

4. 生産工程面の近代化計画

本調査における調査対象3製品は、有機化工廠内において「原料－製品（原料）－製品」と繋がりがあがる。そこで、近代化計画の立案における、対象製品の生産量とその主要課題を整理し、その後に個別の製品毎に近代化計画案を述べる。表VI-1に計画案と生産量・課題の関係を示す。

表VI-1 計画案における生産量・課題の相関

(単位：t/y)

| | ホルマリン | | フェノール樹脂 | | 成形材料 |
|-------------|-----------------------------|---------|----------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | 生産量 | 用途 | 生産量 | 用途 | 生産量/用途 |
| 現 状 | 11,000 ↓ 外販等 → 9,640 | → 1,360 | → 2,000 ↓ 外販 → 1,200 | → 800 | → 2,000 (一般用) |
| 第 1 案 | 12,000 ↓ 外販等 → 9,552 | → 2,448 | → 3,600 ↓ 外販 → 2,000 | → 1,600 | → 4,000 (一般用) |
| 課題 | 連続安定生産 | | 触媒変更/高品質化 | | 作業環境/過重労働改善 |
| 第 2 案 | 14,000 ↓ 外販等 → 10,600 | → 3,400 | → 5,000 ↓ 外販 → 3,000 | → (2,000) → 1,600 → 400 | → 4,000 (一般用) → 1,000 (自動車用) |
| 課題 | 既存設備の最大能力化 | | 経済性規模の設備導入 | | 新用途製品生産 |
| 第 3 案 | 30,000 (新設のため 全て外販) | | | | |
| 課題 | 高濃度製品生産 | | | | |

4.1 ホルマリン

4.1.1 近代化計画概要

第Ⅲ編においてホルマリン生産工程の現状と問題点について記載した。ここでは、第Ⅲ編で記載した問題点を整理し、その改善方向を含む近代化計画案の流れに関して示す。

4.1.1.1 現状の問題点の整理

ホルマリンの生産工程に関する問題点については、①安定・安全運転関係 ②能力増強関係 ③触媒寿命延長関係 ④品質向上その他関係の4分類により整理すると以下のとおりである。

(1) 安定・安全運転関係

1. プラント停止原因となる工場管理面の改善
2. 不良及び老朽化計器の整備又は更新（最重要改善項目で合理化検討の前提）
3. 破裂板作動事故の原因解析と運転操作の対策（重大事故の未然発生防止）
4. 用役の安定化と計量の強化（特に蒸気、冷却水）
5. 機器及び配管類の保全強化（内部の清掃及び漏洩防止を含む）
6. 保温・塗装の強化（省エネルギー及び環境対策上も大切）
7. 保護具着用の励行（職場規律、合理化促進の精神高揚の点からも重要）

(2) 能力増強関係

8. メタノール蒸発器の改造と空気加熱器の設置
9. 反応器の偏流防止の検討
10. 反応生成ガス急冷部の検討
11. 反応器の改造、更新、大型化の検討（能力増強計画の最大のネック）
12. 第1、第2吸収塔の順番交換に伴うフロー変更改造
13. 新第2吸収塔塔頂部への注水ライン移設
14. 吸収塔冷却器の清掃等による冷却能力の強化
15. 吸収塔充填材の点検、不良品の取り替え（段効率の向上）
16. 原料メタノール貯蔵能力増強法の検討（原料不足による車間停止の防止）
17. 製品ホルマリン貯蔵能力の増強（販売政策を含む）

(3) 触媒寿命延長関係

18. メタノール受入口及び周辺の改善（触媒毒の侵入防止）
19. 原料メタノール貯槽の内部点検・清掃
20. 車間のメタノールサービスタンクの内部点検・清掃
21. メタノール蒸発器底部ドレン排出の改善（触媒毒の除去）
22. メタノール高位槽の改造（ドレンバルブの取り付け触媒毒の除去）
23. 原料空気・メタノール及び混合ガスのフィルターの点検、補強（触媒毒の侵入の防止）
24. 原料水蒸気のセラミックフィルターの設置検討（触媒毒の侵入防止）
25. 蒸気発生用軟水の品質改善（触媒毒の侵入防止）
26. 銀触媒再生能力の増強および品質向上検討

(4) 品質向上その他の合理化関係

27. 高品質原料メタノールの購入
28. 製品ホルマリン品質保持のため脱酸装置の検討
29. 製品ホルマリン高濃度化（新プラントの増設検討を含む）
30. 要員の多能化教育と適正要員配置の検討（要員合理化）
31. プラントの運転データ解析の実施強化

4.1.1.2 ホルマリンの生産工程に関する近代化計画案の前提

ホルマリン生産工程に関する近代化計画実施案として、次の3案から計画する。

1. 第1案：現状設備における連続安定生産計画
2. 第2案：連続安定生産化による能力増加計画
3. 第3案：新プラント建設計画

4.1.1.3 主要問題点に関する対策の方向性

まず、現状の問題点に関する近代化計画における位置づけを表VI-2に示す。

そこで、近代化計画として設備等の導入を含む項目(◎)と管理面等から改善すべき項目(○)とに分け、対策を実施することで計画案を立案し、その内容から実施時期を第1・2案に対応して分類した。

