (3) 本廠経営の管理全体は「管理標準」1-22に体系化されている。表3-5にまとめて示す。この体系は経営全体を網羅しているが、体系整備の途上にあるように思われる。当初の管理体系構築の原点に戻り、再見直しと内容の充実を計画し、実務的な体系にする必要がある。

表 3-5 本溪市助劑廠管理標準

管理標準 No	管 理 対 象
1	・企業診断標準 ・管理用語集
2	・品質情報管理標準 ・品質情報管理体系図
3	・方針、目標、検査、診断プログラムおよび規定 ・工場方針目標作成プログラムおよび規定
4	・組織、機構、配置および作成標準
5	・企業標準化、組織管理標準 ・企業標準体系 ・標準化工作管理細則 ・標準化管理工作原則 新製品生産技術鑑定一般規定
6	・経済活動分析管理標準 1988年実施 ・職工福利計画管理標準 1988年実施 ・企業長期、中期、短期計画作成原則 ・財務決算および自家用保有資金分配、使用規定 ・経営計画作成プログラムおよび方法
7	・工程管理制度 ・工程工作プログラム ・技術情報管理 ・図面、技術書類管理と分配 ・書類保存規定 ・科学技術および新製品開発管理 ・技術改造管理 ・工程管理実施、検査 ・工程規律および監督規定
8	・物資注文購入標準 ・廃棄物の利用標準 ・物資分配標準 ・物資分類標準 ・限定供給管理標準 ・物資供給作成標準
9	・生産配置管理（夜勤管理） ・生産統計管理標準 ・生産作業計画管理
10	・設備管理
11	・エネルギー設備更新技術経済分析 ・エネルギー資金管理方法 ・エネルギー管理ネットワーク ・エネルギー節約措置および賞罰方法 ・製品エネルギー消費定額の検査 ・製品エネルギー消費の統計分析 ・エネルギー設備管理および管理標準 ・エネルギー計量管理標準

