

4-2 プラスチック

4-2-4 フェノール樹脂

4-2-4 フェノール樹脂 1/11

| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---------------------|--------|------|-------|---------|--------|-----|-------|-------|-------|-----|--------|-------|-------|
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 既存生産設備と能力 1/2 | <p>● ホルマリン、フェノール樹脂及び樹脂成形材料</p> <p>近代化調査対象製品生産能力 (t/年)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>生産品種</th> <th>ホルマリン</th> <th>フェノール樹脂</th> <th>樹脂成形材料</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>J工場</td> <td>(対象外)</td> <td>1,500</td> <td>3,000</td> </tr> <tr> <td>T工場</td> <td>15,000</td> <td>5,000</td> <td>4,800</td> </tr> </tbody> </table> <p>1) ホルマリン生産工程 銀触媒法工程…フェノール原料及び外販用：実績基準生産能力 11,000 t/年 メタノール→高位置ヘッドタンク→蒸発器→<空気+メタノール>混合ガス →加熱器+水蒸気→反応器(銀触媒床)→廃熱ボイラー(急冷)→<ホルムアルデヒド+水>→第1、第2吸収塔→ホルマリン…T工場フェノール樹脂原料</p> <p>2) フェノール樹脂・生産工程 塩酸触媒法工程…主要銘柄 12 種ノボラック樹脂実績基準生産能力 4,000 t/年 <原料①フェノール+原料②ホルマリン>→反応器(塩酸触媒)→フェノール樹脂 フェノール樹脂→冷却→製品①ノボラック樹脂(粉体)、 →製品②ノボラック樹脂(フレーク) フェノール樹脂→未冷却→製品③レゾール樹脂(液状)</p> <p>フェノール樹脂 5,000 t 対応反応缶： 2.0 m³ 缶 9 基…5 缶・ノボラック専用、1 缶・尿素樹脂用、1 缶・排液処理用 1.5 m³ 缶 1 基…レゾール樹脂専用</p> <p>フェノール樹脂 1,500 t 対応反応缶： 2.0 m³ 缶 3 基…2 缶・ノボラック専用、1 缶・レゾール樹脂専用 1.0 m³ 缶 4 基…固体レゾール樹脂用鋼鉄ホロー引き缶</p> <p>3) 樹脂成形材料・生産工程 二段法成形材料…圧縮成形材料用途(黒物専用)：設計生産能力 4,000 t/年 <原料フェノール樹脂(粉体)+主基材+硬化剤>→1次・2次混合機 (ランダム結合型ノボラック)(木粉)(ウロトロピン) →ロール混練→冷却→粗粉碎→微粉碎→製品混合(均一化)→製品</p> <p>計算設備能力 4,000 t/年(生産実績 2,600 t/年)に対応した生産設備 原料混合機 4 基：U字型箱式 3 m³ (2,500 L×1,200 W) ロール混練機：550φ×1,500L 1 台、前 560φ後 510φ×1,530L 1 台、中型 1 台 万能粉碎機：衝撃式固定刃直径 457 mm 集塵機 10 台：バッグフィルター式(再生法/エアパルス、返吹)</p> | | | 生産品種 | ホルマリン | フェノール樹脂 | 樹脂成形材料 | J工場 | (対象外) | 1,500 | 3,000 | T工場 | 15,000 | 5,000 | 4,800 |
| 生産品種 | ホルマリン | フェノール樹脂 | 樹脂成形材料 | | | | | | | | | | | | |
| J工場 | (対象外) | 1,500 | 3,000 | | | | | | | | | | | | |
| T工場 | 15,000 | 5,000 | 4,800 | | | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--------------------|---|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) | |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | | |
| 6. 既存生産設備と能力 1/2 | <p>計算設備能力 4,000 t/年 (生産実績 3,000 t/年) に対応した生産設備</p> <p>原料混合機 4 基: 1 m³リボンミキサー (2,600 L×1,600 W)</p> <p>ロール混練機: 400φ×1,118L.3 台、フリクション比 1.125</p> <p>粉碎機: 衝撃式 4 台 (500 kg/hr)、ハンマークラッシャー 1 台 (800 kg/hr)</p> <p>集塵機 5 台: バッグフィルター式 3 台、パルス 1 台、綿布 1 台</p> | | |
| 7. 現状と問題点 1/4 | <p>● ホルマリン生産工程</p> <p>銀触媒法の製造プロセスは日本の先進プロセスと比較して、プラント安全性、生産性、品質等多くの点で差異がある。以下に比較を前提として記載する。</p> <p>特に、触媒寿命が極端に短い、主要機器能力の設計アンバランスが問題である。</p> <p>1) 安定、安全運転面から</p> <p>① プラント停止が多い…銀触媒層温度低下による触媒性能の低下、生産量未達 停止原因: 1 位 42%・他の車間の設備不良、2 位 22%・原料不足、製品貯槽能力不足、3 位 18%・工場外原因 (停電、休日)</p> <p>② 老朽化不良計器の整備補修…指示不良、作動不能計器が多く、火災の危険大</p> <p>2) 生産能力</p> <p>① メタノール蒸発器: 上部から触媒毒を含むメタノールミストが触媒層に入る 原料混合ガスを得る前工程のメタノール、空気、蒸気それぞれ独立した蒸発器、加熱器とする</p> <p>② 反応器の偏流…反応器の構造と触媒床の形成は心臓部で各社極秘である 触媒床から原料混合ガスが漏洩し生成ガス中に酸素が混入すると、反応塔下部構造をなす急冷部の管板破損の心配がある</p> <p>③ 反応生成ガス急冷部の構造…現状の反応器に直結した廃熱ボイラー構造による生成ガス急冷は効果を上げているが異常発生時には十分でない。検討を要す</p> <p>④ 反応器: 直径 1,000 mm は小型に属し、計画値 15,000 t/年達成は困難である 反応器の改造・更新・大型化…採用触媒 (鉄又は銀) により選択枝が異なる</p> <p>⑤ 第 1、第 2 吸収塔のプロセスフロー 第 1 吸収塔: 入口ガス中アルデヒド 41.8%、塔底液 36.8% は日本比約 20% 低い 第 2 吸収塔: 充填層吸収効率不良、国産プラスチック充填剤が問題 第 1、第 2 吸収塔…充填材の点検不良品交換、第 1 吸収塔泡鐘段を第 2 塔頂へ</p> <p>⑥ 吸収塔冷却器の冷却効果不良…水垢付着、洗浄効果がない、根本的対策必要</p> <p>⑦ 原料メタノール製品のホルマリン貯蔵能力不足…操業停止回数が多い 現状能力 2.5 日→7 日分のタンクが必要 (顧客引取遅延、春節明け需要等)</p> <p>3) 触媒寿命関連・触媒毒混入</p> <p>① 原料メタノール地下貯槽式受入れ口: 貯槽接続口の改造・鉄錆の混入防止</p> <p>② 原料メタノールタンク内部点検清掃: 地下貯槽等の底部鉄錆蓄積防止</p> <p>③ メタノール、空気、蒸気系の独立化: 触媒毒対策、長期安定生産</p> | | |

| | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7, 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 7. 現状と問題点 | 2/4 | |

④ メタノール高位置槽、蒸発器の底に触媒毒：底部のドレン抜き設備の設置

⑤ メタノールフィルター、空気フィルター、混合ガスの点検
原料メタノール中触媒毒受入検査、ウレタンマット装着空気濾過器、
蒸気系の触媒毒対策（スチームトラップの設置とドレン検査）

⑥ メタノール原料水蒸気用セラミックフィルター…最終ラインの触媒毒除去

⑦ メタノール蒸気発生用水の品質不良…脱イオン水、軟水化

⑧ メタノール銀触媒再生能力、品質…電解能力強化（質、量）の必要
仕様済触媒銀の電解加工品…純度分析技術、銀触媒寿命延長対策不十分

4) 品質問題

① 高品質原料メタノール…銀触媒の触媒毒フリー原料入手の受入検査不足

② 製品ホルマリン品質・脱酸素装置…将来の顧客の要求水準向上に対応出来ない
混入した酸成分を基準以下とし、安定化する為のイオン交換樹脂処理設備

③ 製品ホルマリン高濃度化…経時変化/パラホルムアルデヒド生成防止対策なし

④ 技術検討目的の分析個所に測定計器…必要個所の計器測定機故障未修理が多い

● フェノール樹脂・生産工程

日本の生産工程と異なる点は以下の3点である。

- * ノボラック樹脂の反応触媒が塩酸単独あるいは併用型である
- * 反応缶の大きさが2 m³である（小型）
- * 減圧脱水の真空ポンプがレシプロ式である

1) 原料仕込み・反応・触媒関連

① フェノール、ホルマリントank、配管の保温不十分

② フェノール、ホルマリントankの外周に防油堤がない（漏洩災害拡大の危険）

③ フェノール、ホルマリントank類の計量台秤の精度不十分（接続配管材を考慮）

④ 耐食性の為反応缶がガラスライニング性で熱伝導性に劣る
ノボラック樹脂で冷却不足による工程異常トラブルが発生している

⑤ 反応缶内部汚れ…人力で削り取るが作業性が悪い

⑥ コンデンサー内部と接続配管が銅製で耐久寿命がない（酸触媒使用対策）

⑦ 反応中の（冷却不足）高温沸騰による反応制御困難を生じ易い、

⑧ 反応缶底部排出口の開閉機構不適：ゲートバルブ→密閉性不良、液漏れ

2) 真空系関連

① 真空漏れ、脱水操作不十分（7缶並列にレシプロ大型1基中型3基に接続）
フェノール系反応缶6基同時並行的に脱水操作が出来ない為非能率である

② 真空ポンプの排気が未処理で大気放出、周辺ガス臭気がひどい

③ 凝縮液槽の前にコールドトラップがない為、凝縮液が真空ポンプに吸入される

④ 2缶を除き、反応缶釜底の排出バルブ構造不良による真空漏れ、反応液漏れ

| | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 7. 現状と問題点 | 3/4 | |

3) 計装関連

- ① 反応温度検出は目視形 200℃水銀温度計を使用、応答が遅く、時代遅れ
- ② 温度、圧力の検出、自記記録設備がない。科学的管理、反応操作が不十分

4) その他

- ① 主原料フェノールの熱水融解法は非熱効率、水質汚染、大量処理難である
ドラム缶口から熱水混入による濃度変化・不純化、傷付きドラムからのフェノール漏出による水槽汚染、ドラムからの仕込み作業時の火傷事故
- ② 反応缶へのフェノールホルマリンの仕込み法が問題、配管輸送ラインを兼用するが洗浄を必要とする(汚染)、改造し必要ない方法とすべきである
- ③ 反応缶の容量が小さい(2 m³では経済性が劣る)
- ④ 樹脂の濾過操作が不十分
- ⑤ フレーク状樹脂の製造設備は不十分、生産性に劣る
作業場の床で作業し、袋詰めされるが、異物混入対策がない
- ⑥ ノボラック樹脂の粉砕設備は粉塵対策(集塵機能力小)、異物混入対策不十分
- ⑦ 反応廃液処理：増産時の第3次処理能力が小さい
- ⑧ シェルモールド樹脂、補強樹脂用冷却コンベアが機能せず、冷却時間差により品質安定性が劣る(蛇行、送りのスリップ、表面の凹凸)

● 樹脂成形材料・生産工程

黒物の成形材料生産が殆どで黒物用混練り装置は大型であるが色物は少ない。硬化剤にウロトロピンを用いた2段法成形材料である。
高付加価値のレゾール樹脂をマトリックス樹脂とする1段法成形材料はない。顧客の成形加工法に合わせた圧縮成形用成形材料生産に特化した工場である。

1) 生産性、作業衛生環境…粉塵発生に対する合理的な対策がない

- ① 1号原料混合機仕込み口(粉体原料の計量、投入)の発塵防止対策がない
- ② 1号原料混合機仕込み口の攪拌中の発塵防止：集塵対策がない
- ③ ロール混練機の集塵フード機能強化：オープンスペースの密閉化がない
- ④ ロールシート冷却コンベアの集塵機能なし：オープン式で臭気、粉塵大
- ⑤ 3号バッグフィルター集塵機再生機能老朽化：吹き返し再生効果なし
- ⑥ 1、2号集塵機再生機能老朽化：エアパルス再生効果なし

2) 生産能率…人力による作業が多く、生産量増大に対応した改善が必要

- ① ロール混練機の再投入作業の省力化：仕込み量が多く、人力作業で非能率
- ② ロールシート搬出と粗砕機投入方法：操作員の人力作業で非能率、管理不安定
冷却コンベアの操作、冷却時間、扇風機の粉塵巻き上がり、夏の冷却不足等
- ③ 混合機を大型密閉式にし、計量、投入作業を軽減する

| | | | |
|--|---------------------------|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) | |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | | |
| 7. 現状と問題点 | 4/4 | | |
| <p>3) 品質向上、省エネルギー</p> <p>① 1次原料混合機への原料投入量の確認法無し： 木粉の水分補正量のあいまいさ、吸引式空気輸送による粉塵ロス回収投入</p> <p>② ロール混練機への混合粉投入量の定量化：30～35 kg/バッチを目標仕込み</p> <p>③ ロールシートへの生混合粉付着防止対策：オープンロール式の欠点</p> <p>④ 1次原料混合機仕込み口金属異物混入検出：床面のロストルが使用されない</p> <p>⑤ バックロール温度を一定化する調圧弁がない (4.5 kg/cm² 135℃以上保持困難)</p> <p>4) その他</p> <p>① 射出成形用材料の生産対応・粉砕ライン：近代化新規対応</p> <p>② ロール混練り機潤滑方法</p> <p>③ 粉砕機金属混入防止：衝撃式粉砕機への金属片混入は粉塵爆発の危険大</p> | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 1/7 | | | |
| <p>● ホルマリン工場</p> <p>工場履歴と近代化のステップ…1975年建設、'87年大改造、'89・'94年吸収塔更新</p> <p>ステップⅠ：生産設備の基本的機能回復、現状能力1.1万t/年+1,000t増産</p> <p>ステップⅡ：輸入触媒使用、連続4ヶ月運転実現、製品貯蔵槽新設、+2,000t増</p> <p>ステップⅢ：新プラント建設、3.0万t/年、目標水準2年間連続運転可能</p> <p>ステップⅠ：生産設備の基本的機能回復、年産1.2万t年の実現</p> <p>1) 不良及び老朽化計器の更新：自廠で補修せず、専門メーカーに修理依頼する 最新機器は高度複雑であり、修理に時間が掛かり修理不十分のまま使用となる</p> <p>① 蒸気系：1件・吹込蒸気流量調節用記録計/記録計交換</p> <p>② メタノール系：3件・原料積算流量計、流量指示調節計、熱水排出温度計</p> <p>③ 空気系：5件・空気槽圧力指示調節計、ブロー出口温度指示計、原料ガス加熱用温度指示調節計、新設/空気加熱器用温度指示調節計</p> <p>④ 反応系：3件・反応器バイパス管圧力指示計、反応器廃熱ボイラー液面調節計 反応器廃熱ボイラー圧力調節計</p> <p>⑤ 吸収系：4件・第1・2吸収塔塔頂・塔底/温度指示計、圧力指示計</p> <p>⑥ 用役系：2件・軟水排ガスボイラー/軟水反応器ヘッダー流量調節計</p> <p>2) メタノール蒸発器の改造と空気加熱器の設置</p> <p>① 新設空気加熱器/多管式熱交換器、伝熱面積3.5m²、材質・ステンレス鋼</p> <p>3) 第1・2吸収塔の順番交換に伴うフローの変更</p> <p>① 第1吸収塔の塔頂泡鐘段の活用対策・泡鐘段移設より配管変更コストが安い</p> <p>② 第2吸収塔の塔頂への注水ライン移設</p> <p>4) メタノール高位槽の改造…触媒毒蓄積対策・ドレン抜きバルブ新設</p> | | | |

| | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 2/7 | | |

5) 既設原料空気フィルター及び混合ガスフィルターの改善
 ① 反応器への触媒毒移行防止・既存フィルターの濾過材交換

6) 原料水蒸気のセラミックフィルターの設置…2基設置・交互再生連続運転

7) 蒸気発生用軟水の品質改善…軟水入り口SSの濾過器、イオン交換樹脂交換

8) 電解再生銀触媒の確保…寿命が短い為、交換頻度が多く再生作業時間を延長

ステップⅡ：輸入触媒使用、連続4ヶ月運転実現、年産1.4万t年の実現

1) 製品貯蔵能力の増加…貯蔵槽100m³ 2基新設（既存1基と計3基で運用）
 現状貯蔵能力3日分が約7日分に拡大される。これにより、貯槽不足による操業停止を回避できるが販売部門は従来以上に販売の平準化努力を要する。

2) 触媒寿命…電解銀量確保、品質確保
 ① 電解銀設備新設の場合でも日本産に較べ品質が劣り寿命は1ヶ月である
 ② 日本の専門メーカーが生産した電解銀触媒の寿命は4ヶ月である
 ③ 但し、触媒毒排除の対策ステップⅠを徹底しないと寿命4ヶ月は実現しない
 ④ 電解銀設備新設しても高品質・長寿命触媒の生産は簡単に達成出来ない
 日本の多くのメタノールメーカーは専門企業に委託生産している

ステップⅢ：新プラント建設、3.0万t年、連続2年間連続運転可能

プロセス技術の比較→銀触媒法と鉄触媒法と2種類の方法からの選択
 ① 銀触媒法…既存技術の延長で、習熟された技術、建設費用が安い
 ② 鉄触媒法…触媒寿命が長く、高濃度製品が得られ、高濃度製品需要拡大に対応可
 以上の背景から②鉄触媒法をステップⅢとした。
 37%ホルマリン100t/日、年間300日操業、運転人員：平常時1人

<プロセス概要>

1) 原料ガス処理工程
 メタノール蒸発器/39m³、空気予熱器/14.8m³、エロフィン式
 ① 原料メタノールは液体で所定量蒸発器へ送られる
 ② 蒸発したメタノールガスは混合器で空気と混合され、原料混合ガスとなる
 ③ この空気は予め濾過布で塵埃を濾過し、吸収塔排ガスの一部を循環ガスとして受け入れ（空気中の酸素濃度を調整する為）混合されて混合器へ送られる、

2) 反応工程
 反応器/3,400φ×1,050L、熱媒体凝縮器/75m³多管式、ガス冷却器/240m³、
 ① 混合器の原料混合ガスは反応器へ送られる
 ② 反応器は、管内に触媒が充填された状態の外部冷却型多管式熱交換器である

| | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 3/7 | | |

③ メタノールは酸化されてホルムアルデヒドとなる
④ 発熱反応の熱は反応温度を最適に保つ為、熱媒体により反応温度を除去する
⑤ 熱媒体油は反応器で熱を吸収して蒸発し、廃熱ボイラーで放熱し反応器へ戻る
⑥ 廃熱ボイラーからは水蒸気が発生し系外で利用される
⑦ 反応生成ガスは、第2廃熱ボイラーで更に熱を吸収され、吸収塔へ送られる
⑧ 熱回収により発生される水蒸気の量は本プラント内での消費量を上回るので余剰水蒸気として系外へ送り出される

3) 吸収工程
吸収塔/上部棚段層 1,800φ×26,500 H、下部充填層 1,800φ×7,500 H
吸収塔・第1冷却器/60 m³ 板式、第2冷却器/75 m³ 板式
メタノール貯蔵槽/200 m³・2基、6,770φ×6,125 L
ホルマリン貯蔵槽/500 m³・3基、8,710φ×9,155 L