表VI-2 現状の問題点と対応

| 項 目 | 第1案 実施 | 第2案 実施 | 費用算出 除外項目 | 備 考 |
|---|---|------------------------------|-----------------------------------|---|
| (1) 安定・安全運転関係 1. プラント停止原因となる工場管理面の改善 2. 不良及び老朽化計器の整備又は更新 3. 破裂板作動事故防止対策 4. 用役の安定化と計量の強化 5. 機器及び配管類の保全強化 6. 保温・塗装の強化 7. 保護具着用の励行 | ○ ◎ ○ ○ ○ ○ ○ | | ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 工場全体の管理改善 運転管理の改善 動力車間の改善 運転管理の改善 保全により対応 |
| (2) 能力増強関係 8. メタノール蒸発器の改造と空気加熱器の設置 9. 反応器の偏流防止の検討 10. 反応生成ガス急冷部の検討 11. 反応器の改造、更新、大型化の検討 12. 第1、第2吸収塔の順番交換に伴う70-変更改造 13. 新第2吸収塔塔頂部への注水ライン移設 14. 吸収塔冷却器の清掃等による冷却能力の強化 15. 吸収塔充填材の点検、不良品の取り替え 16. 原料メタノール貯蔵能力増強法の検討 17. 製品ホルマリン貯蔵能力の増強 | ◎ ◎ ◎ ○ ○ | ○ ○ ○ ◎ | ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ | 本調査対象外 本調査対象外 本調査対象外 (*1) |
| (3) 触媒寿命延長関係 18. メタノール受入口及び周辺の改善 19. 原料メタノール貯槽の内部点検・清掃 20. 原料サービスタンクの内部点検・清掃 21. メタノール蒸発器底部ドレン排出の改善 22. メタノール高位槽の改造 23. 原料空気・メタノール及び混合ガスのフィルターの点検、補強 24. 原料水蒸気のセラミックフィルターの設置検討 25. 蒸気発生用軟水の品質改善 26. 銀触媒再生能力の増強および品質向上検討 | ○ ○ ○ ○ ◎ ◎ ◎ ◎ ○ | ◎ | ○ ○ ○ ○ ○ | 当面清掃実施 運転管理の改善 |
| (4) 品質向上その他の合理化関係 27. 高品質原料の購入 28. 製品品質保持のため脱酸装置の検討 29. 製品高濃度化 30. 要員の多能化教育と適正要員配置の検討 31. プラントの運転データ解析の実施強化 | | | ○ ○ ◇ ◇ ○ | 将来計画 将来計画 順次対応 順次対応 |

○：検討項目 ◎：費用積算項目 ◇：第3案で実施項目

(*1)：他工場からの受入手当方法の改善

4.1.1.4 ホルマリンプラントの近代化計画の全体像

次節以下に近代化計画の詳細を検討の上説明するが、ここでは、ホルマリンプラントの生産工程に関する近代化計画の全体像を表VI-3に示す。現状の診断に基づき第1案では生産能力を年間1,000ト増加、第2案では生産能力を第1案に対して2,000ト増加した。第3案は生産能力30,000トの新プラントを建設する事とした。

表VI-3 ホルマリンプラントの近代化計画の全体像

| | 現 状 | 第1案 | 第2案 | 第3案 |
|----------|--------|-------------------|--------------------------------|----------------------|
| 生産量 | | | | (*) |
| 生産量(t/y) | 11,000 | 12,000 | 14,000 | 30,000 |
| (t/d) | 37 | 40 | 42.5 | 100 |
| 主要対策 | | 生産設備の基本的機能回復方策の実施 | ○連続4ヶ月運転 ○全量輸入触媒 ○製品貯槽増設 | ○新プラント建設 ○連続2年間運転 |

(*)：高濃度製品であるが、生産量はホルムアルデヒド37%にて表示。

4.1.2 第1案（現状設備における連続安定生産化計画）

4.1.2.1 第1案の前提

第1案における目標は、現在年間約11,000トを生産しているプラントに対して、本来の機能を失っている点および通常のホルマリンプラントでは対応されている方法を改善点として織り込み、現有設備における連続安定化を図ることとする。

また、改善案を実行することにより、生産能力は現状の約10%増の12,000トの達成を目標とする。従って第1案の前提は次のとおりである。

1. 生産設備に関する機能回復
2. 生産目標 12,000ト(実稼働日数 300日/年)

4.1.2.2 第1案における改善計画

第1案では、現設備の連続安定化のために必要項目を前述の表VI-2に提示した。これらの内、通常の保全業務、運転管理等で実施すべき項目もある。ここでは抽出した項目の中から費用算出の対象となった項目について以下に説明する。

(1) 不良および老朽化計器の更新、追加

現状のプラントの安定した連続運転を阻害している重要な要因として計装機器の故障個所が目立つ。しかも一度故障した計器の修理を専門の計器メーカーに依頼せず、自廠内で行うために不十分な点が多く、場合によっては計器不在のままの運転を強いられている。このため正常な運転は困難である。計装機器の更新、整備に関しては専門メーカーと相談し、使用条件にあった計器の選定、施行および計器調整も依頼すべきであり、今後の保全に関しても協力して貰うことが必要である。