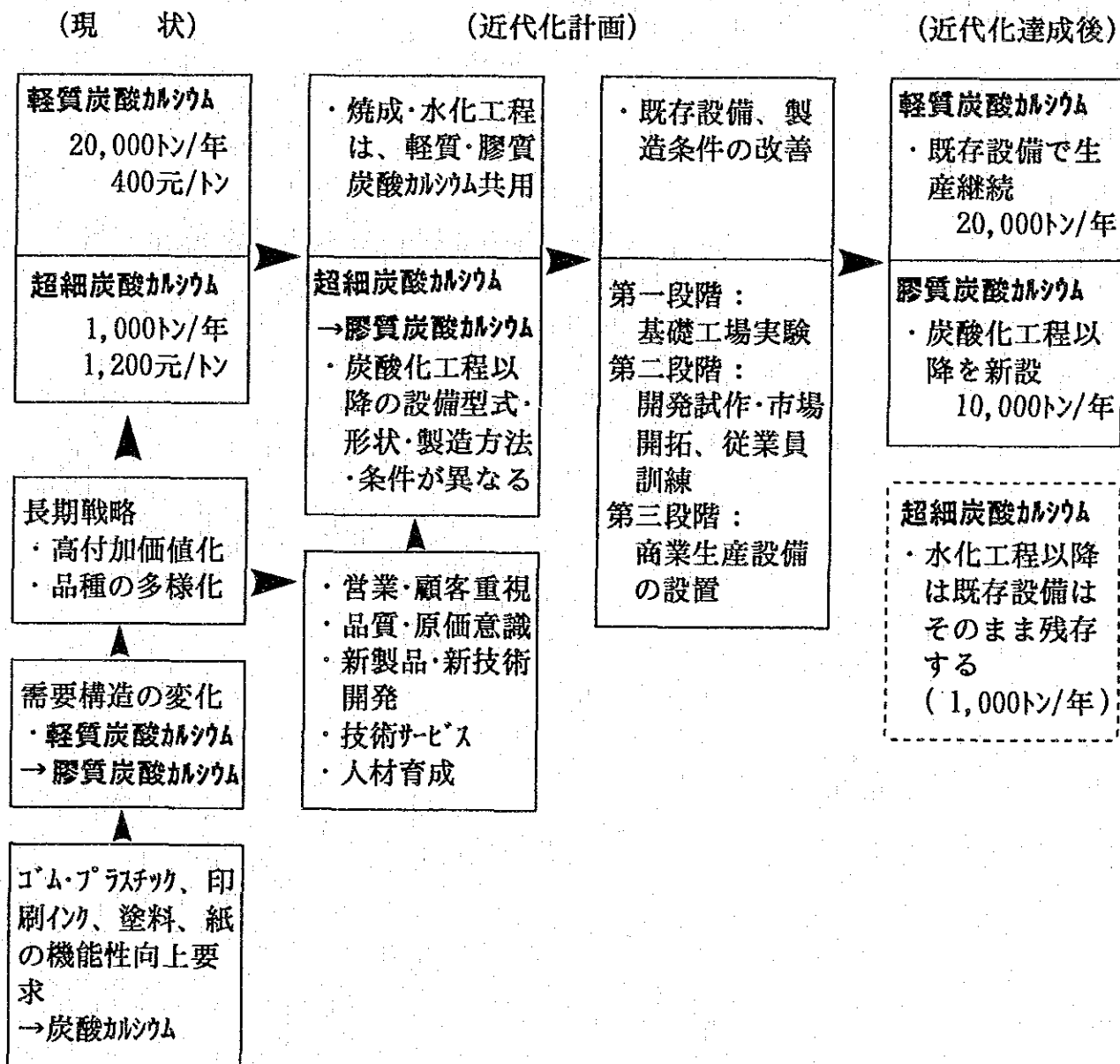
管理標準 No	管 理 対 象
12	<ul style="list-style-type: none"> <li>・市場調査および予測管理標準</li> <li>・商品商売計画作成方法</li> <li>・商売ビジネス組織管理標準</li> <li>・商売サービス管理標準</li> </ul>
13	<ul style="list-style-type: none"> <li>・運送コスト計算標準</li> <li>・車輛維持修理管理標準</li> </ul>
14	<ul style="list-style-type: none"> <li>・土木、建設施工管理標準</li> <li>・土木建設計画管理標準</li> <li>・土木建設検収管理</li> </ul>
15	<ul style="list-style-type: none"> <li>・品質保証体系</li> <li>・品質管理組織体系</li> <li>・創優(国家の優秀品に選ばれるよう計画すること)企画および計画</li> <li>・品質管理制御方法標準</li> <li>・品質監督(検査)</li> <li>・品質管理のデータ、図表の管理</li> <li>・顧客(ユーザー)サービス管理</li> <li>・化学技術成果発表審査奨励方法</li> <li>・生産秩序品質管理点</li> <li>・品質管理グループの管理</li> <li>・品質管理教育管理</li> <li>・品質審査チェック評価基準</li> <li>・創優企画計画および提案</li> <li>・創優活動の現場への展開および管理</li> <li>・品質管理制度およびプログラム</li> <li>・品質責任制度</li> <li>・優等品分析制御標準</li> </ul>
16	<ul style="list-style-type: none"> <li>・計量器具管理方法</li> <li>・計量器具配置標準</li> </ul>
17	<ul style="list-style-type: none"> <li>・原始記録、品質台帳</li> <li>・報告リスト管理制度</li> <li>・製品審査批准制度</li> <li>・成品検査員、半成品分析員学習トレーニング制度</li> <li>・標準溶液の配合および管理制度</li> <li>・実験室の廃液処理制度</li> <li>・精密機器、薬品、工具管理使用制度</li> </ul>
18	<ul style="list-style-type: none"> <li>・労働定員、定額管理標準</li> <li>・月給管理標準</li> <li>・出勤考査制度</li> </ul>
19	<ul style="list-style-type: none"> <li>・物資保存(貯蔵)管理基準</li> <li>・エネルギー消費の原単位(電気・蒸気・用水)</li> <li>・各生産品の原単位、コスト管理標準</li> <li>・物資消耗原単位</li> <li>・資金原単位管理標準</li> </ul>