① 吸収塔は1本で上部棚段層、中下部充填層から成る
② 第2廃熱ボイラーを出た反応生成ガスは吸収塔下部から入り、上部へ流れる
③ この時塔内を循環しているホルマリン液及びプロセス水と向流接触し
④ ガス中の有効成分が水相に吸収され、ホルマリンとして塔底に溜まる
⑤ 一部のガスは循環ガスとして原料空気系へ送られ、一部の排ガスは塔頂より系外へ排出される
⑥ 吸収塔底部から濃度を調整された粗ホルマリンが製品貯槽へ送られる

● フェノール樹脂
ステップⅠ：既存生産設備を尊重し、同じ規模の反応缶とコンデンサーで材質を変更する事と塩酸触媒を硫酸触媒に変更する、新規に粒状樹脂の生産設備を導入する
ステップⅡ：生産能力5,000 t/年とし、経済性の有る生産設備を新設する、但し、今後樹脂の販売量が大幅に成長する事が前提となる

ステップⅠ：年産3,600 t/年、塩酸触媒対策実施、真空系の改善、必要な計装設備整備、粒状化設備導入、品質の向上

1) 反応缶
反応缶容量 1,350φ×1740 H SUS 316、攪拌機付き 7.5/5.5 kW、ジャケット付
① 材質：現状グラスライニング鋼缶は、更新時機を考慮しつつ、逐次ステンレス鋼製反応缶に更新する（既に3缶更新時機に有る）
② 容量：現状に同じ 2m³とする
③ 更新対象：ノボラック樹脂用5缶、他の缶は現存のまま使用

2) コンデンサー：現状銅製内部配管材質は、更新に合わせステンレス製とする
5基、横形多管式、伝熱面積 25 m²、材質管内面 SUS 316

| | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 4/7 | | |

3) 反応触媒：
 ① 塩酸触媒 3 銘柄生産中、新反応缶採用に合わせ修酸触媒に変更する
 ② 修酸触媒による反応時間延長、収量低下を触媒量調整で対応する

4) 真空系：現状レシプロ式から水封式に変更、各反応缶単独減圧可能とする

5) ノボラック樹脂外販対策：造粒機・スチールコンベア式 SUS 304
 ① 粒状品：生産量の 1/2 を外販用として粒状化するが粒状化設備は中国製に適切な設備がなく、輸入機とする
 ② 粉末品：樹脂生産量の 1/2 を自家用として既存機で粉末化する

6) 反応廃液の処理：現状の 3 段階処理は増産により 3 次処理能力が不足するが、工場全体の排水水質を見て別途検討する

7) 計装コントロールの準備：現状は皆無、プロセスの必要最小限の範囲で実施
 ① 12 点式温度記録計 1 台
 ② 現場形温度計 (ダイヤル式) 15 個
 ③ 現場形 (真空) 圧力計 15 個
 ④ 記録計用計器盤 一式

ステップⅡ：生産能力 5,000 t/年とし、経済性の有る生産設備を新設する。
 主力製品ノボラック樹脂の反応缶容量を 5 m³に引き上げ、第 1 案を発展させた新工場とする、但し、ノボラック樹脂だけの生産とする。
 反応廃液処理は新工場発生分につき焼却処理、熱回収をする。

1) 反応缶：
 ① 材質：ステンレス鋼製 SUS 316、縦型ジャケット付 5 m³×3 缶
 ② 形状：1,800φ×2,000 (直胴部) H、攪拌機付 15/10 kW、SUS 316

2) コンデンサー：

| | | |
|--------------|------------------------|------------------------|
| | <u>コンデンサー No.1</u> | <u>コンデンサー No.2</u> |
| ① 材質：ステンレス鋼製 | 胴部 CS 管内 SUS 316 | 胴部 CS 管内 SUS 304 |
| ② 形状：横形、多管式 | 伝熱面積 25 m ² | 伝熱面積 15 m ² |
| ③ 台数： | 3 基 | 3 基 |

3) 原料貯蔵槽：
 ① フェノール、30 m³ 1 基、材質 SUS 304、コーンルーフ式 内部保温コイル付き
 ② ホルマリン、30 m³ 1 基、材質 SUS 304、コーンルーフ式 内部保温コイル付き

4) 造粒装置
 ① 形式：スチールコンベア式、コンベア材質 SUS 304
 ② 能力：2 t/hr、(マーブル、フレーク両タイプ対応)

| | | |
|---------------------|---------------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 5/7 | | |

5) 廃液・排ガス燃焼装置…反応缶で発生する廃水と設備各所から発生する有害ガスを本設備で焼却処分する/分

① 能力：廃液/500 kg/hr、排ガス/120 m³/分
 ② 使用燃料：燃料油 300 l/hr
 ③ 発生蒸気：2,500 kg/hr、圧力 10 kg/cm²

● フェノール成形材料
 現状生産設備能力：既存第 1・2 工場/黒物 4,000 t/年
 既存第 3 工場/色物 1,000 t/年
 ステップ I：現状設備能力は変化しないものとし、作業環境の改善、省力化（ロール混練り工程）、省エネルギー化を近代化重点課題とする
 ステップ II：既存第 1・2 工場を残し、色物の第 3 工場を新設備工場とする
 新設備生産対象・ガラス基材フェノール樹脂成形材料
 自動車部品成形用であり圧縮成形用、射出成形用生産対応
 生産能力 1,000 t/年、24 時間操業、300 日/年

ステップ I：既存第 1・2 工場/黒物 4,000 t/年の工場近代化

1) 作業衛生環境の改善：主として粉塵対策/発生源対策と集塵設備
 第 1・2 工場に更新、新設各 3 基の集塵機を設置、工程別集塵対策が可能となる
 集塵機：バッグフィルター自動再生式、能力 50、200、70 m³/分
 原料混合、ロール混練、粉碎の各工程に更新 2 台、新設 2 台…合計 12 台

第 1・2 工場

① No.1 集塵機更新/粉碎粉の空気輸送排気の処理（第 2 工場/2ヶ所）
 ② No.2 集塵機更新/混合粉の空気輸送排気の処理
 ③ No.3 集塵機更新/ロール集塵フード
 ④ 新設集塵機 1/原料計量 台秤の局所集塵、混合機本体からの集塵
 ⑤ 新設集塵機 2/ロールシート冷却コンベアの集塵
 ⑥ 新設集塵機 3/粉碎機室集塵、混合器落し口集塵、包装機集塵（第 2 工場/2ヶ所）

2) 作業労働環境改善

① ロール混練機のロールシート再投入作業の省力化
 ② ロールシート搬出と粗砕機投入方法の半自動化
 ①②対応策：ベルトコンベアを 4 台用いたロールシート切り返し装置の導入

3) 品質の向上
 原料混合工程：マグネットロストル 角型 2 段式 2 台
 粉碎工程：プレートマグネット 2 台
 ① ロールシートへの生の混合粉付着防止…上記 2) ロール下コンベア改造に同じ

| | | |
|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 6/7 | | |

② 原料混合器仕込み口に金属異物混入防止機能の付加
…仕込み口ロストルをチューブ入りマグネットロストルに変更

③ 粉砕機の金属片混入防止対策の実施…粗粉砕シュートに強力な磁石板を装着

4) 省エネルギー

① バックロールの温度を一定にする

- * 工場の蒸気圧力を 4.5 kg/cm² 以上とする
- * ロールへの蒸気供給圧力調整弁を設置、4.5 kg/cm² 一定に保つ
- * ロールの内部蒸気配管を変更し、ロール内部の凝縮水を排出する構造とする
- * ロールの内部蒸気配管に蒸気トラップを設置し、蒸気損失を最少にする

② フロントロールの温度を一定にする

既存のポアードロールよりドリルドロールが望ましいが新工場にて採用する

- * 配管、ポンプを整備し、冷却水の循環水経路を確保する
- * 1工場2工場独立の温水循環設備を設置する (温調範囲 30~90℃)

但し、ロール立上げ時には 1 kg/cm² 程度の低圧蒸気を直接ロールに供給する

③ 電力の節減…ロールの昼夜連続運転が有効であるが、ここでは対象としない

ステップⅡ：既存第1・2工場を残し、色物の第3工場を新設備工場とする

主要基材がガラス繊維である為、耐摩耗性の配慮をした設備とする

混練設備は2軸連続ニーダーであり、既存ロール設備とは全く異なる用途が自動車部品であり、高品質 (耐熱性、寸法安定性) が要求される

ガラス繊維配合率 41%、製品歩留まり率 96%、300 日/年、24 時間運転

1) 原料混合粉製造工程

- ① 原料混合機…コーン型容量 4 m³、2,820φ×5,200 H、2 基交互運転し連続生産
- ② マグネットロストル…2 台、角型 2 段式
- ③ 集塵機…2 台、バッグフィルター自動再生式、能力 10 m³/分
- ④ 混合機への原料混合粉仕込み量 2 t…混合工程の 42 バッチ分
- ⑤ 混合工程での所要時間…10 時間分に相当 (1 バッチ分所要時間・1 時間)

2) 混合粉製造工程…ガラス繊維、表面処理薬剤、配合剤等半熔融状で疎粒状とする

高速流動混合器…容量 500 L、動力 75 kW、1 台、高速低速 2 段切替式

混合粉容器…容量 1,000 W×1,100 L×350 H、80 個

混合粉容器保管室空調設備…温度 25℃以下、湿度 50%以下、動力 30 kW

粗砕機…ハンマーミル、動力 25 kW、振動フィーダー付き、

計算生産能力…1,770 t/年

- ① 高速流動混合器に材料を仕込み、攪拌速度とジャケット温度の調整によりノボラック樹脂を半熔融状とする
- ② ガラス繊維表面処理剤を正確に秤量投入…強度、耐熱性向上効果
- ③ 疎粒状混合粉はベルト式冷却装置で空冷され、保存容器に入れる
- ④ 保存容器中でも若干縮合反応が進行するが、恒温保管室に入れ貯蔵する

| | | |
|--|---------------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 7、 10 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) |
| 5. 対象製品 | ホルマリン、フェノール樹脂、フェノール樹脂成形材料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 7/7 | | |
| <p>⑤ 保管混合粉は粗砕装置で粗砕の後、バッファ貯槽経由ロードセル計量器付き混合粉貯槽へ空気輸送する</p> <p>3) 練合工程</p> <p>2 軸連続ニーダー…スクリー 100φ×720 L、動力 37 kW、推定 224 kg/hr チラーユニット…水冷式、冷水温度出口 5℃、 カレンダーロール…温水循環式、7.5 kW 2 軸連続ニーダーガスベント装置…ナッシュ型真空ポンプ水封式、10kW 計算生産能力：圧縮成形用 1,239 t/年 ：射出成形用 1,053 t/年 (分級歩留り 85%とし)</p> <p>① 2 軸連続混練機 (ニーダー) により、精密な運転条件管理下で練合される ② 混練機のジャケット温度、スクリー回転数、粗砕混合粉供給量を制御する ③ 混練後、太い棒状で吐出され、直ちにカレンダーでシート状に圧延急冷される ④ 更にカッターで切断し多段式冷却コンベアでシート冷却され粗砕工程に送る</p> <p>4) 製品粗砕・粉碎工程</p> <p>粗砕装置…スクラップ粗砕機、能力 300 kg/hr、動力 7.5 kW 粗砕粒冷却装置…振動式スパイラルコンベア、能力 300 kg/hr、動力 7.5 kW 粉碎装置…破碎式造粒装置、能力 400 kg/hr、動力 7.5 kW 中間製品貯槽…容量 2.5 m³、ロードセル付き 微粉貯槽…容量 2.5 m³</p> <p>① 粗砕された製品は更に冷却され、マグネット装置を通過後粉碎機に入る ② 幅広円筒状スクリーン付きの多段切断刃式粉碎機で粒度の揃った疎粒となる ③ 分級機で微粉を除いて均質な疎粒だけを製品貯槽に送る ④ 射出成形用は微粉を再度混合工程に戻すが、圧縮成形用は微粉も製品とする</p> <p>5) 製品包装</p> <p>① 製品混合器でロット均一化される (1 ロット・2 t/約 40 分) ② 金属排除機 (メタルチェッカー) を経て包装される ③ メタルチェッカーは非磁性金属にも対応できる設備とする ④ 1 ロット生産所用時間 (計算値) 9.3 時間</p> | | |

4-3 磷酸肥料、アンモニア

4-3-1 磷酸肥料

4-3-1 磷酸肥料 1/4

| | | | |
|--------------------|--|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 11 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) | |
| 5. 対象製品 | 磷酸肥料 | | |
| 6. 既存生産設備と能力 | <p>● 溶性磷酸肥料</p> <p>生産能力(設計) 50,000 t/年、設備増強計画 12万 t/年進行中 生産工程…高炉法 (但し、高炉運転法は日本で工業化事例がない為、調査対象外である)</p> <p>フローの概略</p> <p>原料：磷鉱石、蛇紋岩、白雲石、珪石 原料+コークス→高炉(熔融)→水砕→水切り→ドライヤー →粉碎→包装→製品</p> <p>工程設備</p> <p>① 高炉本体：88 m³、高圧ブロワー 250 m³/分・2台、変圧器 400 kW 熱風炉：3台、暖気炉有効蓄積面積 1,865 m² 高炉有効蓄積面積 41.9 m²/m³ ② 乾燥・粉碎： 乾燥機…2,200φ×1,400 H、動力 22 kW、遠心式換気扇 1,170~1,715 m³/hr 粉碎…ボールミル 1,830φ×8,400 H、能力 8.5 t/hr、回転数 23.9 rpm ③ 包装機：動力 55 kW、入口開口部 215×215</p> | | |
| 7. 現状と問題点 | <p>● 溶性磷酸肥料</p> <p>既に既存設備を活用する近代化計画が進行中であり、調査の主体は付加価値の高い磷酸塩製品の開発プラントに絞られている。 但し、早急に検討すべき若干の問題点につき、指摘をする。</p> <p>1) 工場の増改築・新設における課題</p> <p>① 省エネルギー：使用コークスの削減技術検討、購入単価の引き下げ ② 高炉操業日数の増加 高炉問題点の改善、年1回の大修理工事期間の短縮、操業安定性阻害要因排除 ③ 個別工程の物質収支、エネルギー収支に必要な基礎データの収集 機器安定運転水準、設備最大能力達成、全工程総括最大能力目標策定等に必要で、技術検討の基礎データが不足している</p> <p>2) 生産工程の具体的な主要対応課題</p> <p>① 工程データ採取と解析 原料、半製品貯蔵、中間投入等に関し数量把握、データ記録なし ② 運転条件記録と運転状況に対する細心の注意欠如、無駄な点目立つ 特に品質異常、工程損失についての現場従業員の関心がない</p> | | |

| 1. JICA 報告書 No | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|--------------------|--------|--------------------------------|-----|-----|--------------------------------|----|-----------|-------|--------|-------|----------------|-----------|-------|--------|-------|--------------|-----------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|--------|-------|
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | 磷酸肥料 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 1/3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ステップ I : 12 万 t 新工場建設に対する技術的な基本項目助言 高炉工程による溶成磷肥の生産は日本では実施されていないが高炉内の溶成磷肥の挙動は電炉及び平炉と同じである</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1) 溶成磷肥原料のモル比と加熱温度 炉内の各原料及び溶成磷肥の挙動は温度及び挿入原料の配合により殆ど決まる 一般に $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ 比が小の場合…$\text{MgO}/\text{SiO}_2 > 1.0$ とする、 反対に $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ 比が大の場合…$\text{MgO}/\text{SiO}_2 < 1.0$ とすると融点が低くなる</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>① 軟化溶融点 $\text{CaO}/\text{P}_2\text{O}_5$ モル比が 4.6~4.8、及び $\text{MgO}/\text{SiO}_2 = 0.7$ 付近が最も軟化溶融点が低く 更に、全磷分 (TP) 18% 付近が最も軟化溶融点が低い、 従って TP をあまり高くしない様な肥料配合設計が良い</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>② 溶融物粘性 上記①項で、$\text{MgO}/\text{SiO}_2 = 0.8$ 付近で粘性が低く、良い流れを呈する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ 溶成磷肥中、Al_2O_3、FeO、CaO 等が特に増加する場合は①項と異なり MgO/SiO_2 比が小さいほうに、又 TP18% 以下に、最低融点範囲が移動する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>④ 推奨肥料設計 TP=18.5% (19 以下)、CaO は 35% 以上にならない様に配合調整する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>⑤ 配合例</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>成分</th> <th>成分比</th> <th>標準値</th> <th>mol</th> <th>P_2O_5 当たり mol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>TP</td> <td>18.5~19.0</td> <td>18.75</td> <td>0.1320</td> <td>1.000</td> </tr> <tr> <td>SiO_2</td> <td>24.0~25.0</td> <td>24.50</td> <td>0.4083</td> <td>3.093</td> </tr> <tr> <td>MgO</td> <td>11.5~12.0</td> <td>11.75</td> <td>0.2875</td> <td>2.178</td> </tr> <tr> <td>CaO</td> <td>35.01</td> <td>35.00</td> <td>0.6250</td> <td>4.735</td> </tr> </tbody> </table> <p>$\text{MgO}/\text{SiO}_2 = 2.178/3.093 = 0.7041$, $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 4.735/3.093 = 1.531$</p> | | | 成分 | 成分比 | 標準値 | mol | P_2O_5 当たり mol | TP | 18.5~19.0 | 18.75 | 0.1320 | 1.000 | SiO_2 | 24.0~25.0 | 24.50 | 0.4083 | 3.093 | MgO | 11.5~12.0 | 11.75 | 0.2875 | 2.178 | CaO | 35.01 | 35.00 | 0.6250 | 4.735 |
| 成分 | 成分比 | 標準値 | mol | P_2O_5 当たり mol | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| TP | 18.5~19.0 | 18.75 | 0.1320 | 1.000 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| SiO_2 | 24.0~25.0 | 24.50 | 0.4083 | 3.093 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MgO | 11.5~12.0 | 11.75 | 0.2875 | 2.178 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| CaO | 35.01 | 35.00 | 0.6250 | 4.735 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>⑥ 以上の調査で、実際の操業では溶融物の流動性を十分良くし、完全に融解してから炉から排出し速やかに水冷する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>2) 水砕技術と拘溶率…拘溶率とは全磷分に対する酸に溶解する磷成分比を言う 一般に、高炉法では通過ガス量が平炉、電炉法より多い為フッ素の除去率が高くアバタイト結晶の生成がすくないので、拘溶率を高める為に高度の水砕技術の必要性はない 但し、低品位鉍石を使用する場合、全磷分が低くなり拘溶率を高める配慮が必要になる</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>① 水砕方法により溶成磷肥のガラス性結晶成分が異なり拘溶率が大きく変わる</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>② 拘溶率を高める水砕技術の基本は高温溶融した溶成磷肥の冷却時中間温度での滞在時間を可能な限り短縮する事である、しかし、理論的解析はされていない</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ 経験的に下記の条件でのデータを探り最適拘溶率条件を決める必要が有る 水圧 2.5~3.0 kg/cm^2、水量 25~30 m^3/ton、水砕ノズルの構造と位置、湯量の連続化、落下位置等</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 1. JICA 報告書 No | 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|-------------------------------|-------|-------|------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----|------------------|-----|-------------------------------|-----|-----|-------|-------|--|-------|--|--|-----|-----|--|--|-------|--|--|--|-------|----|--|--|--|------|--|--|----|----|--|--|--|--|--|------|------|--|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | 磷酸肥料 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 2/3 | <p>④ 日本の経験：熔成磷肥の融解が十分な場合は、水砕粒度が荒くても結晶性分が少なくが拘溶率高い。融解が不十分な場合は、水砕粒度が荒いとアパタイト結晶が生成し拘溶率低下が著しい</p> <p>ステップII：高付加価値磷酸塩肥料の開発指導</p> <p>1) 微量元素入り溶成磷肥…BM 溶成磷肥 (B/boron, M/mangan) 土壤中に不足している微量元素を溶成磷肥製造時に添加し、植物の生育、結実等を助ける肥料で、日本ではホウ素とマンガンを含む肥料の需要がある。 各原料と共に微量成分原料を高炉に供給すれば良く、設備変更はない。販売を考慮した微量成分と添加量の決定、工場の生産手順等が残された課題である。</p> <p>① マンガン…酸性度の高い土壌、磷酸肥料を多く施用した土壌に欠乏しやすい ② BM 溶成磷肥…主成分は磷酸、苦土珪酸、石灰苦土である ③ 原料配合の一例</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>原料名</th> <th>原単位 kg/t</th> <th>P₂O₅</th> <th>CaO</th> <th>MgO</th> <th>SiO₂</th> <th>MnO</th> <th>B₂O₃</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>磷鉍石</td> <td>666</td> <td>20.45</td> <td>30.24</td> <td></td> <td>22.59</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>蛇紋岩</td> <td>404</td> <td></td> <td></td> <td>14.54</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mn 鉍石</td> <td>42</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1.50</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>硼砂</td> <td>12</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.67</td> </tr> <tr> <td>設計成分</td> <td></td> <td>20.45</td> <td>30.24</td> <td>14.54</td> <td>22.59</td> <td>1.50</td> <td>0.67</td> </tr> </tbody> </table> <p>④ BM 溶成磷肥の拘溶率 全磷分 19~20%の溶成磷肥の場合、MgO の適量は 14~16%であるが、MgO を 12%まで減らしても FeO、MnO を補えば拘溶率に差がなく 100%近いものが得られる、MgO が 9%程度以下になるとやや拘溶率の低下が見られる</p> <p>⑤ BM 溶成磷肥の特性 弱酸により溶解しイオンとなる (磷酸、石灰、苦土、珪酸…イオン) 土壌の水が炭酸ガスを含むと酸性を呈し BM 溶成磷肥が溶解する 塩類共存で溶けやすくなる (K⁺イオン、Cl⁻イオン等) 植物の根から分泌される根酸、有機酸、炭酸ガスにより溶解する</p> <p>2) 溶成磷肥と腐植酸との複合肥料：腐食磷 日本のタバコ用肥料として注目されている肥料であるが、中国では直ちに経済販売に至る状況にはないことが分かった。 高価で、栽培効果面からも施肥量を多くする必要があり経済負担が大きい。 タバコ用肥料としては世界的に軽い飲み口のタバコが好まれ、カリ成分が最も必要である。</p> <p>① 腐食磷の特性 磷酸と堆肥が混合された状態の肥料である 腐植酸によって溶成磷肥を溶けやすくしている (高い肥料効果) 磷酸と土壌の接触が少なく磷酸の固定が弱まる</p> | | | 原料名 | 原単位 kg/t | P ₂ O ₅ | CaO | MgO | SiO ₂ | MnO | B ₂ O ₃ | 磷鉍石 | 666 | 20.45 | 30.24 | | 22.59 | | | 蛇紋岩 | 404 | | | 14.54 | | | | Mn 鉍石 | 42 | | | | 1.50 | | | 硼砂 | 12 | | | | | | 0.67 | 設計成分 | | 20.45 | 30.24 | 14.54 | 22.59 | 1.50 | 0.67 |
| 原料名 | 原単位 kg/t | P ₂ O ₅ | CaO | MgO | SiO ₂ | MnO | B ₂ O ₃ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 磷鉍石 | 666 | 20.45 | 30.24 | | 22.59 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 蛇紋岩 | 404 | | | 14.54 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mn 鉍石 | 42 | | | | 1.50 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 硼砂 | 12 | | | | | | 0.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 設計成分 | | 20.45 | 30.24 | 14.54 | 22.59 | 1.50 | 0.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 11 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) |
| 5. 対象製品 | 磷酸肥料 | |
| 8. 改善・近代化の提言 3/3 | | |