現状診断より、プラントの安定運転に必要な計器について更新および追加を行うこととした。対象となる機器は表VI-4に示すとおりである。

表VI-4 追加更新計器リスト

| 計器名称 | 記号 | 数量 | 備考 |
|---|-------------------------|------------------|--|
| 1. 蒸気系統 ① 吹込蒸気流量調節用記録計 | FRC | 1 | 記録計のみ交換 |
| 2. メタノール系統 ① 原料メタノール積算流量計 ② メタノール流量指示調節計 ③ 熱水排出温度計 | FS FIC TI | 1 1 1 | 積算計のみ交換 指示調節計のみ交換 追加(現場型) |
| 3. 空気系統 ① 空気槽圧力指示調節計 ② ブロワー出口温度指示計 ③ 原料ガス加熱用温度指示調節計 ④ 新設空気加熱器用温度指示調節計 | PIC TI TIC TIC | 1 1 1 1 | 指示調節計のみ交換 追加(現場型) 新設(計器、盤、工事) 新設(計器、盤、工事) |
| 4. 反応系統 ① 反応器バイパス管圧力指示計 ② 反応器ボイラー液面調節計 ③ 反応器ボイラー圧力調節計 | TI LIC PIC | 1 1 1 | 交換(現場型) 調節計のみ交換 調節計のみ交換 |
| 5. 吸収系統 ① 第1吸収塔・塔頂・塔底温度指示計 ② 第1吸収塔・塔頂・塔底圧力指示計 ③ 第2吸収塔・塔頂・塔底温度指示計 ④ 第2吸収塔・塔頂・塔底圧力指示計 | TI PI TI PI | 2 2 2 2 | 交換(現場型) 交換(現場型) 交換(現場型) 交換(現場型) |
| 6. 用役系統 ① 軟水廃ガスボイラ系統流量調整計 ② 軟水反応器ヘッダー系統流量調整計 | FIC FIC | 1 1 | 調節計のみ追加 調節計のみ追加 |

(2) メタノール蒸発器の改造と空気加熱器の設置

メタノール蒸発器への原料空気の吹き込みを中止し、原料空気系統を分離すると共に、このラインに空気加熱器を設置する。図VI-1に変更部分を示す。

新設空気加熱器 1基
形 式 : 多管式熱交換器
伝熱面積 : 3.5 m²
材 質 : S S

(3) 第1・2吸収塔の順番交換に伴うフローの変更

現状の第1吸収塔を新第2吸収塔にし、現状第2吸収塔を新第1吸収塔として使用するために、配管変更による改造を行う。ただし、吸収塔および循環ポンプ・冷却器の位置は移動しない。配管変更部を図VI-2に示す。