管理標準 No	管 理 対 象
20	<ul style="list-style-type: none"> <li>・安全生産管理標準 ・安全教育標準</li> <li>・公傷・事故報告、取扱評価規定</li> </ul>
21	<ul style="list-style-type: none"> <li>・従業員教育計画 ・新人教育規定</li> <li>・技術ビジネストレーニング実施細則</li> <li>・教育訓練を継続するための規定 ・従業員学習考査方法</li> <li>・第七次 5ヶ年計画従業員教育企画</li> </ul>
22	<ul style="list-style-type: none"> <li>・医務室管理標準 ・飲料水ボイラー管理標準</li> <li>・従業員食堂管理標準 ・生活飲料水管理標準</li> <li>・住宅ボイラー管理標準 ・従業員住宅分配原則</li> <li>・環境衛生管理標準 ・一人っ子政策管理標準</li> <li>・交替勤務者宿舍管理</li> </ul>

# 第4章 近代化計画



## 近代化計画の流れ







## 第4章 近代化計画

### 4.1 近代化計画の概要

#### 4.1.1 近代化計画の背景

##### (1) 本廠および本廠をとりまく状況

本溪市助劑廠は、1937年の創立以来55年の歴史をもつ、中国における有力沈降炭酸カルシウムメーカーのひとつである。比較的規模の小さい企業が全国に分布する炭酸カルシウム業界で、その生産量は東北地区で第1位、全国でも唐山東礦化工廠に次いで第2位を占め、品質は化学工業部の優良品に評価されている。

本廠は沈降炭酸カルシウムについて長い製造経験を有しているが、部分的な改造は行われているものの、数十年の生産を経て建物と設備は老朽化し、作業環境も改善を要する状況にある。社会主義市場経済へ向けて改革開放の中にある現在、技術改造を進め新しいニーズに応えた製品を市場に提供していかなければ、本廠は生き残れないと厳しく考えている。

沈降炭酸カルシウムは、従来からある軽質炭酸カルシウムから機能価値を高めた膠質炭酸カルシウムへ需要が移行しつつある。中国国内でもそうした動向を機敏に捉えすでに4～5社が年産1万トン規模の軽質ではない炭酸カルシウム設備を設置しさらに増設の予定まである。幸いこれらの新設備で生産される製品は、中国の南西部の市場を占めている。東北部で本廠が膠質の炭酸カルシウムを量的に拡大し、質的に改善する機運は熟している。

本廠は、現在でも年産1,000トンの超細炭酸カルシウムを生産し、ゴム・プラスチック・印刷インク・塗料・紙などを製造するユーザーへ供給している実績もある。これらの関連業界は中国経済の成長とともに今後発展することは間違いない。本廠はこうした基盤にたって、炭酸カルシウム製品の精密化・高付加価値化を目指して企業体質を強化し、生産体制を整備しようとしている。本廠のこのような路線は原料面・市場面・輸送面からみても適っていると考えられる。膠質炭酸カルシウム製造の開発、技術・設備面での改造は切迫した課題であるといえる。

なお、本廠で超細炭酸カルシウムと呼んでいるものは、針柱状の凝集体でその粒径は1~3 $\mu\text{m}$ で比較的大きい。日本で膠質炭酸カルシウムと呼ばれるものは、粒子径が0.04 $\mu\text{m}$ 程度の立方体形状の単分散粒子である。超細と膠質を使い分ける必要のあるときは、以上のような概念で分類している。

## (2) 中国の第八次五ヶ年計画との関連

中国の第八次五ヶ年計画は、1991年に始まる十年計画の前半五年の時期に当たる。十年計画は中国経済を近代化する戦略であり、全体の目標は「小康戦略」を実現することにある。この計画の具体的目標のひとつとして「高付加価値輸出商品の開発と生産を推進」することが掲げられ、高付加価値化はひとつのキーワードになっている。

化学工業分野の重点は、化学肥料・農薬・農業用フィルム等の農業用製品および化学工業原料と精密化学製品とされている。炭酸カルシウムについても、軽質炭酸カルシウムから超細あるいは膠質の炭酸カルシウムへシフトしていくことは、上述の重点化の流れに沿った方向といえる。

さらに国営企業の技術革新計画では、技術導入の重点は既存企業の技術革新に置くこと、企業の技術開発を先行させ開発成果を速やかに生産力に転化させること、基礎の確立・装備の改善・レベルアップ・支援能力の強化などが確認されている。

技術改造診断の対象に選ばれた本廠は、中核企業として技術の進歩に先導的な役割を果たすことが期待されているものと思われる。これらの企業は国家の支援施策を受けられるが、同時に請負経営責任性も強化され、改善の負担も明確化される。技術の改善・開発計画と導入計画とを連動させ、技術の進歩を推進させるのが狙いである。これらの企業は資金供給・技術開発費・租税・外貨その他の条件面で重点的な支援と優遇措置が与えられることが明らかになっている。