樹食磷の成分
 含有成分 腐植酸 : 35% 可溶性石灰 : 17% 可溶性珪酸 : 12%
 保証成分 拘溶性磷酸 : 15% 水溶性磷酸 : 2% 拘溶性苦土 : 8%

3) 製造方法

ステップⅢ：腐植酸混合 溶成磷肥概念設計（造粒工場）

能力 20,000 t/年

1) 工程概要

- ① 原料を所定水分に調湿する（不植酸、溶成磷肥、重過磷酸石灰）
- ② バケットエレベーターで原料ホッパーに入れ、定量秤量機で計量後、調整機（パグミル）に送る
- ③ 粘結剤として亜硫酸パルプ廃液を使用、タンクから調整機に送り約5%混入、30～60分間均質混合する
- ④ 混合調整した混合原料はミックスマラーで3～5分間混練り後、粘結剤の均一展延と原料の圧密化を行なう
- ⑤ ミックスマラーを出た原料は解砕機にかけ目標粒径以上のフレークを破碎、
- ⑥ 回転皿型造粒機で造粒する
温度 52℃、回転数 13 rpm、皿の径 3 m、リム高さ 450 mm
- ⑦ 乾燥：円筒型乾燥機に挿入し 20～30分乾燥し、冷却後包装する
乾燥機 1.5 mφ×15 m L、回転数 5 rpm
熱風入り口：500℃、250 m³/分、出口：乾燥肥料温度 100℃

2) 機械設備

- ① 原料倉庫 (250 m²)：生産量の6日分貯蔵、3.4 t/hr×20 hr/日×6=408 t
- ② 製品倉庫 (910 m²)：1ヶ月分在庫 20,000 t/年÷12=1,700 t
- ③ リボンミキサー：2軸形 1,200φ×3,500 H、動力 15 kW
- ④ バケットエレベーター：10 t/hr、2.2 kW
- ⑤ 混合器ミックスマラー：NSG、20 Y、30 kW
- ⑥ 造粒機：ディスク形 3,000φ、30 kW
- ⑦ 乾燥機：ロータリードライヤー 1,500φ、22 kW（パーナー、炉含む）
- ⑧ 冷却器：ロータリー式 1,500φ×15,000 L、15 kW

4-3 磷酸肥料、アンモニア

4-3-2 アンモニア

4-3-2 アンモニア 1/6

| | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 12 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) |
| 5. 対象製品 | アンモニア | |
| 6. 既存生産設備と能力 | | |

● 化学肥料工場アンモニア製造設備

1) 生産規模 合成アンモニア：17万t/年（実績） 設備能力：16万t/年

① コークス炉：53tNH₃/日、② 水性ガス発生炉：299tNH₃/日、
 ③ 常圧重油ガス化装置：76tNH₃/日、④ 加圧重油ガス化装置：119tNH₃/日、
 ⑤ 脱硫装置 ⑥ 常圧一酸化炭素変換装置 ⑦ 加圧一酸化炭素変換装置
 ⑧ 脱炭酸ガス ⑨ ガス生成 ⑩ ガス圧縮
 ⑪ アンモニア合成：537tNH₃/日 ⑫ 空気分離機

2) 生産工程

7. 現状と問題点 1/5

● アンモニア製造工程現状と問題点

① 1985年時点の調査でありその後現在まで既に14年経過している老朽化工場
 ② 基本プロセスは1935頃の建設で、現在まで増設・改造を経て複雑である
 ③ 主な改善点：変換工程…加圧2段としコークス炉ガスを通さない
 ④ 脱炭工程…改良ベンフィールド法と水洗法併用が良い
 ⑤ 精製工程…新型窒素洗浄法とPSA

1) コークス炉…老朽化、資産：償却済、維持費が嵩む

① 規模：45室から成る通常の小規模炉で、原料石炭の90%は3mmφ以下の微粒状
 ② 炉の燃料：窒素洗浄装置からの副生ガス、コークス炉ガスの一部を使用
 組成/CH₄ 30~40%、H₂ 15%以下、発熱量/4,200 kcal/m³、使用量/500 Nm³/時
 ③ 原料炭：揮発分 30.8%、灰分 11.6%、発熱量 7,000 kcal/kg、灰分融点 1,350℃
 ④ 生成量：

| | | | | |
|------------|-------|------|---|-----|
| コークス | タール | ガス | アンモニア | その他 |
| kg/t (乾基準) | 719.5 | 39.5 | 390 m ³ /(4960 kcal/m ³) | 2.6 |
| | | | | 1.6 |

 ⑤ コークス性状：灰分 16%、炭素 82%、硫黄 0.82%、生産量 21.6t/時
 ⑥ 問題点：特に、問題点はないが老朽化している。今後維持補修費が上昇する。

| 1. JICA 報告書 No | 12 | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|-----------------------|--|-------|-------|--------|----------------------|-----------------------|---------|---------------------|-----------------------|
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | アンモニア | | | | | | | | | | |
| 7. 現状と問題点 | 2/5 | | | | | | | | | | |
| <p>2) 水性ガス発生炉…8 系列あり、熱損失大、コークス経由法は基本的に損失大</p> <p>① 工程：コークスに高温の水蒸気を反応させて一酸化炭素 CO と水素 H₂ を得る</p> <p>② 設備：一系 (ガス発生炉、蓄熱炉、冷却塔、廃熱ボイラー) の設備…8 系列</p> <p>③ 運転状態：常時 6 系列運転 反応が進むと温度が下がるので空気を送りコークスを燃焼させ、温度が上昇したら再び水蒸気を送り反応を進行させる</p> <p>④ 水性ガス発生サイクル コークス層加熱：コークスに空気を送り燃焼昇温する、この時の燃焼ガスは蓄熱炉に送り、廃熱ボイラーで蒸気として熱回収してその後大気に放出されるが、まだ 220℃ありこの熱損失が大きい 水性ガス化反応：高温コークス層に蒸気を送り、CO+H₂ ガスを生成させる、生成ガスは蓄熱炉を経て、冷却塔で海水に直接接触し冷却されガス溜に入る、この冷却塔での海水直接接触冷却は大きな熱損失となっている 所定時間経過後、この蒸気流は蓄熱炉→ガス化炉上部→下部→冷却塔に切り換えられコークス層温度が低下したらコークス層加熱燃焼昇温サイクルとなる</p> <p>⑤ 直接ガス化：コークス法ガス化は石炭直接ガス化法に比べて熱損失が大</p> <p>⑥ 問題点：コークス層加熱・熱回収後に大気放出される熱損失が大きい、冷却塔で海水に直接接触冷却される水性ガスの熱損失が大きい</p> <p>3) 常圧重油ガス化法</p> <p>① 上記 2)コークスガス化法に比較し熱エネルギー的には経済的であるが、尚ガスの海水冷却工程による熱損失がある</p> <p>② 但し、熱エネルギーの経済的な加圧重油ガス化法を増設中であり、本工程は停止される計画の為、ここでは触れない</p> <p>4) 脱硫工程…コークス炉ガス、常圧水性ガス中の硫化水素分の除去</p> <p>① 工程：亜硫酸の炭酸ソーダ溶液にガスを通し、チオ硫酸ソーダとして回収する</p> <p>② 吸収効果：</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>吸収塔入口</th> <th>吸収塔出口</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>常圧水性ガス</td> <td>1.5 g/m³</td> <td><0.1 g/m³</td> </tr> <tr> <td>コークス炉ガス</td> <td>3.0g/m³</td> <td><0.2 g/m³</td> </tr> </tbody> </table> <p>③ 装置：吸収塔/水性ガス用 5.5 mφ × 4.45 m H 3 基 コークス炉ガス 3.06 mφ × 22.5 m H 2 基 再生塔/共用 2.7 mφ × 35.5 m H 3 基</p> <p>④ 問題点：設備は大型であるが、吸収効率も良く特に問題点はない</p> <p>5) 常圧一酸化炭素変換…水性ガス反応生成 CO を水素 H₂ と炭酸ガス CO₂ に変換する 変換装置：8 系列あり、常時 6 系列が運転されている</p> <p>① 脱硫塔からのガスは飽和塔を経て飽和水蒸気を含む高温ガスとなり、更に反応ガスとの熱交換後約 400℃で第一鉄触媒変換塔に入り変換される</p> <p>② 変換ガスは 540℃まで上昇するが熱交換後再度約 400℃まで引き下げられてから第二鉄触媒変換塔に入り一酸化炭素変換反応が進む</p> | | | | 吸収塔入口 | 吸収塔出口 | 常圧水性ガス | 1.5 g/m ³ | <0.1 g/m ³ | コークス炉ガス | 3.0g/m ³ | <0.2 g/m ³ |
| | 吸収塔入口 | 吸収塔出口 | | | | | | | | | |
| 常圧水性ガス | 1.5 g/m ³ | <0.1 g/m ³ | | | | | | | | | |
| コークス炉ガス | 3.0g/m ³ | <0.2 g/m ³ | | | | | | | | | |

| 1. JICA 報告書 No | 12 | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|--------------------|-----------------|-----------------------|----------------|----|-----------------|-----|--|-------|-------|------|-----------------------|
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | アンモニア | | | | | | | | | | | | |
| 7. 現状と問題点 | 3/5 | | | | | | | | | | | | |
| <p>③ 飽和塔上部で熱交換後、冷却塔で海水により冷却されてからガス溜に入る</p> <p>④ 問題点：変換触媒が鉄系触媒である 400℃程度の高温活性触媒で、変換効率が小さく、熱損失が大きい、装置が大きくなり、現状 8 系列の設備保守、維持管理負担が大きい常圧装置であり、出口ガスの海水冷却による熱損失が大きい(回収困難)</p> <p>6) 加圧重油ガス化…1976 中国国産技術により建設されたプラント</p> <p>① 工程：圧力 18 kg/cm² で重油を酸素で部分酸化する、更に高温分解して CO+H₂ ガスを生成し、そのまま一酸化炭素変換工程に送る</p> <p>② 分解ガス：水蒸気 32 kg/cm²、酸素 20 kg/cm²、予熱重油がガス化炉上部から吹き込まれ、1,320℃まで昇温し、部分燃焼と分解が起こる</p> <p>③ 分解ガス組成</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>H₂</th> <th>CO</th> <th>CO₂</th> <th>炭素粉</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>47.2%</td> <td>47.0%</td> <td>4.6%</td> <td>45 mg/Nm³</td> </tr> </tbody> </table> <p>④ 炭素粉除去：熱交換予熱された軟水と出口ガス冷却凝縮水とを変換炉出口ガスにベンチュリースクラバー方式で吹込み、温度低下と炭素粉除去をする</p> <p>⑤ 昇温変換：脱炭素粉ガスは変換炉出口ガスと熱交換され、400℃に昇温して触媒層が 3 層となった加圧変換炉に供給する</p> <p>⑥ 加圧変換炉：3 層構造の触媒層の各層を通過する毎に 400℃迄冷却されてから次の層に送られ効率的に変換される。3 層目出口ガスは入り口ガスと熱交換後、更に熱交換を繰り返し海水による間接冷却により完全に冷却されてから脱炭酸ガス工程に送られる</p> <p>⑦ 問題点：熱交換工程、冷却/入り口ガス予熱利用、酸素消費量、水蒸気使用量等世界水準に比較し遜色ない水準である。 但し、変換触媒は高温活性鉄触媒だけであり、変換工程出口ガス中の CO 濃度が 2.9% とかなり高く、課題である</p> <p>7) 脱炭酸ガス (CO₂) 工程…水洗法とベンフィールド法が使用されている</p> <p>常圧変換ガス：合成ガス圧縮機の 1~2 段で 13~14 kg/cm² に圧縮される、2 分され水洗法とベンフィールド法工程に送られる</p> <p>加圧変換ガス：そのままベンフィールド法脱 CO₂ 工程に送られる</p> <p>コークス炉ガス：変換工程を通らずそのまま水洗法脱 CO₂ 工程に送られる</p> <p>7-1) 水洗塔法脱炭酸ガス (CO₂) …形状 3,180φ×30,000 H 3 基</p> <p>① 物理吸収の原理に従い水に対する CO₂ と H₂ の溶解度の差から水に CO₂ を吸収させて除去する方法である</p> <p>② 1 段で水に吸収された後のガス中 CO₂ は 1.5~2.0% の CO₂ 残留が有り、更に苛性ソーダに吸収させ 25 ppm 以下とし精製工程に送る</p> <p>③ 苛性ソーダ液はソーダ灰工場へ送られ脱 CO₂ が行われソーダ灰原料となるがこのガス CO₂ 中には 10% 近くの H₂ が含まれ損失が大きい</p> <p>④ 全体の CO₂ 回収は 80% 程度であり回収率が低い</p> | | | | | H ₂ | CO | CO ₂ | 炭素粉 | | 47.2% | 47.0% | 4.6% | 45 mg/Nm ³ |
| | H ₂ | CO | CO ₂ | 炭素粉 | | | | | | | | | |
| | 47.2% | 47.0% | 4.6% | 45 mg/Nm ³ | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 12 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) |
| 5. 対象製品 | アンモニア | |
| 7. 現状と問題点 | 4/5 | |
| <p>7.2) ベンフィールド法脱 CO₂ (化学吸収法)</p> <p>① 吸収材：熱炭酸カリ溶液、重炭酸カリ、 反応促進添加剤：S 酸化バナジウム/アミン化合物</p> <p>② 加圧ガス化工程、常圧ガス化工程からのガスは予熱加圧凝縮水分離の処理後吸収塔に送りガス中の CO₂ を吸収する</p> <p>7.3) 問題点</p> <p>① 水洗塔法…吸収液が安く、熱エネルギーを使用しないので経済的、しかし水素の損失が大きい/炭酸ガスの純度が悪い事と対応する 多量の吸収水を循環する必要があり、ポンプ所要動力、吸収塔規模とも大きい 電力消費量 水洗塔法 2,299 kWh、ベンフィールド法 590 kWh、</p> <p>② ベンフィールド法…選択吸収法であり利点が多い 水素の損失が少ない 循環液量が少なくエネルギー使用量が少ない 回収炭酸ガス CO₂ の純度が高く、回収率が大きい 欠点・炭酸ガス CO₂ 再生に大きなエネルギーが必要で有る</p> <p>8) ガス精製</p> <p>① 工程：アンモニア合成触媒に有害な微量酸素化合物 CO, CO₂ 不活性ガス (メタン CH₄) 等を除去する方法で、液体窒素法が採用されている</p> <p>② 設備：6 系列中 4 系列常時運転</p> <p>③ 液体窒素法は優れた方法であるが、液体窒素を入手する方法は高压窒素の膨張、液体アンモニア冷却に依らない省エネルギー法が開発されている</p> <p>④ 最近のアンモニア合成法は水蒸気改質法が多く、工程から系内に窒素が含まれる為液体窒素洗浄法でなく、CO を水素と反応してメタンとし合成工程に送る この方法は建設費が非常に安くエネルギー損失が少ない 但し、合成系に不活性ガスメタンが蓄積する為高濃度にして除去する必要が生じ、合成圧力が高くなる。メタン化法は不活性ガスを含まない従来法に適用しても所定の能力が出ない</p> <p>⑤ 窒素ガスを含まないガス精製法としてモレキュラーシーブ法、プレッシャースイング法が有るが、これらの方法はエネルギー消費が少なく不活性ガスを合成工程に入れない良い方法である</p> <p>⑥ 問題点：エネルギー消費の少ない精製法を採用する必要が有る</p> <p>9) ガス圧縮</p> <p>① ガス精製工程を出た 12~13 kg/cm² の圧力のガスは組成が H₂ : O₂ 比 3 : 1 に調整され、複合圧縮機でアンモニア合成圧 150~250 kg/cm² に圧縮される</p> <p>② 圧縮機室設備：アンモニア合成複合圧縮機、窒素ガス圧縮機、アンモニアガス圧縮機 (ガス精製、空気分離用)、アンモニア合成循環ポンプ、空気圧縮機、</p> <p>③ 問題点：この工程の設備を更新する必要性はあまりない</p> | | |