(4) 新第2吸収塔塔頂部への注水ライン移設

前項変更に伴い、新第2吸収塔塔頂部へ軟水の注水ラインも移設する。

(5) メタノール高位槽の改造

メタノール高位槽の底部に触媒毒になる恐れがある物質が蓄積される可能性が高いので、高位槽のドレン抜きバルブを設置する。

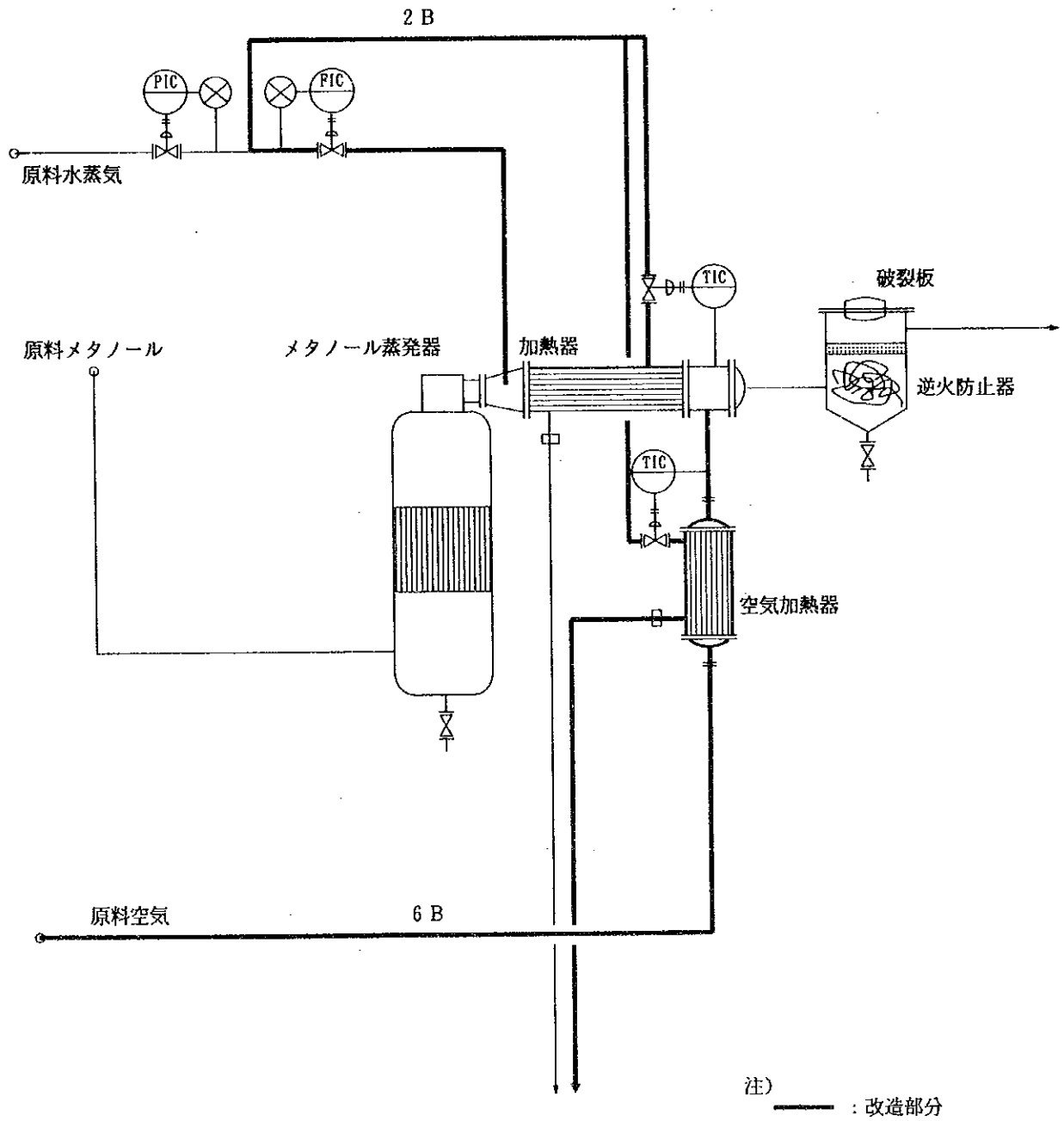
(6) 既設原料空気フィルターおよび混合ガスフィルターの改善

反応器における触媒毒の侵入を防止するため、既存のフィルターの濾材を交換し改善する。(現設備の使用済み触媒を持参し、蛍光X線分析を行った結果を表VI-5に示すが、触媒毒である鉄イオンがかなり多く検出された。)

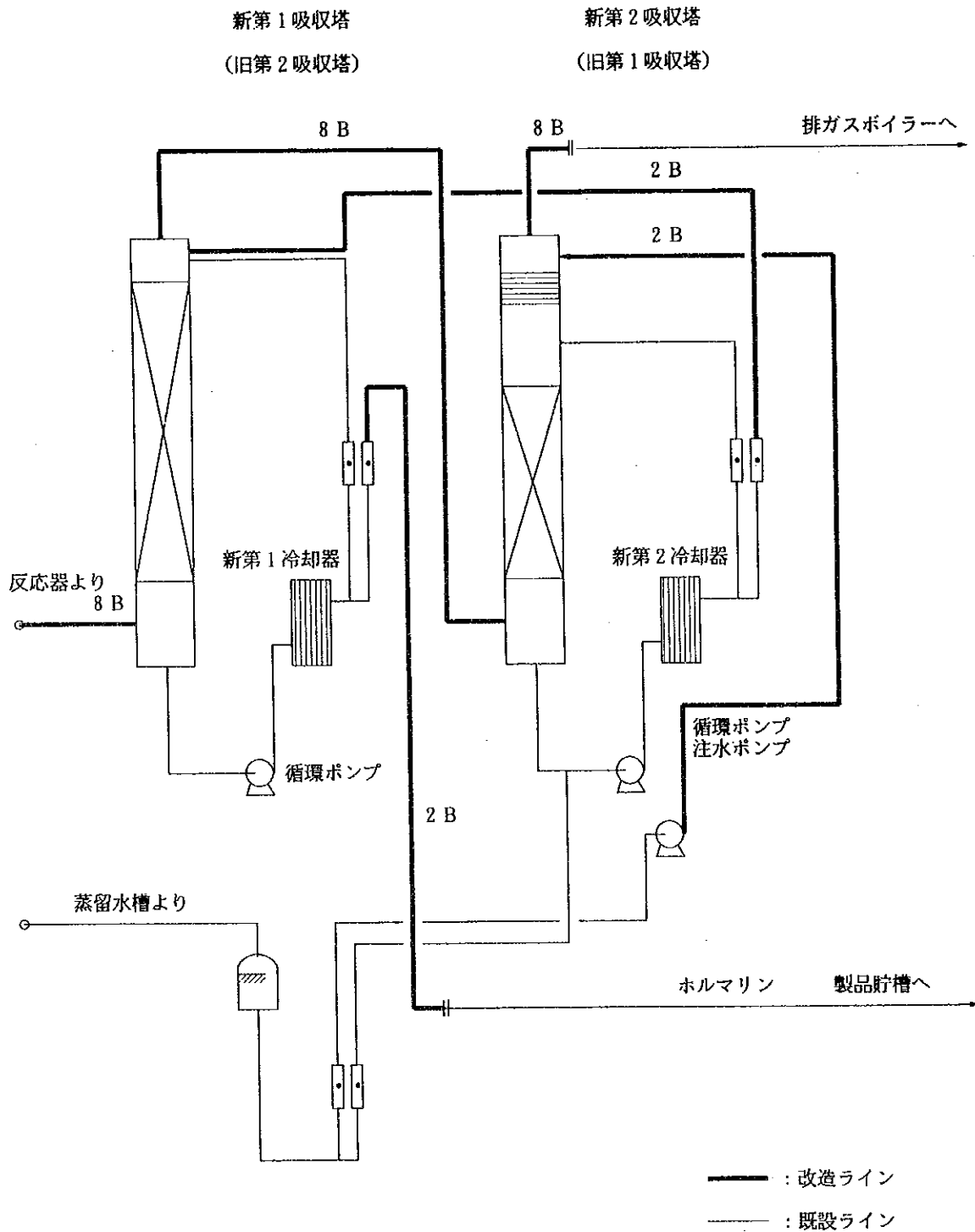
表VI-5 使用済み触媒の蛍光X線分析結果

| | | | | | |
|------|-----------|-----------|---------|----------|----------|
| イオン | A g | S i | C l | C a | C u |
| 濃度 % | 95-98 | 0.06-0.01 | 1.2-3.5 | 0.31-0.0 | 0.3-0.31 |
| イオン | F e | M g | A l | P b | |
| 濃度 % | 0.13-0.17 | 痕跡 | 痕跡 | 0.13-0.0 | |

図VI-1 空気加熱器、メタノール蒸発器周辺改造部



図VI-2 吸収フロー変更用改造



(7) 原料水蒸気のセラミックフィルターの設置

原料水蒸気内の微細な鉄分の除去は現状の濾材では難しく、特殊なセラミック製の濾材などの採用が必要となる。本案では2基並列に設置し、プラントを停止することなく切替交換洗浄が出来るようにする。