### (3) 本廠の技術改造プロジェクト

本廠は第八次五ヶ年計画期間中に既存の利用できる土地・新施設・設備・用役および膠質炭酸カルシウムの生産能力1万トン/年の新系列を増設する計画である。生産技術と設備を改善し、計測・制御機器や生産技術の進歩に対応する分析機器を導入しなければならないと考えている（「企業診断資料」）。

膠質炭酸カルシウムは、予想ではトン当たり 1,200元～ 2,000元で販売できる。1万トンの生産能力をフル稼働させるとすれば年間 1,200万～ 2,000万元の販売収入が見込まれる。

#### 1) プロジェクトの内容

本廠が計画している導入予定の技術は、膠質炭酸カルシウムの生産技術およびその表面処理技術である。これまでの本廠独自の調査によって、これに必要な導入予定の主要設備として炭酸化反応器および付随する計測・制御機器、生成する膠質炭酸カルシウム懸濁液の脱水操作に適した脱水機（たとえばフィルタープレス）、脱水した膠質炭酸カルシウムのケーキの乾燥操作に適した乾燥機および乾燥した膠質炭酸カルシウムの粉碎・分級、包装装置あるいはそのシステムがあげられている。

このプロジェクトに対応する要員は、「質問書答案」によれば、超細炭酸カルシウム工場は管理者 7名、技術者 4名、生産労働者 173名の計 184名ということであるが、この要員数は後述する「可能性研究報告」中の数値と同じである。

「可能性研究報告」とは生産規模が縮小しているから、このままではないと思われる。おおよその見当として受け取り、詳細は今後さらに詰められるものと考えられる。

このプロジェクトの実行計画（スケジュール）は、1993年 4月～10月に設計・契約、1993年10月～1994年 6月に基礎建設、1994年 6月～1994年10月に設備据え付け・試運転の予定と回答されている。しかし現地調査の段階では、具体的な機種・仕様の決定には至っていない。資金調達についても後述するような見通しはあるようであるが、具体的な決定は行われていない（「質問書答案」）。

遼寧省石油化学工業規格設計院が作成した「可行性研究報告」の前提は超細炭酸カルシウム年産 2万トンおよび微細重質炭酸カルシウム年産 1万トンの生産であるが、現在のプロジェクトとしては、「市場・資金・プロジェクト条件等の要素の変更」により、超細炭酸カルシウムの生産規模を年産 1万トンに縮小したとの説明がある（「質問書答案」）。

このようなプロジェクトの根幹生産量についての変更があるものの、この「可行性研究報告」は現地の実情を踏まえて、需要予測から製品計画・生産規模、原料・用役の供給、工場立地の条件・建設場所、用役・補助施設、環境保護・安全・産業衛生、工場組織・労働要員・プロジェクトの実行計画、投資概算、資金調達、損益分析まで詳細に調査されており、膠質炭酸カルシウムプロジェクトを推進する上でおおいに役立つ資料である。

「可行性研究報告」は原案の生産量でその可行性を認めて、このプロジェクトの早期実施を提案している。しかし現実には上述のように改定されたプロジェクト内容になって進行していると理解する。

「可行性研究報告」では増設に伴って、受電・変電所・蒸気ボイラー等の用役施設を新規増設しなければならないことになっている。改定の理由に述べられた事情は、超細炭酸カルシウムの計画生産量を年産 1万トンに半減し、微細重質炭酸カルシウムの生産計画を取り下げることによって、用役設備は新規増設することなく、現状のままで可能である範囲に計画を圧縮したことを指すものと推定される。

#### 4.1.2 近代化計画作成の基本的考え方

##### (1) 本調査の位置付け

調査団は本溪市助劑廠の近代化計画を4.1.1(3)「本廠の技術改造プロジェクト」の項に述べたように理解した上で本調査を以下のように位置付け、独自の近代化計画を提案する。