| | | |
|---|---------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 12 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 06) |
| 5. 対象製品 | アンモニア | |
| 7. 現状と問題点 | 5/5 | |
| 10) アンモニア合成 | | |
| ① 装置：最高圧力 260 kg/cm ² 高压合成装置・180 t/日・系列 | 2 系列 | |
| 最高圧力 150 kg/cm ² 低压合成装置・110 t/日・系列 | 1 系列 | |
| 合計生産能力 | 580 t/日 | |
| ② 合成塔出口：アンモニア濃度 | 出口温度 | |
| 高压合成 | 13.5%~14.5% | 200~210℃ |
| 低压合成 | 12.5%~13.0% | 190~200℃ |
| ③ 触媒量： | 高压合成 | 4.9m ³ 、 |
| | 低压合成 | 5.6m ³ |
| ④ 触媒寿命：約3年（生産量10%低下を交換目安とする） | | |
| ⑤ 問題点：耐用年数をはるかに超えて使用されている為、機械的故障が多い、維持費用が多い等問題が有るが、更新の必要性はない （高压合成塔1基だけは1980年製） ：大きなエネルギー損失は合成塔出口ガス200℃の未回収冷却である 最も良い方法は触媒層出口ガスを合成塔の外に出しボイラーで蒸気回収であるが、4基の合成塔内部を大改造する事に成り好ましくない | | |
| 11) 合成アンモニア工程総括 | | |
| ① コークス炉…老朽化、維持費が嵩むが改造の必要はない | | |
| ② 水性ガス発生炉…冷却塔で海水への熱損失大であるが全体改造の必要はない | | |
| ③ 常圧重油ガス化…近いうち効率的プラント完成見込みでその後休止の予定 | | |
| ④ 脱硫設備…効率設備で問題ない | | |
| ⑤ 常圧一酸化炭素変換…鉄触媒で活性が低く変換効率が劣る、改善の必要あり | | |
| ⑥ 加圧重油ガス化…COの回収漏れが多いが、中国独自技術であり問題ない | | |
| ⑦ 脱炭酸ガス…水洗法回収効率は低いが経済的設備、ベンフィールド法問題なし | | |
| ⑧ ガス精製…エネルギー消費が大きい、対策が必要 | | |
| ⑨ ガス圧縮…効率も標準値であり、特に改善の必要性を認めない | | |
| ⑩ アンモニア合成…老朽化設備で維持費も嵩みエネルギーロスも有るが問題ない | | |
| 以上の内容からして、一酸化炭素変換、脱炭酸ガス、ガス精製の各工程を改造する必要性が大である | | |

| 1. JICA 報告書 No | 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|---|------------------------|------------------------|--|----|----------|----|--------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|------------------|------------------|------------------|--------|------------------------|------------------------|------------------------|
| 2. 大分類/工業 (コト' 11) | 3. 中分類/化学工業(コト' 02) | 4. 小分類・業種/(コト' 06) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | アンモニア | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 | <p>● 主な改善点 費用対投資効率、投資金額の面から以下の3点に絞った改善案を提言する</p> <p>① 変換工程、② 脱炭工程、③ 精製工程</p> <p>1) 一酸化炭素変換工程…加圧2段としコークス炉ガスを通さない</p> <p>① 低温で活性のある触媒を併用し残留COの削減(残留CO濃度0.5%) 一段目触媒層…鉄亜鉛触媒 400℃から反応 二段目コバルト・モリブデン系触媒…250℃から活性が出る 添加水蒸気圧力 20 kg/cm²は合成塔出口の回収水蒸気で十分</p> <p>② 加圧下で反応させて過剰に添加された水蒸気を次の脱COガス工程で利用する</p> <p>③ ガス圧縮動力を小さくしエネルギー節約を図る</p> <p>2) 脱炭酸ガス工程…改良ベンフィールド法と既存水洗法の併用運転 幾つかの方法が有るが改良ベンフィールド法を提言する</p> <p>① 既存ベンフィールド法の水蒸気使用量が多い点を改善する 半再生液を4段に減圧する事で水蒸気を発生させる改良ベンフィールド法 この水蒸気を吸収液の再生に利用する</p> <p>② 既存水洗法はこのまま残す 既存ベンフィールド法と水洗法と2系列有る。既存ベンフィールド法を改良する事と水洗法を新設ベンフィールド法に転換する案が有るが経済性からすると水洗法をこのまま残し、ベンフィールド法を改良する事が良い</p> <p>③ その他、レクチソール法、セレキシソール法、PSA法等あるが、一長一端が有り推奨できない</p> <p>3) 精製工程…新型窒素洗浄法とコークス炉ガス PSA の組み合わせとする</p> <p>① 固体吸着材水素より重い炭酸ガス、メタン、一酸化炭素等を吸着させ脱圧させて離脱する事で不純物を除去する</p> <p>② 脱炭酸ガス処理後の工程に利用可能である この場合、吸着物の離脱に窒素(N₂)用いなくも良い、熱、電力の消費がなく有利である</p> <p>4) 改善近代化案総括</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th style="text-align: center;">案Ⅰ</th> <th style="text-align: center;">案Ⅱ (提言案)</th> <th style="text-align: center;">案Ⅲ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>① 変換工程</td> <td style="text-align: center;">加圧2段法 コークス炉ガス通さず</td> <td style="text-align: center;">加圧2段法 コークス炉ガス通さず</td> <td style="text-align: center;">加圧2段法 コークス炉ガス通さず</td> </tr> <tr> <td>② 脱炭工程</td> <td style="text-align: center;">改良ベンフィールド 2系列</td> <td style="text-align: center;">改良ベンフィールド 2系列</td> <td style="text-align: center;">改良ベンフィールド 2系列</td> </tr> <tr> <td>③ 精製工程</td> <td style="text-align: center;">新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA</td> <td style="text-align: center;">新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA</td> <td style="text-align: center;">新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA</td> </tr> </tbody> </table> | | | | 案Ⅰ | 案Ⅱ (提言案) | 案Ⅲ | ① 変換工程 | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | ② 脱炭工程 | 改良ベンフィールド 2系列 | 改良ベンフィールド 2系列 | 改良ベンフィールド 2系列 | ③ 精製工程 | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA |
| | 案Ⅰ | 案Ⅱ (提言案) | 案Ⅲ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 変換工程 | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | 加圧2段法 コークス炉ガス通さず | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② 脱炭工程 | 改良ベンフィールド 2系列 | 改良ベンフィールド 2系列 | 改良ベンフィールド 2系列 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ 精製工程 | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA | 新液体窒素洗浄 コークス炉ガス PSA | | | | | | | | | | | | | | | | |

4-4 ガラス

4-4-1 板ガラス (汎用、工業用)

4-4-1 板ガラス (汎用、工業用) 1/10

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|--------------|----|----------------------------|-------|---------------|-------------|------------------|--------------|--------------------|---------------|-----------------------------|--|----------------|----|-------------|---------------|-------------|----------|----------|-----------|----------------------------|--|--------|--|------|---------|----------|--------|----------------|-----------|-----|----|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 既存生産設備と能力 1/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 普通板ガラス <p>フルコール法板ガラス工場…ガラス引き上げ機 9台 その他製品：ガラス球、ガラス繊維、糸引き、織布、 強化ガラス、複層ガラス、デビトース工場</p> <p>生産量 (実績) 板ガラス 175万重量箱 ガラス繊維 1,600 t/年 ガラス球 5,000 t/年 強化ガラス 30万 m²/年 複層ガラス 1,500 m²/年</p> 1) 板ガラス製造工程フロー <p>粉碎篩分された原料は所定の割合で混合され、カレットを加えて溶解槽に投入される。秤量、混合の工程は半自動化されており、投入も、引き出し量に応じて供給される (溶解槽の液面制御法)。溶解槽は約 1,500 t の容量を有し、重油燃焼により 1,500℃で溶解され脱泡及び均質化が行われた後、9台の引上げ機により引き上げられ、板ガラスに成形される</p> <p>フルコール法とは熔融ガラス素地の中にデビトースと呼ばれる細長い細隙付きの耐火煉瓦を圧入し、熔融したガラスをこのスリットから盛り上がり、板状に垂直に引き上げ高さ 7m ほどの除冷塔を経て切断される</p> 2) 主要設備 <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>① ガラス溶解槽 (1949年自製)</td> <td>溶解面積 210 m²、</td> <td>溶解量 308 t/日、</td> </tr> <tr> <td>1台</td> <td>冷却部面積 311 m²、</td> <td>蓄熱室 7</td> </tr> <tr> <td>② 調合機 (強制攪拌形)</td> <td>容量 1,500 L、</td> <td>形状 3,000φ×830 mm</td> </tr> <tr> <td>(1980中国製) 2台</td> <td>翼回転数 20 rpm 55 kW、</td> <td>混合量 2 t/5分バッチ</td> </tr> <tr> <td>③ 垂直引上げ機 (デビトース型) (1977年自製)</td> <td></td> <td>最大原板幅 3,200 mm</td> </tr> <tr> <td>9台</td> <td>全高 9,460 mm</td> <td>速度 20~120 m/時</td> </tr> <tr> <td>④ ジョークラッシャー</td> <td>(粗碎機) 5台</td> <td>(中碎機) 1台</td> </tr> <tr> <td>⑤ その他各種設備</td> <td colspan="2">籠形ローラーミル、秤量機、工作機械、他 全 38 台</td> </tr> </table> ● 製板ガラス、工業用ガラス <p>フルコール法板ガラス工場…ガラス引き上げ機 3台</p> <p>生産量 (実績)</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td>① 板ガラス</td> <td></td> </tr> <tr> <td>板ガラス</td> <td>280万標準箱</td> </tr> <tr> <td>工業用製板ガラス</td> <td>20万標準箱</td> </tr> <tr> <td>② ガラスウール (保温材)</td> <td>7,000 t/年</td> </tr> <tr> <td>③ 鏡</td> <td>少量</td> </tr> </table> | | | ① ガラス溶解槽 (1949年自製) | 溶解面積 210 m ² 、 | 溶解量 308 t/日、 | 1台 | 冷却部面積 311 m ² 、 | 蓄熱室 7 | ② 調合機 (強制攪拌形) | 容量 1,500 L、 | 形状 3,000φ×830 mm | (1980中国製) 2台 | 翼回転数 20 rpm 55 kW、 | 混合量 2 t/5分バッチ | ③ 垂直引上げ機 (デビトース型) (1977年自製) | | 最大原板幅 3,200 mm | 9台 | 全高 9,460 mm | 速度 20~120 m/時 | ④ ジョークラッシャー | (粗碎機) 5台 | (中碎機) 1台 | ⑤ その他各種設備 | 籠形ローラーミル、秤量機、工作機械、他 全 38 台 | | ① 板ガラス | | 板ガラス | 280万標準箱 | 工業用製板ガラス | 20万標準箱 | ② ガラスウール (保温材) | 7,000 t/年 | ③ 鏡 | 少量 |
| ① ガラス溶解槽 (1949年自製) | 溶解面積 210 m ² 、 | 溶解量 308 t/日、 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1台 | 冷却部面積 311 m ² 、 | 蓄熱室 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② 調合機 (強制攪拌形) | 容量 1,500 L、 | 形状 3,000φ×830 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| (1980中国製) 2台 | 翼回転数 20 rpm 55 kW、 | 混合量 2 t/5分バッチ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ 垂直引上げ機 (デビトース型) (1977年自製) | | 最大原板幅 3,200 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9台 | 全高 9,460 mm | 速度 20~120 m/時 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ ジョークラッシャー | (粗碎機) 5台 | (中碎機) 1台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ その他各種設備 | 籠形ローラーミル、秤量機、工作機械、他 全 38 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 板ガラス | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 板ガラス | 280万標準箱 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 工業用製板ガラス | 20万標準箱 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② ガラスウール (保温材) | 7,000 t/年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ 鏡 | 少量 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | |
| 6. 既存生産設備と能力 2/2 | | |
| 1) 製板ガラス製造工程フロー…普通板ガラスと同じにつき省略 | | |
| 2) 主要設備 | | |
| ① ガラス溶解槽 1台 引上げ量 36 t/日、 蓄熱室 4 (シーメンス式 形状 5,400 mm W×13,400 mm L) | | |
| ② 調合機 (強制形) 2台 容量 750 L、 22 kW (1980 中国製) | | |
| ③ 垂直引上げ機 (フルコール式) 最大原板幅 2,200 mm 3台 全高 7,500 mm 最高速度 120 m/時 | | |
| ④ 粉碎機 ジョークラッシャー、ハンマークラッシャー、ロールクラッシャー | | |
| ⑤ その他各種設備 切断機、秤量機、ガス発生炉、工作機械等 全 100 台 | | |
| 7. 現状と問題点 1/2 | | |
| ● 普通板ガラス | | |
| 現状は品質 (異物混入、厚さバラツキ、伸び、透過率…) 不良による総合歩留り 69%、エネルギー消費量過剰、低設備稼働率等問題が多い。 | | |
| 1) 全般的な改善課題 | | |
| ① 平板ガラスの品質が劣り、輸出できる水準ではない 伸び、筋、ロールマークが多く、ロットによっては泡が発生している、厚さバラツキはフルコール式の先進技術比・2倍で、歩留り不良損失大、ガラス比重が1桁大きく原料、冷却操作等の原因と考える、耐久性 (焼け) テストで焼けに強いが輸送、保管時の脆さが目立つ、失透温度 964℃が高い、組成に鉄分が多く透過率が低い等組成変更が必要 | | |
| ② ガラス生産量関係 基本：品質向上、生産量拡大は工程技術・設備改善と生産管理近代化・総合品質管理の両面が並行して展開される事が必要である 増速：既存設備で速度は限度に近くこれ以上の増産は困難 板幅：フルコール方式では世界最大 (3,200 mm) でこれ以上の板幅拡大は困難 増産：工程ロスの削減が生産量向上に直結する マシン稼働ロス→デビトーズのクリーンアップ→品質向上 レヤー割れロス→薄板生産増加→ロス拡大→作業標準化個人差平準化 耳ロス→板幅保持方法の改善→板幅安定化→歩留まり向上→増産 不合格ロス→厚み不良率 40%→引上げ温度安定化、部分改造→標準化 その他ロス削減→ヒートカット、切断、切直し、置割れ、包装割れ | | |
| ③ 製造工程改善 新粉碎工場：砂岩最適粉碎粒度の確保→砂岩の培焼が必要、保証篩の設置 計装設備：品質管理の基本→素地面計、天井温度、敷温度、成形部温度、除冷温度、引上げ速度、記録計の増加 (光温度計廃止) 自動制御導入：ポート別重油流量制御は最低限必要 | | |
| ④ 省エネルギー 溶解工程エネルギー：全工場の 90%→工場の総力を挙げて推進する 放熱 (炉壁、開口部)、廃熱 (燃焼効率、伝熱効率) 放熱の回収、他 | | |

| | | | |
|---|-----------------------|---------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) | |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | | |
| 7. 現状と問題点 | 2/2 | | |
| <p>● 製板ガラス (工業用ガラス) 製造…IC 用フォトマスク基盤に使用するガラス製造 現状はフォトマスク用製板ガラスの仕様に従った製品を顧客に供給し、顧客はこのガラスから IC 用としての板ガラスピースを選別、採取している。 工場側は顧客の作業工程の理解、選別作業の基準 (要求物性)、等調査理解する姿勢が欠けている。</p> <p>1) 全般的な改善課題</p> <p>① 製品品質に対する主原料、副原料、補助材料の供給と品質に付き、供給者と協力して品質改良、品質変動の最少化に、対応努力する姿勢が必要</p> <p>② 溶解釜、蓄熱室の寿命延長、省エネルギー等多くの改善点がある</p> <p>③ 品質良好なフォトマスク基盤用、薄板ガラスを安定生産する為に、溶解工程～成形工程の運転条件・計測設備を増設する必要がある</p> <p>④ 引き上げ機 1 基、及び付帯設備一式を新設する必要がある</p> <p>⑤ 製板工場の運転操作に関する作業標準の改良、各工場間の連携作業が必要</p> <p>2) 原料と品質課題</p> <p>① 原料変更：鉄分が多く可視光線の透過率が悪い、含量から来る鉄分を減少する</p> <p>② 混合器の翼の交換：摩耗が激しく鉄分が混る、耐摩耗性高マンガン鋼の採用</p> <p>③ 品質安定化：ソーダ灰、芒硝の防湿、水分減少、麻袋・紙袋包装→樹脂交織布</p> <p>3) 溶解工程</p> <p>① 蓄熱室空積レンガ：レンガの品種が悪いと 耐久性がなく溶融品質が不安定</p> <p>② 燃焼設備の効率化：旧設備でもデータによる科学的操業管理で効率化可能</p> <p>③ データ把握：重油の性状、温度燃焼状態管理 (調節)、空気量、流量の計量、炉内の温度分布、燃焼排ガス分析データ、バーナー位置と確度、</p> <p>④ オペレーターへの燃焼技術：基礎教育、作業標準の作成、教育、実践</p> <p>4) 成形工程</p> <p>① 生産量拡大の前提は適正原料入手と管理、溶解工程の性能発揮</p> <p>② 引き上げ機の新設 1 基増産…既存製板ガラス 20 万標準箱/年以上の内 →超平級 400 標準箱/年以上、洗平級 2,000 標準箱/年以上</p> <p>③ 引き上げ機の温度コントロールは溶解温度とは別にコントロールできる構造</p> <p>④ 空気冷却コントロールシステムの個別設置…引き上げ窯入口部分に空気冷却装置</p> <p>⑤ 既存引き上げ機にウェーブ対策、歪み対策設置</p> <p>⑥ 薄板生産設備…新設備</p> <p>⑦ 採板、切断、検査工程…COM 切離機、カッター、オートコリメータ等の導入</p> | | | |

| | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) | |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | | |
| 8. 改善・近代化の提言 1/7 | | | |

● 板ガラス製造工程の近代化

1) 製造工程フロー

粉砕篩分 → 混合 → カレット投入 → 溶解槽 → 重油燃焼 1,500℃ → 溶解槽の液

面制御法 → 溶解・脱泡・均質化 → 引き上げ → 冷却 → 板ガラス

近代化目標

| | | | |
|-----------------------|---|-----------------|--------------|
| 品質 | ／特選品比率 | 20%以上 | (現状 1~2%) |
| 薄板生産比率 | ／板厚さ 2 mm | 30%以上 | (現状 3~6%) |
| 工程技術改善、全社品質管理の徹底で実現可能 | | | |
| 生産量 | ／15%拡大 | (現状 167 万重量箱/年) | →192 万重量箱/年) |
| 省エネルギー | ／28%減 | | |
| 窯槽寿命 | ／8年 (現状 2.5 年→8 年) | | |
| その他 | ／薄板ガラスの生産は省資源、軽量化から今後も必要、 需要拡大の方向、但し、板幅は能力一杯で増設が必要 | | |