(8) 蒸気発生用軟水の品質改善

使用済み触媒の表面には、多量のカルシウムその他の金属化合物の付着が認められたが、これは現在の軟水装置の性能が不十分だけでなく、原水中に多量の不溶解固形分を除去しないまま軟水装置を通してることと推察できる。従って、軟水装置の入口側に不溶解固形分（SS）を分離するための濾過器を設けると共に、軟水装置のイオン交換樹脂も新規に交換する。

(9) 電解再生銀触媒の確保

現状では触媒交換の頻度が高いために、電解再生触媒量の確保が不十分である。当面は交替勤務を行い電解再生銀触媒を確保することとする。触媒に関する根本的な検討は第2案で行う。

4.1.2.3 第1案における改善効果

第1案の近代化計画を実施することで、次のような改善効果が期待できる。

1. 生産量が年間1,000ト増加する。
2. 蒸気用軟水の品質改善、機器および配管類の保全強化（清掃等）、フィルター類の設置、メタノール蒸発器ドレン抜き改造等を実施する事で触媒毒の要因を減らすことが出来、触媒寿命の延長化が図れる。
3. 計器類の整備、蒸発器等の整備、等により運転管理の改善が出来るので、連続安定生産が可能となる。

4.1.3 第2案（連続安定生産化による能力増加計画）

4.1.3.1 第2案の前提

第1案を実施した後、第2案の目標は、小規模の設備増設による改造で現在のプラントにおける最大生産量の達成をする。このために、設備・運転面からボトルネックを摘出し、それを改善することで能力増加を図る。

4.1.3.2 能力増強への検討

現在のプラントを調査した結果、生産能力が上がらない原因は多々ある。これらの問題点に関して、近代化計画第1案として設備面から能力を回復させる対策を提案した。次に問題となる項目は、次のとおりである。

1. 各種原因によるプラントの運転停止が平均すると10日毎に起きている。
2. 通常3～6ヶ月見込まれる触媒寿命が15日～30日程度である。

第Ⅲ編で述べた現状のプラント停止原因・回数を再掲載するが、本近代化計画の主旨に基づき工場全体で対策を講じれば、停止回数は1/3(15回)程度に減少することが期待でき、プラント連続運転日数は現状の10日から30日へ伸びる可能性は十分ある。

| | | | |
|---------------------|-----|---|---------------|
| ① 廠外の問題（停電・休日等） | 8回 | → | 4回（自家発電導入検討） |
| ② 他の車間の設備不良 | 19回 | → | 9回（動力車間保全強化） |
| ③ 原料不足・製品貯槽能力不足 | 10回 | → | 1回（製品貯槽能力増強） |
| ④ ホルマリン車間運転管理不良 | 7回 | → | 1回（設備・計器保全強化） |
| ⑤ その他（不明） | 1回 | → | 0回 |
| 合計（96/1～97/3の15ヶ月間） | 45回 | → | 15回 |

従って、第2案の能力増強の可能性に関して①製品貯槽能力の増強 ②触媒関連 等の項目について検討を進める。

4.1.3.3 能力増強へのケーススタディ

(1) 製品貯蔵能力の増加

製品貯槽能力に関する問題解決には、現状の約3日分を1週間分に増強することとすることで、プラントの停止を回避できるとした。しかし、販売部門における販売の平準化努力が重要である。

(2) 触媒に関する面からの検討

触媒に関する問題解決は、電解銀量の確保および品質の両面から検討が必要である。

検討は下記の2ケースで行った。

- ① 電化銀触媒量の確保に関して第1案で電解設備電解運転時間の延長により当面は対応したが、十分な電解銀触媒を確保するには、新規の電解槽を追加するケースがある。ただし、日本の電解専門メーカーが再生する触媒より品質は低いので、触媒寿命は約1ヶ月と見込んだ。

②日本のホルマリンメーカーが使用している電解専門メーカーによる電解再生触媒を採用することで、触媒寿命及び品質は改善される。従って、この実績から、触媒寿命は4ヶ月とした

以上の条件を織り込み能力増加試算を行うと表VI-6に示すようになる。従って、生産量が最大となるケースBを第2案として採用することとする。

表VI-6 能力増加の試算

| | 現状 | 第1案 生産設備 機能回復 | 第2案 | |
|------------------------------|---------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|
| | | | ケースA 連続30日 全量電解触媒 | ケースB 連続120日 全量輸入触媒 |
| 生産量 生産量(年) (日) | 11,000 37 | 12,000 40 | 13,500 41 | 14,000 42.5 |
| 計算生産日数 | 297 | 300 | (330) | (330) |
| 1サイクル 運転日 補修・立上げ 合計 | 15 3 18 | 20 3 23 | 30 3 33 | 120 3 123 |
| サイクル数 | 20 | 15 | 11 | 3 |

4.1.3.4 第2案実施のための留意事項

(1) 貯槽能力

原料及び製品在庫日数を増やすことは、生産の安定化には繋がるが、資金負担が増加する。従って、販売の平準化の確立、および原料入手安定化を図ることが重要である。

(2) 触媒

高品質の電解触媒を使用することとなっても、銀触媒の特性としての繊細性・脆弱性を十分理解して、プラントの長期間運転を継続することが重要である。

4.1.3.5 第2案における改善計画

(1) 貯槽能力

現状の製品品種（3種）と貯槽の使用関係は明確でないが、貯槽の基数から判断すると次のように使用されていると思われる。

- 製品貯槽 100m³ 1基
- 製品・調合槽 40m³、40m³の2基、
- 調整槽 40m³ 1基

従って、現在の製品在庫日数は $(100+(40+40+?)) \div 37 \approx 3\sim 5$ 日分 となる。

改善案では、製品貯槽能力増加は運転を制約しない最低限の能力とし、さらに貯槽の使用分類を次のようにすることで計画した。

- 製品貯槽 既設(計1基) 100m³、
新設(計2基) 100m³、100m³、 合計能力 300m³
- 調合槽 既設(2基) 40m³、40m³
- 調整槽 既設(1基) 40m³