本調査は既存の軽質および超細炭酸カルシウム製造設備の利用を前提としているが、主目標である膠質炭酸カルシウムの生産量が現在の超細炭酸カルシウムの10倍を計画していることから、新設の概念設計までを考える。本調査は「中華人民共和国工場（本溪市助剤）近代化計画調査実施細則」に基づいて近代化計画を作成し、本廠の近代化に技術協力するものである。とくに本廠が現在推進している技術改造プロジェクトの中で、膠質炭酸カルシウム製造の技術改善および最適設備の選定に対して指導的役割を果たすものと位置付けられる。本調査報告書は本廠の近代化を計画し実行する上で有力な資料となるであろう。

## (2) 基本的な考え方

近代化計画の生産工程の重点は膠質炭酸カルシウムの製造技術の確立に置いている。そのために必要な設備・機器・製造技術の要点は次節以降で詳しく述べているが、その根底には以下のような考え方がある。

自動化については、本廠の技術の現状および意向を考慮して、省力化を目的とした自動化は取り入れないが、製造技術上必要な自動化機器は選定している。自動化は製品の品質向上・安定、作業の安全、コストの削減などが目的である。自動化それ自体は手段であって目的ではない。コストパフォーマンスを考えれば、豊富な労働力を使った生産の方法が推奨される場合もある。

製造工程の連続化についても同じように考える。単一品種の大量生産型の生産（1品種3万トン/年以上）には、連続化工程のメリットは大きいですが、一品種の実生産量が少なく品種切り替えの頻度が多い多品種少量生産型の生産ではかえって生産効率が劣る。具体的には品種切り替えのたびに、仕掛かり品（製造・処理途中の品物）を除去し、設備機器を清掃して品種混合（contamination）を防がなければならないし、製造条件も変更設定しなおさなければならないからである。

炭酸化反応、表面処理に回分式を採用し、乾燥と粉砕・分級を分離したのは主として以上のような理由による。技術的にも連続化反応は難しい面があり、回分式での技術蓄積がなければ採用はできないからである。

既存設備の活用は、この近代化計画の大前提である。膠質炭酸カルシウム製造の場合にも、製造技術だけでなく原料の調達・在庫を含めて総合的に考えると、日本での操業実績から推定して、焼成・水化設備は増設しなくてもよい。ただし原料を膠質炭酸カルシウムに適した品質のものに統一して調達する必要があるが、工程は単純化して作業効率も向上する。

膠質炭酸カルシウムは新製品であり、新技術で製造される。したがって、工場では管理者・技術者だけでなく、生産現場で作業する労働者まで、新製品のもつ意味や製造技術上の要点などを熟知している必要がある。また新製品の顧客に対しても、新製品が従来品より優れている点、新製品を利用することで顧客の製品の機能・品質が向上する点などを、商業生産に先立って広報し、市場の拡大を画策する必要がある。

人材の育成を含めて、本廠の技術基盤が確立し、需要の拡大してきた時点でさらなる増設を考えるべきであろう。その際には、連続化・自動化を再度考慮する必要がある。用役関係の新設・増設もしなければならぬから、環境対策も織り込まれるであろう。

### (3) 近代化計画の段階区分

生産工程の近代化計画の作成に当たって、第一段階は既存設備での可能性の診断であり、改善の提案である。主として生産技術のソフトウェアで対応できる範囲である。膠質炭酸カルシウムの製造については既存設備を利用した工場実験によって膠質炭酸カルシウム製造の基礎的技術を体得する期間と規定できる。

第二段階は、既存設備の改造あるいは試験反応器の設置など比較的小さな改造・投資が対象となる。この設備を使って新設本格設備が稼働する前に、最適操業条件の探索・操作基準の確立・ユーザーへ試供する新製品（膠質炭酸カルシウム）の試作・市場開拓・異常事態への対応・作業員の操作訓練などと多目的に活用し、スムーズな作業移転ができるための準備期間とする。なお既存の超細炭酸カルシウム工場の一角に設置するこの試験反応器は、新設本格設備が稼働した後もそのまま残し、新技術・新製品の開発に利用するので無駄にならない。

第三段階は、目的達成のために必要な設備機器の更新・導入について提言し、製造技術について詳細が開示される。この段階までの過程を着実に準備し、忠実に実行してくれば、膠質炭酸カルシウムの製造は確実に成功する。

生産管理については、まず管理の前提となる事項の実施が工場内に徹底・浸透することを目指し、従業員の間管理意識を根付かせる。次段階で個々の管理項目の改善に移るように近代化計画を作成している。