ステップ I : 現状の操業中における改善

1) 原料、原料処理

- ① 原料置き場
 - 多種原料の混入防止…砂岩、苦石灰、螢石、マグネサイトの区分け、雨・雪対策
- ② ソーダ灰、芒硝…吸湿防止、保管期間平均化、先出先入、雨・雪対策
- ③ 原料品質管理、検査、保証、品質変動対策

2) 調合工程：平板ガラスの安定生産

- ① 珪砂水分率測定による珪砂計量の正確度向上…混入量変動は品質のバラツキ
- ② 秤量機の精度維持管理…秤量がルーズ→混入量変動…定期的な点検、校正

3) 溶解工程

- ① 燃焼管理…火炎の状況、吹込み重油流量、燃焼空気量等の把握、調節
- ② 窯槽の保守技術向上…侵蝕の抑制、侵蝕個所の補修
 - 種瓦の素地面付近侵蝕過酷ヶ所の抑制/風冷強化、(最低所要 30 m³/分 m)
 - 種瓦の侵蝕過酷ヶ所当瓦補修/種瓦残存厚さ 50 mm 以下の部分に実施
(当瓦：電鋳 AZS DCL 煉瓦、穴明き個所にはジルコンパッチング材補修)

4) デビトース製造工程

- ① デビトース用原料受け入れ規格を明確化
- ② デビトース用原料保管場所の整理整頓
- ③ 各加工工程の作業管理データを綿密に採る
- ④ デビトースの形状変更を提案する
- ⑤ デビトースの焼成時の温度管理を的確に、昇温時間を延ばす

| | | |
|--|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | |
| 8. 改善・近代化の提言 2/7 | | |
| <p>5) 成形工程：板幅の管理</p> <p>① 板幅維持の為、引き上げ部底より冷気流を入れ早期固化を計るが間違い、板幅維持用の耳受フック (中国名ラベンチー) を廃止、耳受けロールを使用する</p> <p>② 幅方向板厚変動の減少…デビトーズのスリット幅、形状の適正化、新規デビトーズクーラーの採用</p> <p>③ 品質向上 波対策…引上げ板の板幅方向に強制的に熱気流を作る。幅方向の温度均一化の為の気流制御装置を幅方向両端に付け、高速熱気流送り出しと吸引をし幅方向に並行均一な気流を作る 筋対策…一般に原料、調合、溶解部門に依るものが多い 刷毛筋/主因はデビトーズ上面リップ部の失透である (リップ掃除、デビトーズを浮かす、デビトーズ全体の清掃、組成変更により失透温度を下げる) デビトーズ筋…リップ部のクラック、作業傷の場合が多く、応急処置として損傷部にアスベスト板を置き目立たなくする</p> <p>6) 徐冷工程</p> <p>① レヤー破れが直りにくい、回数が多い…発生原因調査と破れ原因対策実施</p> <p>② 輻射温度計によるレヤー破れ発生時の板温度、安定時の板温度のデータ把握</p> <p>③ レヤーロールの交換…表面状態の悪いロール、曲がりの大きなロール</p> <p>④ レヤー出口幅方向風冷</p> <p>7) 切断、採板工程</p> <p>① ヒートカッティング…電熱改良、カット部のガラス温度を低下させる為、引き上げ部除冷区の最上部で風冷する</p> <p>② カッティングテーブル…スラットコンベヤーの平面性不良、ローラーコンベヤーに改造する</p> <p>③ カッター…ダイヤモンドカッターは取扱いが難しい、超硬合金に変更する</p> <p>④ その他 折り倒し機の吸盤改良 ローラーコンベヤーのレベル修正</p> <p>8) 検査工程</p> <p>① 抜き取り検査サンプリング法改善…50 個のサンプル採取するなら 1 台の置台からでなく 5 台の置台から 10 個づつ 50 個採取する事</p> <p>② 伸び、筋等感応検査法項目…器具、照明、検査法等標準化する</p> <p>③ 欠点不良…限度見本を決める事</p> <p>④ 有効幅の算出根拠…耳ロス、厚み不良ロス、筋ロスを除く、泡は除かない</p> <p>⑤ 厚み検査記録…5~10 間隔、2~4 時間に 1 回実施し記録する</p> <p>⑥ 品質管理課検査員が溶融工程に配置されているが不要、温度、素地面の管理は溶融工程作業員が責任を持って管理する</p> | | |

| | | | |
|--|---------------------|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) | |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | | |
| 8. 改善・近代化の提言 3/7 | | | |
| ステップII: '87 冷却修理時、中国産炉材使用と設備改善による省エネルギー | | | |
| 1) 原料関連 | | | |
| ① 珪砂倉庫改造: 水分含有量の安定、一定化、冬季間の倉庫内蒸気使用廃止 | | | |
| ② ソーダ灰、芒硝: 倉庫改造、水分含有量の安定、一定化、先入先出実施容易 | | | |
| ③ 砂岩粗粒混入防止: 篩分機を2段式とする、粗粒混入は熔融不均一の原因 | | | |
| 2) 調合工程…調合棟の改造は大規模となるので、'89 近代化に継続する | | | |
| ① 重油バーナー: 内部混気形の採用、逆サイド燃焼防止対策の実施 | | | |
| ② 各ポート重油流量配分の自動化: 配管を独立させ、使用量を個別調節する | | | |
| ③ 原料投入機更新: 振動 (Oscillating) 投入機を採用し、投入口 Back wall 炉材の侵蝕を抑制する | | | |
| ④ 予熱交換器更新: 煙道廃ガス中への冷気流入が多く廃熱回収不良 (ブローノック式を採用する | | | |
| ⑤ 珪石レンガ用口地モルタル: 粘土質モルタルを廃止、SMID モルタル使用 | | | |
| ⑥ 窯槽計装設備機器の整備充実: 科学的データによる管理が近代化の必須課題 | | | |
| ⑦ 窯槽の昇温を円滑に実施: ホットワーク方式の昇温実施 | | | |
| ⑧ 改善効果: 窯槽寿命 2.5 年→4 年、エネルギー原単位 2,500→2,300 kcal/kg-glas | | | |
| 3) 成形工程 | | | |
| ① 板厚さ安定化…素地面安定化が前提で先進の素地面制御方式を採用する | | | |
| ② 橋レンガ前部に各マシンの流入素地温度測定点を設置し、その温度を把握する | | | |
| ③ 引上げ速度変動防止の為、自動電圧制御装置を設置、入力電圧を安定化する | | | |
| ④ 流入素地温度安定化→窯槽温度安定化→自動温度調節装置の導入 | | | |
| ⑤ 橋レンガ素地用温度計挿入深さ 175 mm とする | | | |
| 4) 徐冷工程 | | | |
| ① 自動砂利上げ装置設置…異物が上った時レヤーロールが順次開く機構 | | | |
| ② レヤー温度計設置…幅方向 3 ヶ所、流れ方向 4 ヶ所にアルメルクロメル温度計を導入し、データを収集、レヤー破れのない標準レヤー温度を決める | | | |
| ③ カレット除去用溝付きロールの使用本数を増加する | | | |
| ④ ガラス表面の疵、ピリ対策…板温度 600℃前後の位置に SO ₂ ガスを吹き込む | | | |
| 5) 接断・採板工程 | | | |
| ① 自動化設備は採集近代化の姿の雛形 3 ラインを自動化し習熟する事から始める | | | |
| ② カットオフマシンの導入…板引上げ中にカッターを走行させスクライブする切断精度が高く、高能率で、ロスがない | | | |
| ③ 取上げコンベアー (ガラス掴み倒し機) の設置 | | | |
| ④ 吸盤付き委載走行台車の導入 | | | |
| ⑤ カuttingテーブル、トリマーカッター、プールコンベアー設置 | | | |
| ⑥ 板破棄装置、位置決め装置、本ライン搬送コンベアー等導入 | | | |

| | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | |
| 8. 改善・近代化の提言 4/7 | | |

ステップⅢ：'89 冷却修理時、輸入炉材使用と設備改善による省エネルギー
資金事情を考慮した投資効果が大きく、省エネルギー効果の有る重点改造案

- ① 蓄熱室構造の改造
- ② MT 大迫保温の実施
- ③ 敷ペーパーの実施
- ④ ①～③合計の省エネ効果：溶解エネルギー 2,100 kcal/kg-glas、寿命 6 年
- ⑤ 溶解工程全面実施の効果：溶解エネルギー 1,800 kcal/kg-glas、寿命 8 年

- 1) 原料工程…十分な検討を経て実施する
 - ① 珪砂原料は SiO₂ 純度が低く、Fe₂O₃、Al₂O₃ を多量に含有、精製除去が必要
 - ② 砂岩、苦石灰の除鉄…磁力選鉱設備導入
- 2) 調合工程…窯槽改造に合わせ実施
 - ① 秤量機の改造：精度向上・先進的制御方式とする
 - ② 珪砂水分自動補正：珪砂倉庫改造後変動範囲が一定になったら導入
 - ③ 原料ミキサー：混合均一性向上の為、アイリッヒミキサー導入
- 3) 溶解工程…十分な検証準備期間を取り実施
 - ① 窯槽構造の改造：窯槽寿命延長、製品歩留り向上 (欠点減少)、省エネ対策
蓄熱室構造改善・チェッカー材質は高品質マグネシアレンガ採用
吹き出し構造の改造、ネック上部構造の改造、
 - ② 窯槽炉材
MT 大迫用珪石レンガ：高温荷重軟化温度が高く、耐クリープ性の良好な材質
MT 種瓦：侵蝕に耐え得る高級品質で 1 本物 DCL 電铸 AZL レンガが必要
ポート部及びプレストウォール：特に侵食が激しく、1P～4P 部には AZS 電铸レンガの採用が必要
MT 敷レンガ：最上部 AZS 電铸レンガ (100 mm)、中層部 AZS 焼成レンガ (75 mm)、下層部粘土質焼成レンガ (200 mm) の多層構造とする
- 4) 窯槽保温強化…保温強化は省エネルギー可能であるが、炉材にとっては過酷条件となる、炉材材質の向上、高級炉材使用が必要

| | 内貼炉材 | 断熱炉材 |
|---------------|--------------------------|---|
| ① MT 大迫 | Super duty 珪石 /350 mm | 断熱珪石レンガ、 珪藻土レンガ(B7)/160 mm 断熱キャストブル |
| ② MT プレストウォール | 電铸 AZS (DCL) /250 mm | 珪藻土レンガ(B7)/115 mm 断熱珪石レンガ /115 mm |
| ③ MT 種瓦 | 電铸 AZS (DCL) /250 mm | 上部除き・粘土質レンガ 珪藻土レンガ(B7)/200 mm |

| | | |
|---|--|--|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | |
| 8. 改善・近代化の提言 5/7 | | |
| ④ MT 敷 | 電铸 AZS(DCL) 焼成 AZS、粘土質 /300~400 mm | 断熱シャモット質レンガ /150~200 mm |
| ⑤ ポート | 電铸 AZS レンガ部 珪石レンガ部 | 珪藻土(B5)/115 mm 断熱珪石レンガ/115 mm |
| ⑥ 蓄熱室天井 | 珪石レンガ /350mm | 断熱珪石レンガ 珪藻土レンガ(B5)/160 mm 断熱キャストブル |
| ⑦ 蓄熱室側壁 | 上部・珪石レンガ部 中部・ハイアルミナ 下部・粘土質 | 断熱珪石レンガ/115 mm 珪藻土(B5)/115 mm 珪藻土(B5)/115 mm |
| 5) 省エネルギー | | |
| ① 窯槽風冷熱の利用…50~100℃あり、これを燃焼用二次空気の予熱に利用 | | |
| ② MT エンド部に水冷クーラーを浸漬し素地の冷却をする窯槽構造の変更・素地温度の適正化によりこのクーラーは不用になる | | |
| ③ 重油アトマイザーの蒸気を圧縮空気に変更 (蒸気削減) | | |
| ● 製板ガラス、工業用ガラス | | |
| 基本的考え方・ステップ I : 冷修前に実施完了しておく項目 | | |
| ステップ II : 冷修期間中に実施する項目 | | |
| 主な改善事項…工業用ガラスと普通板ガラスとは若干異なる | | |
| ① 原料工程のロット管理、水分安定化の為の改善 | | |
| ② 秤量設備の自動化 | | |
| ③ 溶解槽、蓄熱室の構造変化 | | |
| ④ レンガ材質の変更 | | |
| ⑤ 重油燃焼設備の改善 | | |
| ⑥ 引き上げ窯に流入する素地温度自動調節装置の設置 | | |
| ⑦ 引上げ機の変更・新設 | | |
| ⑧ ガラスの波及び歪みの改善 | | |
| ⑨ 溶解、成形工程における操業管理用計測設備の増加 | | |
| ⑩ 採板、切断、包装設備の一部変更・新設 | | |
| ステップ I : 冷修前に実施完了する | | |
| 1) 原料貯蔵・調合工程 | | |
| ① 内モンゴル珪砂の水切り対策…庫内の積上山 4 個から水分平均化配合 | | |
| ② 不純物混入防止→ソーダ灰、芒硝の荷姿変更…防湿、水分、こぼれ対策 | | |
| ③ 砂岩粉碎工程大粒径品除去…熔融時間安定性、時間短縮、720μm 以上除く | | |
| ④ 砂岩のロット管理…含有量の多少を把握し、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 の平均化配合 | | |
| ⑤ 重灰への転換…飛散防止、蓄熱室空積の熔融による閉塞防止、寿命延長 | | |

| | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) |
| 5. 対象製品 | 板ガラス (汎用、工業用) | |
| 8. 改善・近代化の提言 6/7 | | |

⑥ 還元剤の転換(煙道煤→コークス)…泡の減少、安定品質、溶解安定性

2) 混合工程

- ① 混合テスト…混合状況の把握
- ② カレット混合時機の変更…摩耗対策、鉄分混入防止
- ③ 混合機羽根の材質変更…摩耗対策 (高マンガン鋼)、鉄分混入防止

3) 溶解工程

- ① パッチ減量化テスト…溶融の促進
- ② 燃焼排ガスの分析…燃焼状況の把握、1回/月以上
- ③ 炉圧力の変更…泡の減少、局部的炉材侵蝕の減少
- ④ 重油粘度の減少…軽油混合、燃焼状況改善

4) 成形工程：無し

5) 採板工程：無し

6) 検査工程

- ① 検査管理システムの導入…品質向上
- ② OZ 測定機の設置…波の数値化
- ③ フラットネステスターによる測定…平坦度測定の定型業務

ステップⅡ：冷修期間中に実施する項目

1) 原料貯蔵・調合工程：①～③は電子工業用に特に重要な点

- ① 本溪砂岩→荊河縣砂岩への転換…鉄分減少対策、電子工業用の品質スペック
- ② モンゴル珪砂→長石の利用…鉄分減少対策、可視光線透過率改善
- ③ アルミナ→水酸化アルミニウムへの転換…鉄分減少対策、光線透過率改善
- ④ 秤量系の自動化…配合組成の安定化、省力化

2) 混合工程

- ① カレット投入位置変更…混合機の摩耗対策、鉄分混入防止

3) 溶解工程

- ① 投入機の削減、構造変更：3台→2台、原料山の安定化、水分調湿対策
- ② 空積レンガ材質変更…粘土質→塩基性レンガ、空積の溶融閉塞防止、寿命延長
- ③ 蓄熱室構造変更…廃熱回収の向上
- ④ 蓄熱室仕切り壁撤去…空積伝熱面積向上、省エネルギー
- ⑤ 新規燃焼システム設計、設備更新…省エネルギー、品質安定化
- ⑥ 燃焼室交換時期の変更…省エネルギー、寿命延長
- ⑦ 敷き温度計の導入…品質安定化、操業管理
- ⑧ 冷却槽前壁下コーナーの構造変更…品質向上

| | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------|---------------------|-----------|------------------|-------|------------------------------|-------|-------------------------|--|---------------|
| 1. JICA 報告書 No | 13 | | | | | | | | | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) | | | | | | | | |
| 5. 対 象 製 品 | 板ガラス (汎用、工業用) | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 7/7 | | | | | | | | | | |
| <p>4) 成形工程</p> <p>① ピット内測定温度計新設…ピット中止～加熱の指標、破れ泡の管理</p> <p>② 引上部温度制御の実施、空気冷却システム新設…4点、ガラス素地の精度制御</p> <p>③ DM (波減少機・Distortion minimizer) の導入…ウェーブの改善</p> <p>④ BD (耳引張り機・Border stretcher) 新設…耳の安定性</p> <p>⑤ 熱風循環冷却装置の導入…反りの防止対策、歪みの改善</p> <p>⑥ 引上げ機の更新 1基…薄板の生産、品質向上</p> <p>新設備主要仕様</p> <table border="0"> <tr> <td>引き上げ機断面内寸</td> <td>フルロール法に合わせた修正が必要</td> </tr> <tr> <td>ロール段数</td> <td>1,805 mm W×403 mm×7,500 mm H</td> </tr> <tr> <td>引き上げ機</td> <td>21段 中空アスベストロール 110 mm φ</td> </tr> <tr> <td></td> <td>速度 25～250 m/分</td> </tr> </table> | | | 引き上げ機断面内寸 | フルロール法に合わせた修正が必要 | ロール段数 | 1,805 mm W×403 mm×7,500 mm H | 引き上げ機 | 21段 中空アスベストロール 110 mm φ | | 速度 25～250 m/分 |
| 引き上げ機断面内寸 | フルロール法に合わせた修正が必要 | | | | | | | | | |
| ロール段数 | 1,805 mm W×403 mm×7,500 mm H | | | | | | | | | |
| 引き上げ機 | 21段 中空アスベストロール 110 mm φ | | | | | | | | | |
| | 速度 25～250 m/分 | | | | | | | | | |
| <p>5) 採板工程</p> <p>① カットオフ機の導入…歩留りの向上</p> <p>② Wheel Cutter の設置…切り口の品質向上</p> <p>③ エアフロート式切り台設置…疵対策</p> | | | | | | | | | | |