従って、製品在庫日数は $300 \div 42.5 = 7.0$ 日分 とする。さらに調合槽も短期間の製品貯槽として活用が見込め合計で約1週間以上の在庫が可能となる。新設する製品貯槽の設置位置案を図VI-3に示す。

(2) 触媒

現状の触媒寿命が異常に短いことは第Ⅲ編で述べたとおりである。そこで、触媒の性能を劣化させる原因である鉄粉等の触媒毒の系内侵入防止策は、近代化計画第1案で提案した。従って、ここでは触媒自体の対策について述べる。

触媒寿命を長くする方策としては、全て電解再生銀とするための再生能力の増強と、触媒品質自体を向上させる方法の両面から検討が必要である。

1) 触媒再生能力増強

有機化工廠においては、触媒再生能力を増強するには次の2つの方法がある。

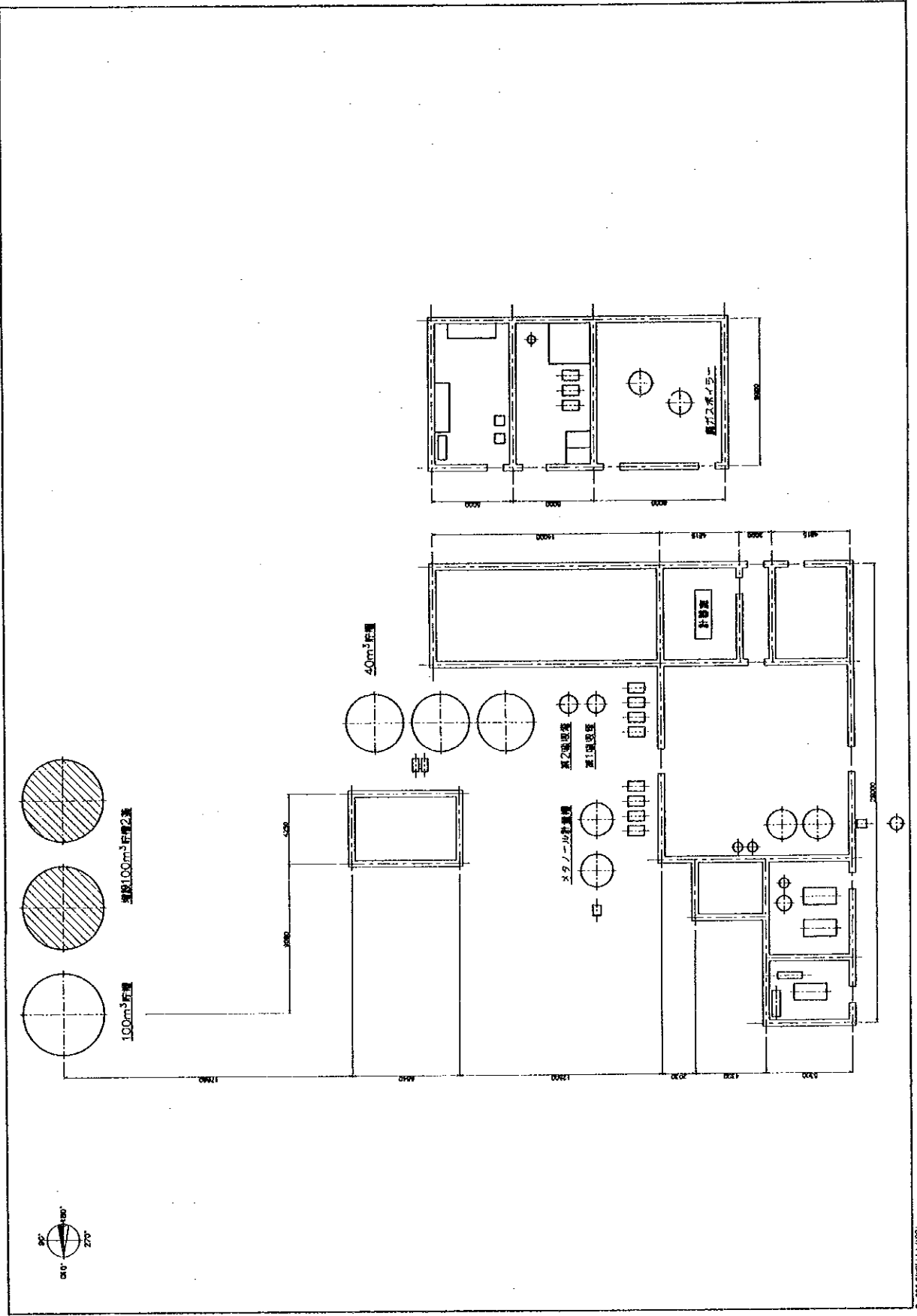
① 電解槽増設する案

現在使用している電解槽と同程度の能力（1日8時間当たり1～2kgの再生）の電解槽を設置するケース：設備概算費用6,000千円（400千元）

② 現電解槽の運転時間を延長する案（第1案で実施）

現状の8時間運転を延長して増産を行う。

图VI-3 新設製品貯槽配置図



2)触媒品質向上

触媒寿命を長くするためのもう一つの重要な点は再生触媒の品質の問題（特に純度と粒度）があるが、これを解決するためには、専門業者に依頼する必要がある。

（概算再生処理費用：3,000～4,000円/kg、200～270元/kg：日本ベース）

以上の結論として、触媒交換時の再生銀の取替え比率を増やす（理想は全量）ことで触媒寿命は延びる。このため、電解再生銀触媒の純度に関しては、中国でも対応可能と判断して、第1案では当面再生装置の運転時間を延長することで増産を図った。