#### 4.1.3 近代化計画の内容

近代化計画は生産工程と生産管理のふたつの部分からなる。本項では次節で詳述する近代化計画の概要について述べる。

生産工程については、計画を第一段階・第二段階・第三段階に分けて提案する。その区分は前項に考え方を示したが、目標とする膠質炭酸カルシウムの商業生産は第三段階でなければ完成しない。完成は第八次五ヶ年計画期間になるよう配慮した。第一・第二段階はそのための準備段階であるとともに重要な訓練・実習期間でもある。

生産管理については、ソフト面での改善が多く、環境対策以外は大きな投資も要しないが、計画実施のおおよその順序として段階区分けした。環境対策については考え方を示した。

生産技術の向上は、日常の一見些細な改善の積み重ねを基礎としている。周到的な準備と定められた操作条件を厳密に遵守することが安定した品質を作り出すのである。このことを管理者はよく認識し、自ら現場に赴いて作業者によく説明して確実に実行させる不断の指導を怠ってはならない。その基盤の上に新技術・新設備が導入されるのであれば、製品の品質・生産性とも格段の向上がみられるであろう。

##### (1) 生産工程

超細炭酸カルシウムについては、最終的には膠質炭酸カルシウムの製造を目標にしているが、現在ではとりあえず現状の超細炭酸カルシウムをつくっている。第一段階は膠質炭酸カルシウムの製造の必須条件を既存設備で具現できるような提案を行う。原料の受け入れ・焼成・水化・炭酸化・表面処理・脱水・乾燥・粉碎・分級・包装の各工程について、現在の操業方法・条件をチェックしてよりよい方法・適正な条件を提案する。生産工程の問題は、原料の調達・設備の保守など生産管理上の改善とも結びついているので改善案は総合的に考えなければならない。



総合的にいえば、膠質炭酸カルシウムの製造技術についてこの段階では、工場実験を通じて技術を体得する期間であると規定する。既存設備を利用して技術開発をすすめるが、最小限必要な試験機器（手動フィルタープレス、小型粉碎・分級機）は購入する。

もっとも基本的なことからや原理・原則に沿った当たり前のやり方を提言しているが、これを実際の中で厳密にやり遂げさせること（管理者）・やり遂げること（作業労働者）が生産技術のすべてであることを理解しなければならない。

第二段階では、次段階で設置する炭酸化反応槽と同じものを既存の超細炭酸カルシウム工場の中に設置し、第一段階で体得した技術を利用して膠質炭酸カルシウムを試作する。開発設備費用を節減するため、炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽・表面処理槽は兼用する。これらの槽は中国国内で製缶・組み立てられる。焼成炉に空気分配器・石灰石の偏流防止用の火格子の取り付け工事も含まれるが、この工事は焼成炉の耐火煉瓦張り替え時期に合わせる必要がある。

測定用計器類も順次取り付けられる。

すでに技術開発は完了し、作業労働者の教育も整い、市場に新しい製品を受け入れる態勢ができている第三段階では商業生産用の設備機器が提案される。焼成炉・水化機は石灰石（「白石」）の専焼を条件に既存の設備を使用する。石灰乳濃度温度調整槽 4基、炭酸化反応槽（L/D=1） 6基、ロータリーブローアー 1基、膠質炭酸カルシウム懸濁液濃縮槽 1基、表面処理槽 3基、フィルタープレス用懸濁液供給槽 2基、フィルタープレス 1基、バンド乾燥機 1基、乾燥品中間槽 2基、粉碎・分級機 1基、製品槽 2基が主要構成機器となる。

測定機器としては透過型電子顕微鏡、BET法比表面積測定装置、光電管式白度計、光透過遠心沈降式粒度分布測定装置、その他を提案する。

## (2) 生産管理

生産管理の近代化はソフト面での改善である。できる限り具体的な事例をひいてすぐできる管理を心掛けて記述した。生産工程改善の無投資部分、生産管理の近代化計画で述べる提案を忠実に実行するだけで、本溪市助剤廠の体質は大きく変化し、新しい技術・設備を受け入れる体制は万全なものになるであろう。

生産管理の章に分類される環境対策については、膠質炭酸カルシウムの生産が増加すると廃水処理対策を講じなければならない。とくにpH、浮遊物質濃度(SS)、化学的酸素要求量(COD)および泡が処理対象である。