4-4 ガラス

4-4-2 瓶、容器

4-4-2 ガラス(瓶、容器) 1/10

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---------------------|--|-------|---|----|-------------------------|-----|--|-------------|----------|-------------------------|-----|----------|--------|---------|---------------|-----|--|--------------|-------|--------------------|-----|-------|---------|----------|--|--|--|--------------|-------------|--|--|---------|-------|---------|--|--|--|-------|-----------|--|--|-------|-------|--------------------|--|--|--|-------|--------------------|--|--|------|-----|-----|--------------------------|--|----|------|----------------|------|----------|------|--------------------------|----------|----------------------|--------------|-------|------------------------------|--------------|-------|-----------------------|--------|-------|--|--------|---------|-----------------------|---------|--------|------------------------|---------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6. 既存生産設備と能力 | <p>● 汎用瓶、容器 (広口ビン)</p> <p>生産品種…白色透明瓶 重量 80~600 gr 広口、細口瓶 …薬、化粧品、食品、飲料水、酒等用の各種瓶</p> <p>生産能力 生産実績(1982年) 19,820 t</p> <p>1) 生産工程の概要</p> <pre> 原材料(省内、省外) → 検査・貯蔵 → 運搬(払出し) (長石、ソーダ灰、石灰) ↓ 配合(自動調合) → 溶解槽投入 → 溶解 → フォアハース ↓ 成形(酒瓶、広口瓶) → 焼鈍(温度調節・人力) → 検査・包装(目視、手作業) ↓ 製品・貯蔵 → 出荷 </pre> <p>2) 生産設備</p> <table border="0"> <tr> <td>① 溶解炉</td> <td>旧</td> <td>同上</td> <td>5,300 L×2,800 W×1,200 D</td> <td>1 基</td> </tr> <tr> <td></td> <td>新 (1983 年式)</td> <td>馬蹄型火炎蓄熱式</td> <td>6,650 L×4,000 W×1,200 D</td> <td>1 基</td> </tr> <tr> <td>② フォアハース</td> <td>旧(中国製)</td> <td>A3240-Y</td> <td>1,200 L×400 W</td> <td>2 基</td> </tr> <tr> <td></td> <td>新 (米 EMHART)</td> <td>IS-EF</td> <td>5,000 L×650 W×250D</td> <td>1 基</td> </tr> <tr> <td>③ 成瓶機</td> <td>旧 (中国製)</td> <td>行列式 単滴四段</td> <td>細口瓶 (最適 wt) 120~800 g 広口瓶 (最適 wt) 100~600 g</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>新 (米 EMHART)</td> <td>EF 行列式 双滴六段</td> <td>最大胴径 BB/PB 111/111 mm 最大瓶高 BB/PB 342/254 mm</td> <td></td> </tr> <tr> <td>④ スタッカー</td> <td>旧 2 台</td> <td>(英シッピ型)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>新 1 台</td> <td>(日本東洋ガラス)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>⑤ 徐冷炉</td> <td>旧 2 基</td> <td>(1,200 W×21,000 L)</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>新 1 基</td> <td>(2,100 W×25,000 L)</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>● 瓶 (酒用他)</p> <table border="0"> <tr> <td>白色透明</td> <td>輸液瓶</td> <td>4 種</td> <td>サイズ 100、250、500、1,000 ml</td> </tr> <tr> <td></td> <td>酒瓶</td> <td>10 種</td> <td>サイズ 500 ml、その他</td> </tr> <tr> <td>生産能力</td> <td>1995~7 年</td> <td>3 年間</td> <td>約 80~90% 計画量約 40,000 t/年</td> </tr> </table> <p>1) 生産工程の概要…1)項に同じにつき省略</p> <p>2) 主要生産設備</p> <table border="0"> <tr> <td>① 原料混合設備</td> <td>第 1 工場×1、第 2、3 工場×1、</td> <td>各 1 基 …計 2 基</td> </tr> <tr> <td>② 溶解炉</td> <td>エンドポート型 45 t/日、50 t/日、35 t/日</td> <td>各 1 基 …計 3 基</td> </tr> <tr> <td>③ 成瓶機</td> <td>6 sec SG×4、8 sec DG×1</td> <td>…計 5 台</td> </tr> <tr> <td>④ 焼鈍炉</td> <td></td> <td>…計 3 基</td> </tr> <tr> <td>⑤ 空気圧縮機</td> <td>180 kW×4、130 kW×6、他×2</td> <td>…計 12 台</td> </tr> <tr> <td>⑥ 工作機械</td> <td>旋盤×8、フライス盤×2、万能研削盤×1、他</td> <td>…計 24 台</td> </tr> </table> | | | ① 溶解炉 | 旧 | 同上 | 5,300 L×2,800 W×1,200 D | 1 基 | | 新 (1983 年式) | 馬蹄型火炎蓄熱式 | 6,650 L×4,000 W×1,200 D | 1 基 | ② フォアハース | 旧(中国製) | A3240-Y | 1,200 L×400 W | 2 基 | | 新 (米 EMHART) | IS-EF | 5,000 L×650 W×250D | 1 基 | ③ 成瓶機 | 旧 (中国製) | 行列式 単滴四段 | 細口瓶 (最適 wt) 120~800 g 広口瓶 (最適 wt) 100~600 g | | | 新 (米 EMHART) | EF 行列式 双滴六段 | 最大胴径 BB/PB 111/111 mm 最大瓶高 BB/PB 342/254 mm | | ④ スタッカー | 旧 2 台 | (英シッピ型) | | | | 新 1 台 | (日本東洋ガラス) | | | ⑤ 徐冷炉 | 旧 2 基 | (1,200 W×21,000 L) | | | | 新 1 基 | (2,100 W×25,000 L) | | | 白色透明 | 輸液瓶 | 4 種 | サイズ 100、250、500、1,000 ml | | 酒瓶 | 10 種 | サイズ 500 ml、その他 | 生産能力 | 1995~7 年 | 3 年間 | 約 80~90% 計画量約 40,000 t/年 | ① 原料混合設備 | 第 1 工場×1、第 2、3 工場×1、 | 各 1 基 …計 2 基 | ② 溶解炉 | エンドポート型 45 t/日、50 t/日、35 t/日 | 各 1 基 …計 3 基 | ③ 成瓶機 | 6 sec SG×4、8 sec DG×1 | …計 5 台 | ④ 焼鈍炉 | | …計 3 基 | ⑤ 空気圧縮機 | 180 kW×4、130 kW×6、他×2 | …計 12 台 | ⑥ 工作機械 | 旋盤×8、フライス盤×2、万能研削盤×1、他 | …計 24 台 |
| ① 溶解炉 | 旧 | 同上 | 5,300 L×2,800 W×1,200 D | 1 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 新 (1983 年式) | 馬蹄型火炎蓄熱式 | 6,650 L×4,000 W×1,200 D | 1 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② フォアハース | 旧(中国製) | A3240-Y | 1,200 L×400 W | 2 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 新 (米 EMHART) | IS-EF | 5,000 L×650 W×250D | 1 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ 成瓶機 | 旧 (中国製) | 行列式 単滴四段 | 細口瓶 (最適 wt) 120~800 g 広口瓶 (最適 wt) 100~600 g | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 新 (米 EMHART) | EF 行列式 双滴六段 | 最大胴径 BB/PB 111/111 mm 最大瓶高 BB/PB 342/254 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ スタッカー | 旧 2 台 | (英シッピ型) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 新 1 台 | (日本東洋ガラス) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ 徐冷炉 | 旧 2 基 | (1,200 W×21,000 L) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 新 1 基 | (2,100 W×25,000 L) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 白色透明 | 輸液瓶 | 4 種 | サイズ 100、250、500、1,000 ml | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 酒瓶 | 10 種 | サイズ 500 ml、その他 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 生産能力 | 1995~7 年 | 3 年間 | 約 80~90% 計画量約 40,000 t/年 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 原料混合設備 | 第 1 工場×1、第 2、3 工場×1、 | 各 1 基 …計 2 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② 溶解炉 | エンドポート型 45 t/日、50 t/日、35 t/日 | 各 1 基 …計 3 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ 成瓶機 | 6 sec SG×4、8 sec DG×1 | …計 5 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 焼鈍炉 | | …計 3 基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑤ 空気圧縮機 | 180 kW×4、130 kW×6、他×2 | …計 12 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ⑥ 工作機械 | 旋盤×8、フライス盤×2、万能研削盤×1、他 | …計 24 台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|----------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 7. 現状と問題点 | 1/2 | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● 汎用瓶、容器（広口ビン） <ul style="list-style-type: none"> 1) ガラス品質 <ul style="list-style-type: none"> ① 常時小泡が多い…還元不良 ② コードが有る…原料中の水分管理と配合不十分 ③ ストーンが多い…溶解窯のレンガ選定不良 2) 原材料秤量…人力による：自動化が必要（配合量正確性、配合ミス防止） 3) 溶解炉の寿命…3年毎に補修する：短い 4) 省エネルギー <ul style="list-style-type: none"> ① 溶解窯…燃料原単位 260 kg/t-ガラスを削減したい ② フォアハース…不完全燃焼、保温無し ③ 徐冷炉…入り口チャージングフード無し、リターン側ネット予熱無し 5) 包装が悪い…輸送破損率 約7%ある 6) その他…工場建屋間の地面差（アップダウン）は運搬作業性非効率 ● 瓶（酒用他） <ul style="list-style-type: none"> 1) 原料工程 <ul style="list-style-type: none"> ① 珪砂、長石中の水分、鉄分が多い…無関心、削減対策。混入経路の追跡無し ② 受け入れ設備の機械化不十分…殆ど人力作業 2) 配合工程 <ul style="list-style-type: none"> ① 計量、配合作業が人力である…作業精度、ミス防止上、限定範囲とすべき ② カレットからの鉄分除去が必要 ③ 倉庫と調合場が離れている…運搬労力ロス、作業性劣る 3) 溶解工程 <ul style="list-style-type: none"> ① 溶解窯の温度制御不十分…窯温度の安定性と品質 ② 熔融ガラスレベル…不安定、投入機 ON-OFF と熔融液面の関係無関心 ③ フォアハースの温度制御不安定…燃焼法式、温度制御法、フォアハース長さ ④ 停電が多い…ロス多大 4) 成形工程 <ul style="list-style-type: none"> ① 成形条件記録がない…作業基準の整備、実施 ② パリソン設計の不具合…修正の必要 ③ 金型設計技術未熟 ④ 金型冷却送風機吸入フィルター無し | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------------|---------------------|-----|------------------------|----|-----------|-----|---------------|----|----------|-----|----------------|-----|--------|----|------------------------------|-----|------------|----|--------------------|----|-----------------|----|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7. 現状と問題点 | 2/2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>⑤ 成形機保守管理が悪い</p> <p>5) 焼鈍 (徐冷) 工程</p> <p>① 徐冷炉の加熱バーナーは手動コントロール…温度安定化限界・自動とすべき</p> <p>② 炉内で製品が接触する…基本マニュアルの理解徹底</p> <p>③ 天井ファン6基中4基故障…管理不十分</p> <p>④ 徐冷炉内を通過する製品温度と炉内温度の推移の把握…品質向上</p> <p>6) 検査工程</p> <p>① 金型別製品検査がない…検査の重要性、検査の目的の理解不十分</p> <p>② 検査結果が製造部門にフィードバックされていない…結果の活用不十分</p> <p>③ 検査の内容不備…全数検査、抜取り検査、限度見本、記録、現場の改善</p> <p>④ 梱包、出荷…包装形態不備、保管と出荷の対応 (先入先出) 屋外在庫</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 1/8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>● 汎用瓶、容器 (広口ビン)</p> <p>基本方針：ガラス溶解量目標 100 t/日</p> <p>① 品質…国際水準とする</p> <p>② 原料系…自動秤量システム採用</p> <p>③ 溶解窯寿命…現状3年→5年、溶解率 1.8~2.0 t/m² (窯底面積)</p> <p>④ 燃料原単位…240→140 kg/t-ガラス</p> <p>⑤ 包装変更…麻袋→バルク・シュリンク包装の導入</p> <p>ステップ I：既存設備小改造・原料自動化、従業員訓練…第1次改善計画</p> <p>1) 配合処方、品質改良</p> <p>① 小泡が多い…原料にコークス、芒硝を加え還元、清澄化を進める</p> <p>② コードが有る…珪砂中の水分含有量の安定化、6%目標に調節 …サイロ新設、貯蔵量を増加し自動秤量システムと組み合わせ、 配合精度の安定化、正確度の向上を図る</p> <p>③ ストーンが多い…溶解釜の耐火煉瓦を使用目的に合った材質とする</p> <p>2) 原料秤量自動化：設備新設 …自動秤量、自記秤量記録</p> <table border="0"> <tr> <td>① バケットエレベーター (10 t/hr)</td> <td>3基</td> <td>⑤ 電磁フィーダー</td> <td>13台</td> </tr> <tr> <td>② マグネットセパレーター</td> <td>1台</td> <td>⑥ レベル検知機</td> <td>17個</td> </tr> <tr> <td>③ ロータリーパイプレーター</td> <td>10台</td> <td>⑦ 分級装置</td> <td>2式</td> </tr> <tr> <td>④ 秤量機 800/400/100/60 kg (各1)</td> <td>計4台</td> <td>⑧ 操作盤、記録計他</td> <td>1式</td> </tr> </table> <p>ステップ II：原料自動化、フォアハウス改造、試験機器…第2次改善計画</p> <p>1) 原料自動化システム</p> <table border="0"> <tr> <td>① 追加：バッチバケットエレベーター</td> <td>1基</td> </tr> <tr> <td>② 追加：バッチ運搬コンベアー</td> <td>1基</td> </tr> </table> | | | | ① バケットエレベーター (10 t/hr) | 3基 | ⑤ 電磁フィーダー | 13台 | ② マグネットセパレーター | 1台 | ⑥ レベル検知機 | 17個 | ③ ロータリーパイプレーター | 10台 | ⑦ 分級装置 | 2式 | ④ 秤量機 800/400/100/60 kg (各1) | 計4台 | ⑧ 操作盤、記録計他 | 1式 | ① 追加：バッチバケットエレベーター | 1基 | ② 追加：バッチ運搬コンベアー | 1基 |
| ① バケットエレベーター (10 t/hr) | 3基 | ⑤ 電磁フィーダー | 13台 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② マグネットセパレーター | 1台 | ⑥ レベル検知機 | 17個 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ③ ロータリーパイプレーター | 10台 | ⑦ 分級装置 | 2式 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ④ 秤量機 800/400/100/60 kg (各1) | 計4台 | ⑧ 操作盤、記録計他 | 1式 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ① 追加：バッチバケットエレベーター | 1基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ② 追加：バッチ運搬コンベアー | 1基 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業(コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 2/8 | | |
| ③ 追加：操作盤、記録計追加 | | 1 式 |
| 2) 溶解窯改修：寿命の延年…3年→5年 | | |
| ① ガラス溶解窯改修…使用耐火煉瓦の炉材選択 | | |
| ② レンガ積みの精度を高く…火炎接触部に隙間を作らない | | |
| ③ 溶融ガラスが接触するメタルライン部…設計時ホットリペア可能とする | | |
| 3) 省エネルギー | | |
| ① ガラス溶解窯改修…使用する耐火煉瓦の選択 | | |
| ② 保温レンガの使用…放熱量減：燃料原単位 260 kg/t-ガラス→削減 | | |
| ③ 徐冷炉改造 | | |
| ：放熱量が大きい | | |
| ：徐冷炉入り口側にチャージングフードを設置する | | |
| ：構造一部改良…リターン側のレヤーネットを、排熱で予熱する | | |
| ：十分保温の効いたサーキュレーション型の徐冷炉の使用 | | |
| 4) フォアハウスの改造…品質と省エネルギー関連 | | |
| ① 燃焼器具の選択…適正な器具 | | |
| ② 形状、大きさの改良…第3次改善に際して改良タイプを導入する | | |
| ③ 保温…上部構造だけでなく、全体保温、 但し、鉄板ケーシングの温度を 500℃以上にしない | | |
| ④ フォアハウス改造・設備機器 | | |
| ：耐火煉…電铸レンガ/シリマナイト質レンガ/保温レンガ | | 2 基 |
| ：燃焼器具…バーナー/インスピレーター/圧力計他 | | 2 式 |
| ：燃焼用空気ブLOWER (50m ³ /分、圧力・水柱 70 mm) | | 2 基 |
| ：フィーダーメカニズム/アンギュラチャー (144-D) | | 2 台 |
| ：自動温度制御装置 | | 1 式 |
| 5) 包装機：パレット・シュリンク包装設備 | | |
| ① Bulk Palletizer Basic Machine VAP - 2L | | 1 式 |
| ② Pallet Transportation Equipment | | |
| ③ Automatic Film Wrapper & shrink Oven | | |
| ④ Bottle Transportation Equipment | | |
| ⑤ Spare Parts for VAP - 2L | | |
| ⑥ Shrink Oven | | |
| 6) 試験機器…工程管理用、品質管理用 | | |
| ① 石田式リミットバランス | | 10 台 |
| ② ダイヤル厚み計 | | 5 台 |
| ③ AGR 社輸入機器 | | 各 1 式 |
| (Strain Discs, Impact Tester, Lines Simulator, Thermal Shock Testing Machine, Increment Pressure Tester) | | |

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 3/8 | | |
| ステップ：Ⅲ溶解窯新設：第3次改善計画 | | |
| 1) ガラス溶解炉設備…新設 | | 1 基 |
| ① 耐火煉瓦…電铸レンガ、珪石レンガ、塩基性レンガ、ジルコンレンガ、シルマナイト質レンガ、保温レンガ 他 | | |
| ② 溶解室燃焼器具…重油バーナー、予熱装置、流量調節装置 他 | | |
| ③ 計測器具…温度記録計、炉内圧記録調節計、重油流量計、熱電対温度計 ガラス液面記録調節計 | | |
| ④ 作業室燃焼器具…ガスバーナー、ガス混合、温度制御、原料投入等 | | |
| 2) フォアハースとフィーダー設備 | | 3 基 |
| ① 耐火煉…電铸レンガ/シリマナイト質レンガ/保温レンガ | | 3 基 |
| ② 燃焼器具…バーナー/インスピレーター/圧力計他 | | 3 式 |
| ③ 燃焼用空気ブロワー (50 m ³ /分、圧力・水柱 70 mm) | | 3 基 |
| ④ フィーダーメカニズム/アングュラチャー (144-D) | | 2 台 |
| ⑤ 自動温度制御装置 | | 1 式 |
| 3) 瓶製造機、付帯設備 | | |
| ① 成形機 IS-6-D/G | | 1 台 |
| ② スタカー CB 型 | | 2 台 |
| ③ 口焼き装置 | | 3 台 |
| ● 瓶 (酒用他) | | |
| 近代化の重点項目 | | |
| 短期 (1~2 年) : 緊急改善、少資金で効果が出る改善、生産安定化 | | |
| 中期 (2~4 年) : 機械精度向上、資金を要する生産性向上、プロセス変更 | | |
| 長期 (5 年以上) : 生産性の高い設備合理化、市場対応生産設備、競争力 | | |
| ステップⅠ：短期 (1~2 年)：緊急改善、少資金で効果が出る改善、生産安定化 | | |
| 1) 原料工程 | | |
| ① 原料置場の改善…珪砂中水分値が 6% 迄低下するに十分な在庫量に対応出来るの床面積の確保、床面から 30 cm 以下の珪砂は水分値が高く使用不可、 | | |
| ② ポータブルコンベアーの導入…水切りの為 2~2.5 m の山積みをする | | |
| ③ 調達元の品質指導… 納入珪砂の水分 (13~18%)、納入長石の鉄分 (0.24~0.77%) は標準外れ、 納入標準値 (受け入れ規格) 水分：8~10%、鉄分：<0.2% を守らせる | | |
| 2) 配合工程 | | |
| ① 鉄分混入原因排除…カレットの発生、運搬、保管過程で鉄分が混入し易い | | |

| | | | |
|-------------------|---------------------|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | | |
| 2. 大分類/工業(コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) | |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | | |
| 8. 改善・近代化の提言 4/8 | | | |

② 計量設備の改良…秤式計量器を使用した半自動計量式であるが計量機構不良で、投入後れが生じ、配合誤差がある。90%計量投入後 10%分を追加計量する方法で精度向上を図る事が出来る。2段階計量式に改造する