しかし、触媒の品質の問題（純度と粒度）を解決するには、粒度を調整する等ノウハウを含む技術・設備の導入が必要になる。（概算費用：5～60,000千円、約4,000千元）

従って、有機化工廠において銀触媒の品質向上に必要な設備の導入をすることよりも、触媒の再生を専門業者に委託することが経済的である。日本のホルマリン生産会社でも再生は専門業者に委託している。

4.1.3.6 改善実施による予測される効果

第2案の近代化計画を実施することで、次のような改善効果が期待できる。

1. 生産量が現状より年間3,000ト増加する。
2. 製品在庫を約1週間としたので、春節明け等の製品が逼迫する場合でも、販売は可能となる。
3. 専門業者による触媒再生が行われるので、もし生産上のトラブルが生じても、触媒に関する問題か、その他の問題か判断がしやすくなり、トラブルの解決が容易になる。

4.1.4 第3案（新プラント建設計画）

4.1.4.1 第3案の前提

当廠では、ホルマリンの将来の需要増に備えて新プラントの建設検討は既に行われ（1994年実施）、その結果「九五計画」に組み込まれた。

しかし、検討の対象としてプロセスの選定から行われるべきであるが、鉄触媒法に関する製法の情報が中国では限られているため、銀触媒法による検討であった。従って、第3案における前提は次のとおりとした。

1. 新プラント規模 30,000t/y (100t/d、年間300日運転)
2. 対象プロセス選定は、銀触媒法及び鉄触媒法の比較を行う。

4.1.4.2 第3案適用プロセスの比較検討

第3案で採用するプロセスの候補は、現在採用している銀触媒法と中国で実績の少ない鉄触媒法である。両法の特徴を表VI-7に示すとともに比較を述べ、本計画に採用するプロセスを決定する。

表VI-7 適用プロセスの比較

| | 銀触媒法 | 鉄触媒法 |
|-------------------------|----------------------|--------------|
| 別 称 | メタノール過剰法 | 空気過剰法 |
| 収 率 | 80～83% | 91～93% |
| 製品品質 | | |
| HCHO | 37～46wt% | 45～55 wt% |
| CH ₃ OH | 3～7 wt% | 0.5～1.5 wt% |
| HCOOH (*1) | 0.01g/100mL | 0.08g/100mL |
| 原単位 | | |
| CH ₃ OH (*2) | 460 kg/t | 429 kg/t |
| 蒸気 (*3) | 340 kg/t | 610 kg/t(発生) |
| 電力 | 20 kWh/t | 80 kWh/t |
| 触媒 | | |
| 寿命 | 4～6ヶ月 | 1～2年 |
| 特性 | 繊 細 | 強 い |
| 緊急停止の影響 | もろく破壊されやすい | 問題なし |
| 運転管理 | | |
| 運転開始時 立上がり期間 | 熟練した運転員が必要 2～3日必要 | 容易 1日以内 |
| 設備費用 | 1.0 | 1.3 |

*1：両プロセスともに将来的には、脱酸装置の設置が望ましい。

*2：ホルムアルデヒド 37%、残存メタノール0%基準。

*3：排ガス処理はホルマリンプロセス外とした。

(1) プロセス比較

メタノールガスと空気（酸素）には、爆発範囲が存在する。

1)銀触媒法は、メタノール過剰法ともいわれ、メタノール比率を大過剰として爆発範囲上限界（37容量%）以上で運転される。また、反応を調節し、且つ爆発範囲を狭めるために、水蒸気を第三の原料として用いる。このために、製品ホルマリン中のホルムアルデヒド濃度が制限され、高濃度品（45重量%以上）を得るためには蒸留設備が必要となる。

運転開始時点において、所定の品質の製品が製造されるまでの時間は、2～3日を要する。

2)鉄触媒法は、空気過剰法ともいわれ、爆発範囲下限界（7容量%）以下で運転される。また反応を調整し爆発範囲を避けるために、吸収塔排ガスの一部を原料空気系へ循環させている。このために、高濃度ホルマリンの製造が可能となり、当然のことながら、通常濃度品として販売する場合は、製品貯槽で水希釈すれば良い。

運転開始時点において、所定の品質の製品が製造されるまでの時間は、1日程度である。

(2) 触媒比較

1)銀法として使用される触媒は、すべて電解銀である。電解銀はホルマリン製造技術を開発したメーカー各社のノウハウに属する項目である。各メーカーでは粒度・充填方法等に関して技術の開示を行っていない。日本の電解専門業者は各メーカーの指示に基づいた電解再生業務を行っている。鉄触媒に比較した銀触媒の特徴の一つとして、温度変化に脆く・他の成分（触媒毒）の影響を受けやすい点である。しかし、有機化工廠においても実施しているように自社で再生は可能である。

2)鉄法で使用される触媒は、酸化モリブデンと酸化鉄等の混合焼成物であり、4mmφ×4mmH程度の円柱形が多い。鉄触媒もそのほとんどがホルマリン製造技術所有社で技術を確認しているが、一部触媒専門メーカーからも販売はされている。鉄触媒は寿命期間毎に触媒を購入する点で銀触媒と異なる。