③ カレット貯蔵の改良…水分持ち込み排除の為保管場に屋根を付ける、カレット発生場所に破碎機を置き現場破碎処理して保管スペースを削減する、破碎はジョークラッシャー又はロータリークラッシャーが良い

③ 原料配合記録の整備…配合作業日報を記入し記録する

3) 溶解工程

① 溶解炉・温度制御の改善…的確な窯槽温度を把握する事、窯天井温度が 1,620℃を超えない範囲、窯温度が 1,450℃以上で維持されるような窯温度条件を把握する。的確な測定方法と熔融ガラス品質の知識が重要

② 液面制御の改善…原料投入機が断続的投入である限り熔融ガラス液面を安定化できない。熔融液面を検知し原料投入をする連続投入システムを採用する

③ フォーハースの温度測定点の増加…内部のガラス温度のバラツキが大きい、スパウト入り口に 3 本熱電対を設置(計 9 点)し各点の温度が時間経過と共に変動しないよう温度制御をする

④ 運転記録の整理…原料溶解職場はミスがあっては成らないが、万一の対策としてトラブル発生原因追跡の為、全ての作業記録をする規則を制定すべきである

4) 成形工程

① 組み付け、芯出し治具製作…瓶成形機の基本は、粗型支持構造のキングピンと仕上型支持構造のキングピンをむすんだ中心線上に中心が存在し、粗型・仕上型のスプライン軸の中心がこの中心に対して 90 度になっている事が重要である。機械修理の時これを確認し、必要な治具は成形機メーカーから購入する

② 成形機の精度測定、復元、維持…瓶成形機の各部品の組付け精度は設備納入時の状態に維持される必要が有るが殆どの場合基準値はずれである。各部の測定、補修、交換、維持点検に付き成形機メーカーの指導を受ける。工場独自で対応できる技術水準の問題ではない

③ 金型設計技術の習得…金型図面は設計の基本点に、逸脱した点が多い。先進国の金型技術の導入か、機械メーカー提供のモールドデザインデータを参考として金型設計者のレベルアップをすべきである

④ 金型取り扱いの教育指導…使用後の金型は疵、油汚れ、酸化を修復する必要が有るが作業者の取り扱い不注意による疵が多い。傷つけない取り扱いマニュアルと補助具の整備をする

⑤ 成形条件の記録、再現性…記録は有るが設備の設定条件記載だけでは無意味である。設定値記載と共に、機器の状態、品質の状態、作業者が採ったアクション内容等の情報を、逐一、記載しておく

| | | |
|--|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 5/8 | | |
| <p>⑥ ジョブチェンジの記録整備…型替えの記録は前回までの同じ型による生産で、生産性の最も高かった条件を再現する参考となる。型替え時の効率的な作業手順、人員配置、準備作業項目を克明に、型替え作業を迅速適格にする実施計画を作成する</p> <p>5) 焼鈍工程 (徐冷工程)</p> <p>① 循環ファンの修理…徐冷炉にある循環ファン6台中4台故障している。2台で十分と考えている技術者、管理責任者は失格である。炉内の温度低下曲線とバーナー操作、外気導入ダンパー設定等と製品品質に及ぼす最適条件の関係を学習理解する</p> <p>② 温度測定点の増加…現状は徐冷炉各ゾーン中央上部温度を表示しているが不十分。徐冷炉の幅方向中央、両端の3ヶ所に温度計を設置し幅方向温度変化を連続的に把握し最適パターンを実現するよう調整する</p> <p>③ 温度制御の改善…炉内温度をバーナー調節と外気導入ダンパー操作を人力で行なっているが炉内温度分布と操作の関係が理解されていない。上記①②項と合わせデータを蓄積して最適温度分布を実現する操作条件を把握する</p> <p>④ 運転記録の整備…詳細な作業の記録はトラブル防止、業務改善に必要である</p> <p>6) 検査工程</p> <p>① 最終検査・抜き取り検査法の改善…現状サンプリングは徐冷炉終点で2時間、200個で有るが、金型番号と製品との対応がない。整理、活用出来るようにする 具体策：各金型番号毎8本採取、検査結果を1枚の用紙に記入、データを分析評価し問題点、経時変化状況を記載、成形部門、技術部門と改善策を探す</p> <p>② 製品検査結果の現場へのフィードバック…定期的な抜き取り検査結果だけでは不十分、①の結果を不良削減に向けた成形部門の(品質向上指示書)とする。</p> <p>③ 限度見本の作製…品質保証した出荷製品から不良が4%発見されている。複数の検査員が作業する時の最低判断基準が限度見本である。これによって個人差を無くす事が出来る</p> <p>④ 作業日誌の作成…1)~5)項迄の内容と同じで、品質向上の為に必要である。</p> <p>7) 包装・出荷工程</p> <p>① 工場の明き空間活用…工場内建屋間の通路が製品の屋外倉庫となり乱雑、手狭、作業能率低下の原因となっている。工場建屋内の空室を活用、一時保管倉庫とするか製品倉庫を建て、在庫管理をきちんとする、屋外在庫しない</p> <p>② 製品在庫の先入先出し…製品の出荷は生産順に行なう(先入れ先出し)。生産ロット毎に区分し、生産履歴が解るように在庫管理する(ロット管理)</p> <p>③ 作業日誌の改善…記録は長期保管し製品の問題発生に際して出荷データが速やかに把握できるように記録する</p> | | |

| | | |
|--------------------|----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業(コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 6/8 | | |

ステップⅡ：中期(2~4年) …機械精度向上、資金と生産性向上、プロセス変更

1) 原料工程

- ① 受入検査の簡略化…原料納入業者の提出する成分分析は、品質安定取引き実現により徐々に検査省略が可能となる
- ② 倉庫レイアウト…原料、半製品、製品の工場内流れが錯綜し、ハンドリングコスト、労働力の損失原因である。建屋、機器配置の整理再編成が必要

2) 配合工程

- ① ミキサの羽根材質…羽根の摩耗は鉄分混入の最大原因、交換頻度は2ヶ月、羽根材質をマンガン/クローム鑄鉄とする→4~10ヶ月に延長可能

3) 溶解工程

- ① 耐火物の改善…次回の冷修時に使用レンガ材質のグレードを上げ熔融ガラスの品質向上、炉の寿命延長を図る

| | | | |
|-----|------|--|-------------------------|
| (例) | ベイブ | 電鑄 AZS | VF |
| | 種瓦 | 電鑄 AZS | BNC (VFより若干巣が大きいレンガ) |
| | アゴ | 電鑄 AZS | レギュラーキャスト |
| | 上部 | 電鑄 AZS | IW(断熱性を良くする為、炉の外側はアルミナ) |
| | 大迫 | 珪石 (スーパーデュティー) | |
| | スロート | 電鑄 AZS α β アルミナ。上部構造、迫は珪石 | |
| | W/E | ベイブ・種瓦共に電鑄アルミナ | |
| | ポート | 炉内側はすべて電鑄 AZS | レギュラーキャスト |
- ② 溶解炉の温度制御の改善…次回冷修時炉天井に温度計 TC を設置、これにより窯温度を自動制御する。但し、あくまでも窯温度の基準はタックストーンの温度である
- ③ フォーハースの燃料の検討…世界の主流はガス燃焼である。フォーハース全体での低カロリー燃焼を実施する事により内部のガラス温度を均一に保つ事が容易となる為である。ガス調達が困難であるが発生炉ガスを使用してテストする事を推奨する

4) 成形工程

- ① 成形機の管理技術の改善…設備保全の実施、設備に関係する従業員全員が設備機械の詳細を徹底的に理解する事が前提である
- ② 成形機の精度向上…成形機管理項目と管理数値の設定をする、これにより成形機の精度を高レベルに維持し製品品質を安定して確保できる
- ③ 金型修理技術の向上…金型は修理すればするほど寸法変化、姿形状変形をもたらす、従って取り扱いを慎重丁寧にする。小さな疵を磨く場合は出来るだけ目の細かなサンドペーパーを使用する

| | | |
|---------------------|----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 7/8 | | |

5) 焼鈍工程

- ① プッシャーの改善…焼鈍炉内の製品相互の接触を放置している。製品密集度により温度不均一が生じ、製品歪み、外観不良、品質ムラの原因となる。炉内のバランスの良い配列、均整な配置が可能な治具、設備を作る
- ② 界面活性剤のスプレー実施…徐冷炉内のダイレクト燃焼によるブルームが瓶表面に発生している。これにより滑り不良、疵発生の原因となるので、滑りを良くする為の界面活性剤をスプレーする

6) 検査工程

- ① 検査治工具の整理…目的に合った治工具を用意し使用する
(例) 成形工程/重量測定用秤、各部寸法測定用限界ゲージ (全長、胴径、口外径、口内径)
- ② 製品検査システムの検討…現状は多数の検査員によっているが、検査基準が不統一で、感覚検査による為精度の低下、バラツキ、作業能率等の観点から好ましくない。検査基準作成、技能教育と共に、システムを複列検査から 1 列検査を導入し、検査コンベアターンテーブルの組み合わせによりレベルアップ可能である
- ③ 統計的データ処理の確立…生産増加と共にデータ数が増加するが統計的なデータ処理技術を取り入れ迅速、正確に評価判断して生産にフィードバックする体制を整える

ステップⅢ：長期 (5 年以上) …高生産性の合理化設備、市場対応設備、競争力

1) 原料工程

- ① 倉庫レイアウトの変更…建屋設備のレイアウトが良くない。時系列的な状況にしたがって増築増設された為で致し方ない。今後、新立地、新工場建設の機会に、工場内の無駄のない物流、効率的な設備配置を考慮した工場レイアウトをする必要が有る。
- ② 運搬機械の導入…原材料の移動は人力によるものが多いが、作業の質、生産性、管理効率 (製品品質管理、労働力管理) の面からは可能な限り機械化を導入する。特に原材料部門は、製品品質上、早急を実施する事を推奨する

2) 配合工程

- ① 原料配合工程の自動化…世界のガラス工場の流れは自動調合の方向にある。輸出競争を考える場合、これ以上の合理化設備が必要になる。微少原料の調合は注意が必要で、10 kg 未満の配合原料は各成分を秤量し、ソーダ灰で希釈して 10 kg としプレミックスを作り配合する。この結果、秤量設備仕様は全て 10 kg 単位となる
- ② 調合室レイアウトの改善…調合場は溶解窯近傍とし、合理的な材料の流れを考慮した調合室レイアウトとする

| | | |
|--|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 14 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 09) |
| 5. 対象製品 | ガラス、瓶、容器 | |
| 8. 改善・近代化の提言 8/8 | | |
| <p>3) 溶解工程</p> <p>① 溶解炉の改造…ガラス生産は装置産業である事を考慮した設備規模を考える必要がある。将来は省エネルギー工場が鍵となるから溶解炉の大きさ、生産の自動化は必要である</p> <p>② フォーハースの燃料の変更…ガス燃料の採用が必要で、実施のタイミングを失わない事。</p> <p>③ フォーハースの改造…ガス燃料の採用と対に成るが、マルチゾーンフォーハースが主流である。これによりガラス温度の細かなコントロールが可能となり、高品質のガラスが生産できる</p> <p>4) 成形工程</p> <p>① 成形機の DC 化…現状成形機一台当たり金型は 12~16 個であるが、世界の流れは既に 36~40 個になっている。将来はこれを考慮した成形機導入を推奨する。成形サイクルは 20 サイクル/分で、世界最高速生産数量は 720~800 本/分である。DC (Double Cavity=1 section に 2 set の金型を付ける) 化成形機を効率よく操作できる技術と工場体制を実現しておく事である</p> <p>5) 焼鈍工程</p> <p>① レヤーの更新…最新の設備における徐冷炉の温度分布コントロールは各ゾーン毎に設置したガス燃焼バーナーと冷却用外気導入ダンパーとの連動、個別制御により自動的に最適状態が実現される</p> <p>6) 検査工程</p> <p>① 基本的な検査工程の自動化…第 1 段階は人間の目、手で判定できない項目 (瓶口外径、内径等) は早急に自動検査化する。第 2 段階でピリ検査機の導入、第 3 段階でこれ以外の検査項目に付き難易度、価額、自動化効果等を考慮して導入を決める</p> <p>7) 包装・出荷工程</p> <p>① 包装の改善…バルク包装が世界の主流であるが、輸送コスト、包装コストの面から大きな効果が認められている。フォークリフト用パレットの上に置かれたボードに直接製品を密集した状態で置き包装する方法で何段積むかは予め設計しておく。最上段に保護ボードを置き 4 本のベルトで締め、更に外側をプラスチックフィルムでカバーし保護する。このシステムにより無人化自動包装が可能である</p> <p>② 客先工程の改善…ガラス瓶を使用する充填ユーザー要求と使用実態を理解し、顧客と自工場にとって利益となる品質とシステムの提案が今後必要である</p> | | |

4-5 セメント

4-5-1 普通セメント、高炉セメント

4-5-1 普通・高炉セメント 1/9

| | | | |
|---|------------------------------|--------------------|----------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) | |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | | |
| 6. 既存生産設備と能力 | | | |
| ● 普通セメント | | | |
| 湿式ロングキルン方式 | 1959年 | キルン | 3基 |
| | 1977年 | 増設(4号) | 1基 |
| | 合計生産能力 | 90~92万t/年 | |
| 製造法 | | | |
| 原料(石灰石、粘度、鉄粉)を所要化学組成となるよう配合し水を加えて湿式粉碎し焼成してクリンカーを作る。これに石膏、混合剤を加えて混合粉碎しセメントを製造する。 | | | |
| 生産設備 | | | |
| 原料貯蔵庫…粘土貯蔵池 | : 0.28万t/2.4日分 | …石灰石 | : 2万t/6.4日分 |
| | | …鉄粉貯蔵庫 | : 900t/4.5日分 |
| | | | 計 3,938t/日 |
| 湿式原料粉碎机 | : 50t/hr×4基=200t/hr (1~4号機) | | 計 3,938t/日 |
| キルン…4基 | : 26.5×3+25×1=104.5t/hr | クリンカー | 計 2,508t/日 |
| 仕上粉碎机(開回路) | : 28.5×5基=142.5t/hr | セメント | 計 3,032t/日 |
| セメント貯槽 | : | | 53,600t |
| 1950年代の標準的湿式ロングキルンで中規模工場である。 | | | |
| ● 高炉セメント | | | |
| 乾式予熱ポイラー付きキルン | 1942年 | 2基+改造形1基 | 計3基 |
| | 合計生産能力 | 56万t/年 | |
| 製造法 | | | |
| 原料(石灰石、水滓、炉灰、鉄粉)を所要化学組成となるよう調合し乾式粉碎し焼成してクリンカーを作る。これに石膏、水滓を加えて混合粉碎し425高炉セメントを製造する。 | | | |
| 生産設備 | | | |
| 原料貯蔵庫…水滓貯蔵庫 | : 0.58万t/11日分 | …石灰石 | : 1.1万t/9日分 |
| | | …鉄粉貯蔵庫 | : 0.14万t/4.5日分 |
| | | …炉灰 | : 0.58万t/71日分 |
| | | | 計 1,908t/日 |
| 原料粉碎机(閉回路) | : 32.5t/hr×3基=98t/hr (1~3号機) | | 計 1,908t/日 |
| キルン…3基 | : 23×2+10.8×1=56.8t/hr | クリンカー | 計 1,363t/日 |
| 仕上粉碎机(開回路) | : 14×5基(1~5号)=70t/hr | セメント | |
| 仕上粉碎机(閉回路) | : 16~15×2基(6~7)=31t/hr | セメント | 計 2,354t/日 |
| セメント貯槽 | : | | 23,600t |
| 工場建設以来40年以上経過し十分な補修更新のないまま推移し設備の旧式化と老朽化が進行した工場である。 | | | |

| | | |
|---------------------|-----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | |
| 7. 現状と問題点 | 1/2 | |

● 普通セメント

工程設備の大きな課題は原材料配合計量が容積計量で重量基準でない為、誤差が大きき、セメント品質に大きく影響している事と粉・煤塵による環境汚染が著しい事である。

1) 工場全体の計量設備不完全、重量計量器機なし、容積計量による管理

- ① 原燃料、製品：受入・出荷…容積計量で精度劣る→品質変動の原因
- ② 製造工程：原料調合、キルンへのスラリー原料、燃料の供給、仕上工程…容積計量→精度劣る、品質変動幅が大きい、消費エネルギー大

2) 粉塵・煤塵排出による環境汚染

- ① キルン排気用電気集塵器：老朽化、機能せず…発塵量 10 t/時→環境汚染
- ② 集塵機回収ダスト：回収一括集積後各キルン配分投入→クリンカーの品質変動
- ③ キルン排ガス集塵機：閉塞、機能せず…未処理で放出→環境汚染

3) エネルギー消費

- ① キルン燃焼器の効率：筒体構造単純、低油圧…燃焼効率劣る→熱消費量増加
- ② クリンカー冷却：多筒式構造…燃焼用 2 次空気とクリンカーの熱交換不良→キルンの熱消費量増加の一因
- ③ 4 号キルングレート式クリンカー冷却器：据付け不良、熱交換不良…キルン燃焼用 2 次空気低温→消費熱量増加、燃料費大
- ④ 仕上げ粉砕機：開回路式、…消費動力大、製品粒度分布広い→品質不良

4) 電気計装・制御・設備保守

- ① 受電設備：老朽化…遮断容量、保護協調、個別単独運転→総括制御設備必要
- ② 計装設備：指示計、記録計稼働機器少…故障中多い→品質不安定、盲目運転
- ③ キルン停止頻度：突発事故原因による停止 40 回/年、定期休止周期 30 日は短い、休止日数も短期→品質への影響大、生産効率劣る

5) 原材料の品質と管理状態

- ① 石灰石、石膏、粘土：品質安定、問題なし
- ② 石炭、鉄粉：品質変動大、受入れ品質の安定化が必要→セメント品質低下
- ③ 炉灰・仕上げ工程で混合：炭素分を含む、品質への影響大→他の材料へ転換
- ④ 総合貯蔵庫での他原料混入が有る、原料粉砕機出口の品質変動大

6) 品質

- ① 品質変動：スラリー段階均質化調整/変動幅少…焼成工程/吹込炭発熱量変動・粉塵、未回収・回収粉塵一括投入・貯蔵庫/クリンカー温度が高い→品質変動拡大
- ② 仕上げ工程：石膏、炉灰混入率変動、セメント細度変動→品質変動
- ③ 運転管理：画一的運転…漏入空気防止、キルン排ガス分析、吹込炭品質把握…状況に対応した運転なし、→粗雑な運転、変動幅広大、品質不良

| | | |
|---|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | |
| 7. 現状と問題点 | 2/2 | |
| <p>④ 品質管理用サンプリング：瞬間的サンプルで工程を代表しない</p> <p>● 高炉セメント 工程設備の大きな課題：普通セメントと同様、容積計量問題と環境汚染。</p> <p>1) 工場全体の計量設備不完全、重量計測器機なし、容積計量による管理</p> <p>① 原燃料、製品：受入・出荷…容積計量で精度劣る→品質変動の原因</p> <p>② 製造工程：原料調合、キルンへの粉末原料、燃料の供給、仕上…容積計量 →精度が悪い、品質変動の幅が大きい、消費エネルギー大</p> <p>2) 粉塵・煤塵排出による環境汚染</p> <p>① 1、2号キルン排気用電気集塵器…規制値の3倍量→環境問題</p> <p>② 3号キルン、原料乾燥機各設備…集塵機なし、発塵は顕著→環境問題大</p> <p>③ 集塵機回収ダスト…回収一括集積後各キルンに投入→クリンカーの品質変動</p> <p>3) エネルギー消費</p> <p>① キルン燃焼器の効率：筒体構造単純、低油圧…燃焼効率劣る→熱消費量増加</p> <p>② クリンカー冷却：多筒式構造…燃焼用2次空気とクリンカーの熱交換不良 →キルンの熱消費量増加の一因</p> <p>③ 予熱ボイラー：老朽化、ボイラー水管水漏れ…月間停止 30 hr 以上→蒸気生産少</p> <p>④ 仕上げ粉砕機：開回路式5基、…消費動力大、製品粒度分布広い→品質不良</p> <p>4) 電気計装・制御・設備保守</p> <p>① 受電設備：老朽化…遮断容量、保護協調、個別単独運転→総括制御設備必要</p> <p>② 計装設備：指示計、記録計稼働機器少…故障多い→品質不安定、盲目運転</p> <p>③ キルン停止頻度：突発事故原因による停止 137 回/年→品質、生産効率劣る</p> <p>5) 原材料の品質と管理状態</p> <p>① 石膏、重油：品質安定、問題なし</p> <p>② 石灰石：品質安定、MgO が多く、セメント品質を下げる</p> <p>③ 水滓：MgO が多く、ガラス質が少ない</p> <p>④ 鉄粉：品質変動大、炉灰中の炭素分変動大</p> <p>⑤ 総合貯蔵庫での他原料混入が有る、原料粉砕機出口の品質変動大</p> | | |

| | | | |
|--------------------|---------------------|--------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) | |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | | |
| 8. 改善・近代化の提言 1/1 | | | |

● 普通セメント

近代化の基本的構想 (略称 cl=クリンカー)

工場改造→既存設備の有効活用、既存設備の休止期間を短く、少額投資を期待

I 案：湿式製法の近代化

- …消費熱量の低減、1,550→1,250 kcal/kg・cl
- …計測・制御システムの自動化
- …製造環境の改善

II 案：乾式転換による近代化

- …主要設備の活用：既存原料、仕上げ粉砕機、既存キルン
- …省エネルギー志向の計装設備、集塵設備の整備

I 案：湿式製法のままでの近代化

熱消費量の低減に伴いクリンカー生産能力は
現状キルン4基合計 2,509 t/日→2,904 t/日
に増加する見込みであり対応して関連設備の生産能力増加対策を行なう
改造順序 4号 (完成まで 25ヶ月) →3号 (9ヶ月後完成) →後2、1号改造
休止期間 2.5ヶ月 2.5ヶ月

1) 消費熱量の低減

- ① 電気集塵器の改造…飛散粉塵回収による熱損失低減
- ② 1・2・3号クリンカー冷却器の改造…現状多筒式冷却器→改良型多筒式冷却器
1・2・3号冷却効率 (2次空気回収熱効率) 17%→改造後 75%
4号クリンカー冷却器改造…グレート式冷却器、回収熱効率 66.4%→改造後 75%
- ③ キルン耐火材の整備…内張り耐火材の適切な補修、焼成体胴体散水の削減等
…キルン胴体放散熱現状：3号 197.2 kcal/kg・cl、4号 193.6 kcal/kg・cl
標準放散熱目標 90~120 kcal/kg・cl…節減量 120 kcal/kg・cl
- ④ 燃焼器の改造…3、4号キルンの過剰空気率、未燃焼損失が多い
燃焼器改造、2次空気予熱上昇、通風管理の徹底により熱消費低減可能
- ⑤ 熱交換チェーンの増設…キルン内熱交換改善による排ガス熱損失低減
1~4号キルン内のチェーンを3号機と同水準に増加→排ガス温度引下げ
- ⑥ 挿入原料水分の減少…水分蒸発潜熱の低減による熱量低減
挿入原料含水率 36~37%→35%、粉末度を粗く 14→20%、結果 3%削減可能
- ⑦ 挿入原料、粉塵の均質・定量供給…キルン安定運転による熱効率改善
挿入原料の化学成分水分を均質化し、粉塵は発生キルンへ定量供給する、
- ⑧ 各種計量器の改造、キルンダスト輸送設備の改造

2) 電気・計装設備の改造

- ① 受配電設備、電気設備、電動機の一部更新
受配電設備：老朽化新設現状 19,000 kW→改造後 22,500 kW
電気室：総括制御装置導入に対応し、各負荷設備近傍に新設
直流電源装置：遮断機操作電源、制御盤操作電源、非常灯用として新設

| | | |
|--------------------|----------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | |
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | |
| 8. 改善・近代化の提言 2/7 | | |

電動機：現状の電動機を使用、改造更新の原料調合、粉塵挿入、仕上げ閉回路化に伴う電動機は新設する

キルン用主電動機
：4号キルンクリンカー用電動機はサイリスタレオナード型に更新

② 計測設備、制御回路の新設
制御室…原料調合からセメントサイロ投入まで
：原料粉碎・調合・仕上げ粉碎制御室…運転監視制御
：焼成・石炭粉碎制御室…運転監視制御
計装制御装置…検出端、発信機、受信機、調節計、監視盤、操作卓から成る

③ 総括制御設備の更新
：電動機の操作・監視・制御は制御室の監視盤、操作卓による
：制御は工程毎に分散された現場電気室内の PLC が行なう
(PLC=Programmable Controller)

3) 製造環境の整備

① キルン排気用電気集塵器の改造
キルン排ガス用電気集塵器、グレート式クリンカー冷却器排ガス用電気集塵器ガス条件、ダスト条件、集塵サイズ、ガス整流状態、電源容量・制御方法を考慮し、排ガス含有粉塵量を規制値の 0.15 g/Nm³ 以下に成るよう改造する
1・2・3号用：
極間 300 mm, ダクト数 15, 集塵面積 3.164 m², 比集塵面積 63.2 m²/m³/S
4号用：極間 300 mm, ダクト数 25, 集塵面積 3.796 m², 比集塵面積 70.6 m²/m³/S

② 4号クリンカー冷却器排気用電気集塵器の新設
既存設備の更新、有効容量 160 m³ の電気集塵器を設置
処理ガス量 400 Nm³/分、ガス温度 180℃、入り口 30 g/Nm³, 出口 0.15 g/Nm³

③ 貯蔵庫、クリンカー輸送機の集塵設備の新設
貯蔵庫：粉塵防止対策…クリンカー、石灰石、粉碎机貯蔵槽上、貯蔵庫外飛散
石炭の自然発火防止…積上山の下部から使用、転圧・空気流排除、散水
クリンカー輸送機の集塵設備
：クリンカー破砕機、シュート部にバッグフィルターを設置、吸引する

II 案：乾式転換による近代化
…主要設備の活用：既存原料、仕上げ粉碎机、既存キルン
…省エネルギー志向計装設備、集塵設備整備
基本的視点：近代化計画早期完成の為、仮焼炉付キルンを採用、既設キルン 3、4号 2基の改造で対応可能、短期間、周辺機器・能力増の改造費用も小額である。但し、乾式→湿式転換の為、原料、焼成関係の設備改造新設、生産量増加に伴う仕上設備の改造に大きな比重が掛かる

① 仮焼炉付キルン方式 …既存 3、4号 2基の改造
② 改造後のクリンカー生産能力 3,400 t/日
③ 改造後のキルン熱消費量 740~750 kcal/kg・cl

| 1. JICA 報告書 No | 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------------|--|--|-------|-------|------|--------|--------|------|----|----|------------|-----|-----|------|----------------------|----------------------|-------|--|--------------------------------------|
| 2. 大分類/工業 (コード 11) | 3. 中分類/化学工業(コード 02) | 4. 小分類・業種/(コード 11) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8. 改善・近代化の提言 4/7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>④ 改造後のセメント生産能力 4,120 t/日 … 120 万 t/年</p> <p>⑤ 改造順序 4号 (完成まで31ヶ月) → 3号 (翌1年後完成)</p> <p>休止期間 5ヶ月 11ヶ月</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>1) 粘土乾燥関係設備：</p> <p>鉱山からスラリー状で受け入れる原料を乾式採掘に変更する為の設備</p> <p>① 粘土置き場：雨天連続日数を勘案し、一週間分と設定した屋根付き建屋</p> <p>② 粘土破砕機：雑石破砕の為の粘土破砕機を粘土乾燥機上流側に設置</p> <p>③ 粘土乾燥機：転換による余った低温側キルン胴体の一部の改造転用、回転円筒向流式、キルン予熱塔排ガス利用の粘土乾燥機排ガス調湿機能も付ける</p> <p>④ 乾燥粘土置き場：総合貯蔵庫を延長増設 3,000 t 分、既存スラリー貯蔵池廃止</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>2) 原料調合システム</p> <p>① 計量器の改造：テーブル式をベルト式定量供給機に変更</p> <p>② 原料粉砕機：乾式閉回路型とし、既存4基で $61 \times 4 = 244$ t/hr の能力とする</p> <p>③ 混合貯蔵槽：混合貯蔵槽と原料貯蔵槽の両機能を持つ設備新設、2基 各 5,000 t</p> <p>④ 蛍光 X 線分析装置と小型計算機の新設：粉砕機出口の原料成分の変動幅を少なくする、分析の迅速化、調合精度向上、キルン挿入原料の均質化目標</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>3) キルン：老朽化部分修理</p> <p>① 3、4号キルン：タイヤ、ローラー、駆動歯車、胴体口元部の更新</p> <p>② キルン送入側に仮焼炉付予熱機を新設する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>4) クリンカー冷却器：グレート式冷却器に更新</p> <p>① 既存冷却器能力不足→グレート式に変更、</p> <p>② 冷却器排ガスは、一部冷却器に再循環し、石炭の乾燥に利用する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>5) キルン排ガス用集塵機</p> <p>① 既存3、4号の内部改造：ガス条件、ダスト条件を検討し、仕様を決める</p> <p>② 電気集塵器改造仕様：</p> <table border="1" style="margin-left: 40px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>3号キルン</th> <th>4号キルン</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>極間距離</td> <td>300 mm</td> <td>300 mm</td> </tr> <tr> <td>ダクト数</td> <td>15</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>部屋構成 (列×段)</td> <td>2×2</td> <td>1×2</td> </tr> <tr> <td>集塵面積</td> <td>3,164 m²</td> <td>3,796 m²</td> </tr> <tr> <td>比集塵面積</td> <td>51.5 m²/m³/S</td> <td>70 m²/m³/S</td> </tr> </tbody> </table> <p>既存集塵機で不足する集塵面積を、既存2号機の内部改造により補充する</p> | | | | | 3号キルン | 4号キルン | 極間距離 | 300 mm | 300 mm | ダクト数 | 15 | 25 | 部屋構成 (列×段) | 2×2 | 1×2 | 集塵面積 | 3,164 m ² | 3,796 m ² | 比集塵面積 | 51.5 m ² /m ³ /S | 70 m ² /m ³ /S |
| | 3号キルン | 4号キルン | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 極間距離 | 300 mm | 300 mm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ダクト数 | 15 | 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 部屋構成 (列×段) | 2×2 | 1×2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 集塵面積 | 3,164 m ² | 3,796 m ² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 比集塵面積 | 51.5 m ² /m ³ /S | 70 m ² /m ³ /S | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>6) クリンカー冷却器排ガス用集塵機</p> <p>① 3、4号用として有効容量 510 m³ の集塵機を新設する</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | |
|--|----------------------|---------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業(コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | |
| 8. 改善・近代化の提言 5/7 | | |
| <p>7) 仕上げ粉砕機：閉回路に改造 ① 現状の開回路から閉回路に変更すると能力は 1.3~1.4 倍に増加する</p> <p>8) 石炭粉砕機…既存 2 基使用 ① 石炭使用量が減少する為、既存の内の 2 基を転用する</p> <p>9) 電気計装設備、計測設備 ① 受配電設備、電動機… I 案湿式法のままでの近代化にほぼ同規模内容につき省略 ② 制御回路、総括制御設備… I 案湿式法のままでの近代化にほぼ同規模内容</p> <p>● 高炉セメント 近代化の基本的構想 (略称 cl=クリンカー) 内容は前項の汎用セメントにほぼ同じにつき要点だけ記載する 工場改造→既存設備の有効活用、既存設備の休止期間を短く、少額投資を望む I 案：1、2 号キルンは現状予熱ボイラーのままの近代化 …消費熱量の低減、1,440→1,300 ~→1,200 kcal/kg·cl …予熱発電量の増加 …キルン内表面積当たり生産量の増加 35→38 kg/m² …クリンカーの品質向上、クリンカー強度 620→650 号に向上 …計測・制御システムの自動化 II 案：3 号キルンの近代化 …改造後の工場総生産能力・クリンカー 60 万 t/年、セメント 100 万 t/年 …製造法は予熱ボイラー式、仮焼炉付キルンの 2 案を検討する …予熱ボイラー式ではキルン規模は既設に同じ、ターピンは 3 号機専用</p> <p>I 案：予熱ボイラー方式のままでの近代化 1) 消費熱量の低減 ① クリンカー冷却器の改造：冷却効率改善による 2 次空気回収熱の増加 グレート式に改造すると 2 次空気回収熱効率 14.8→75%となる ② 送入原料、回収ダストの均質・定量化：キルン安定運転による熱効率改善 電気集塵器回収ダストは精度の良い定量供給機で、元のキルンに定量送入 ③ 燃焼効率の改善：冷却器の改造による 2 次空気温度の上昇、燃焼器の改造による 燃焼促進、通風管理改善による熱損失低減 ④ クリンカー品質の改善：石炭燃焼転換に伴うクリンカー燃焼用熱量変化に対する 熱消費の補正 ⑤ 増産に伴う胴体放散熱の低減：①~④の対策で年平均熱消費は 240 kcal/kg-cl 節 減可能…燃料消費一定なら熱消費低減比率だけ生産量が増加し、これにより更に 胴体放散熱の低減がある ⑥ その他：各種計量器の改造、キルン輸送設備の改造</p> | | |

| | | | |
|---------------------|-----------------------|---------------------|--|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | | |
| 2. 大分類/工業 (コード' 11) | 3. 中分類/化学工業 (コード' 02) | 4. 小分類・業種/(コード' 11) | |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | | |
| 8. 改善・近代化の提言 6/7 | | | |

2) 予熱発電量の増加:

① ボイラー更新…老朽化が顕著であり更新、これにより発電量の増加、キルン長期安定運転可能による生産効率向上が期待出来る

3) クリンカーの品質向上

① 原料配合率の変更…使用石灰石の品質、精度の高い計量配合機器の導入が前提

② 仕上げ粉砕機の閉回路…設備の設置

③ 設定変更…クリンカー3日強度 310 kgf/cm²、28日強度 650 kgf/cm²を満足する設定 HM>2.10、C3S≥60%、KSK≥0.93、C3A 多いほど良、f-CaO<0.5%、MgO 出来るだけ少量、クリンカーを急冷する。

4) 計測計量の自動化

① 計測設備、

② 制御回路の新設

③ 総括制御設備の更新

④ 一部電動機の更新

5) 受配電設備…普通セメント I 案にほぼ同一

① 3号キルン近代化に合わせ更新

6) 製造環境の整備

① キルン排ガス用電気集塵器の改造
諸因子を考慮した集塵機改造後の性能仕様…1、2号キルン用
極間距離 300 mm、ダクト数 15、比集塵面積 132 m²/m³/S、集塵面積 4,211 m²

② クリンカー冷却器排ガス用電気集塵器の新設

③ 原料乾燥機排ガス用電気集塵器・3号キルン近代化に合わせ新設

| 設計条件 | 処理ガス量 | ガス温度 | ダスト量 入り口/出口 |
|----------|------------------------|------|--|
| 1、2号キルン用 | 700 Nm ³ /分 | 170℃ | 20 g/Nm ³ /0.1g/Nm ³ |

7) 合計クリンカー生産能力増加 1,104→1,440 t/日

II 案: 3号キルンの近代化: 予熱ボイラー式/予熱ボイラー式を採用する理由
…石灰石中に塩素分が多く、仮焼炉付キルン方式では運転に支障が出る
…仮焼炉付キルン方式の製造原価は予熱ボイラー式に比較して高い
…電力供給側に余力がなく、不安定(停電停止頻度大)
…改造後の総生産能力 クリンカー 60 万 t/年、セメント 100 万 t/年

1) 原料乾燥設備: 電気集塵器の新設

① 石灰石、調合粘土乾燥機の改造…改造後の所要能力に対処できるよう改造

② 水滓、炉灰・ベルト式定量供給機による計量と混合後に乾燥

③ 水滓、炉灰用貯槽の新設

④ 石炭、調合粘土乾燥用電気集塵器新設…有効容量 178 m³

| | | |
|--|---------------------|--------------------|
| 1. JICA 報告書 No | 15 | |
| 2. 大分類/工業 (コト' 11) | 3. 中分類/化学工業(コト' 02) | 4. 小分類・業種/(コト' 11) |
| 5. 対象製品 | 普通セメント、高炉セメント | |
| 8. 改善・近代化の提言 7/7 | | |
| <p>2) 原料調合設備用計量器の改造</p> <p>① 振動式供給機設置による粉砕機への供給量の精度向上、</p> <p>② 原料粉砕機 3 基とも振動式に変更…ベルト式定量供給機廃止、</p> <p>③ 原料貯蔵槽 6 基中 2 基を混合貯蔵槽に改造、直列式、圧縮空気連続混合式</p> <p>3) 蛍光 X 線分析装置、小型計算機の設置</p> <p>① 調合精度の向上、分析の迅速化</p> <p>② キルン送入原料の均質化</p> <p>4) 原料粉砕機</p> <p>① 8 号仕上げ粉砕機増設→6 号仕上げ粉砕機を原料粉砕機として転用</p> <p>5) 石炭設備</p> <p>① キルン改造により石炭使用量は増加する</p> <p>② キルン送入原料、吹き込み炭の計量器の改造・振動式に変更</p> <p>6) キルン及びクリンカー冷却器の改良</p> <p>① 既存 1、2 号キルンと同サイズのキルンを 3 号キルンの隣に設置</p> <p>② 生産能力、性能は既存設備改造後に同じ</p> <p>③ クリンカー冷却器はグレート式とし排ガスは電気集塵器を通して排出</p> <p>7) キルン排ガス用及びクリンカー冷却器用電気集塵器の新設</p> <p>① ガス条件、排ガス規制基準値は 1、2 号と同じとして新設</p> <p>② キルン排ガス用 有効容量 644 m³</p> <p>③ クリンカー冷却用 有効容量 326 m³</p> <p>8) 予熱発電用ボイラー、タービン、発電機の新設</p> <p>① ボイラー新設：1、2 号と同じ蒸発量 23.8 t/hr</p> <p>② タービン、発電機新設：蒸気温度 450℃、蒸気圧力 39 kg/cm²、発電量 5,020 kW</p> <p>9) 仕上げ粉砕機の増設…既存設備の改造はしない</p> <p>① 生産量増に対処：全キルン完成後仕上げ粉砕機 1 基新設</p> <p>② 閉回路式、2,200 kW、能力 66 t/hr、ベルト式供給機使用</p> <p>③ 増設後の粉砕能力：現状 101.5 t/hr→151.5 t/hr</p> <p>10) 電気計装設備設備の更新…普通セメント I 案にほぼ同一、詳細省略</p> | | |