(3) 品質・原単位比較

1)銀触媒法の運転特性から、反応に寄与しないメタノールが触媒床を通過するので、一般的には製品ホルマリン中の残存メタノール分は多い。

2)鉄触媒法は若干の未反応メタノールが残存するだけである。この差が原料原単位の差となり現れるので、一般的には鉄触媒法が優れている。

また、吸収塔排ガスの一部を循環させるために、電力原単位は鉄触媒法が劣る。

さらに、水蒸気に関しては、鉄触媒法は原料として使用せず、反対にプラント内から余剰

となるので、他の車間での利用が可能である。

(4) 建設費比較

鉄触媒法は、吸収塔排ガスの一部を循環させるために、設備全体が銀触媒法に比べ大型化するのでそれに伴い設備費用及び前述したように電力原単位の面で劣る。

(5) 採用プロセス

当廠にとって両法における評価は、

- ①習熟された技術で、建設費用が安い銀触媒法
- ②触媒寿命が長く、高濃度製品が得られる鉄触媒法

と、一長一短である。従って、当廠において今後第3案を決定するには、その時点の状況を織り込み最終決断する必要がある。

現在、東南アジアにおけるホルマリンは接着剤としての用途が一番多いが、今後エンジニアリングプラスチック等の高付加価値製品への用途が開かれると、高濃度ホルマリンの需要が伸びる。このために最近の東南アジアにおけるホルマリンプラント建設は、鉄触媒法を採用するケースが多くなっている。

従って、本調査の新プラントは、将来各種用途に対応できる高濃度製品が生産できる鉄触媒法を採用し、計画を立てることとする。

4.1.4.3 新設計画

新設計画に関して、次の内容でまとめることとする。

1. 基本前提
2. プロセス概要
3. プロセスフローシート
4. 機器リスト／計器リスト
5. 配置図

(1) 基本前提

1. 採用プロセス : 鉄触媒法
2. 生産規模 : 30,000 t/年、運転生産量 : 100 t/日
(37 % ホルマリン、300日/年)
3. 製品品質 : HCHO : 45~50 重量%

| | | | | |
|-----------|----------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|
| | CH ₃ OH | : 1 ~ 2 重量% | | |
| | HCOOH | : 500 ~ 800 ppm | | |
| 4. 原単位 | : CH ₃ OH | : 425 ~ 429 kg (37 %、残存メタノール0%基準) | | |
| | 電力 | : 80 ~ 85 kWh | | |
| | 水蒸気(送出) | : 610 kg | | |
| | プロセス水 | : 80 kg | | |
| | ボイラー用水 | : 900 kg | | |
| | 冷却用水 | : 70 トン (ΔT ≒ 8 °C) | | |
| 5. 運転人員 | : 平常時 | : 1 人 | | |
| | 運転開始時 | : 2 人 | | |
| | 運転停止時 | : 1 人 | | |
| 6. 排ガス(例) | : N ₂ | 93 容量% | HCHO | 400 ppm |
| | O | 5 容量% | CH ₃ OH | 200 ppm |
| | CO | 2 容量% | DME | 4,000 ppm |
| | CO ₂ | 2,000 ppm | | |

(2) プロセス概要

鉄触媒法によるホルマリン製造プロセスフローを図VI-4に示す。フローに沿ってプロセスの概要を下記に述べる。

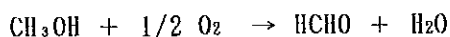
1) 原料ガス処理工程

原料メタノールは、液体で所定流量がメタノール蒸発器に送り込まれる。蒸発したメタノールガスは、混合器で空気と混合される。一方、原料空気は空気取り入れ口で濾過布で塵埃を除去する。つぎに空気中の酸素濃度を調整するために吸収塔排ガスの一部を循環ガスとして受け入れ、混合しブローにより混合器へ送られメタノールガスと混合し原料混合ガスとなる。

2) 反応工程

混合器の原料混合ガスは、反応器へ送られる。

反応器は、外部冷却型多管式熱交換器で、管内に触媒が充填され、メタノールは次の反応式に従って酸化されてホルムアルデヒドを生成する。



上記反応は、発熱反応なので、反応温度を最適に保つために、熱媒体油により反応熱を除去する。熱媒体油は、反応器で加熱され蒸発して廃熱ボイラーシステムに入り、熱交換されて液体となり、再び反応器へ戻る。廃熱ボイラーシステムからは、水蒸気が発生して、スチームドラムを経由して系外での利用のために排出される。

反応器からの反応生成ガスは、なお多量の熱量を持っているので、第2の廃熱ボイラーでさらに熱回収され、吸収塔へ送られる。

熱回収により発生する水蒸気の合計量は、本プラント内での消費量を上回るなので、余剰水蒸気としてプラント系外へ送出される。

3) 吸収工程

吸収塔は1本で、上部に棚段層あり、中部および下部は充填層となっている。

第2廃熱ボイラーを経由した反応生成ガスは、吸収塔下部へ入り、上部へ流れる。このとき、塔内を循環しているホルマリン液およびプロセス水と向流接触しつつ反応生成ガス中の有効成分は吸収除去される。一部のガスは系内の循環ガスとして原料空気系へ送られ、また一部のガスは排ガスとして塔頂よりプロセス系外へ排出される。

吸収操作により、吸収熱が発生するので液循環系に冷却器を設置して熱を除去する。

吸収塔塔底部からは濃度を調整されたホルマリン（粗ホルマリン）が抜き出され、製品貯槽へ送られる。

鉄触媒法によるホルマリン製造の物質収支を図VI-5に示す。

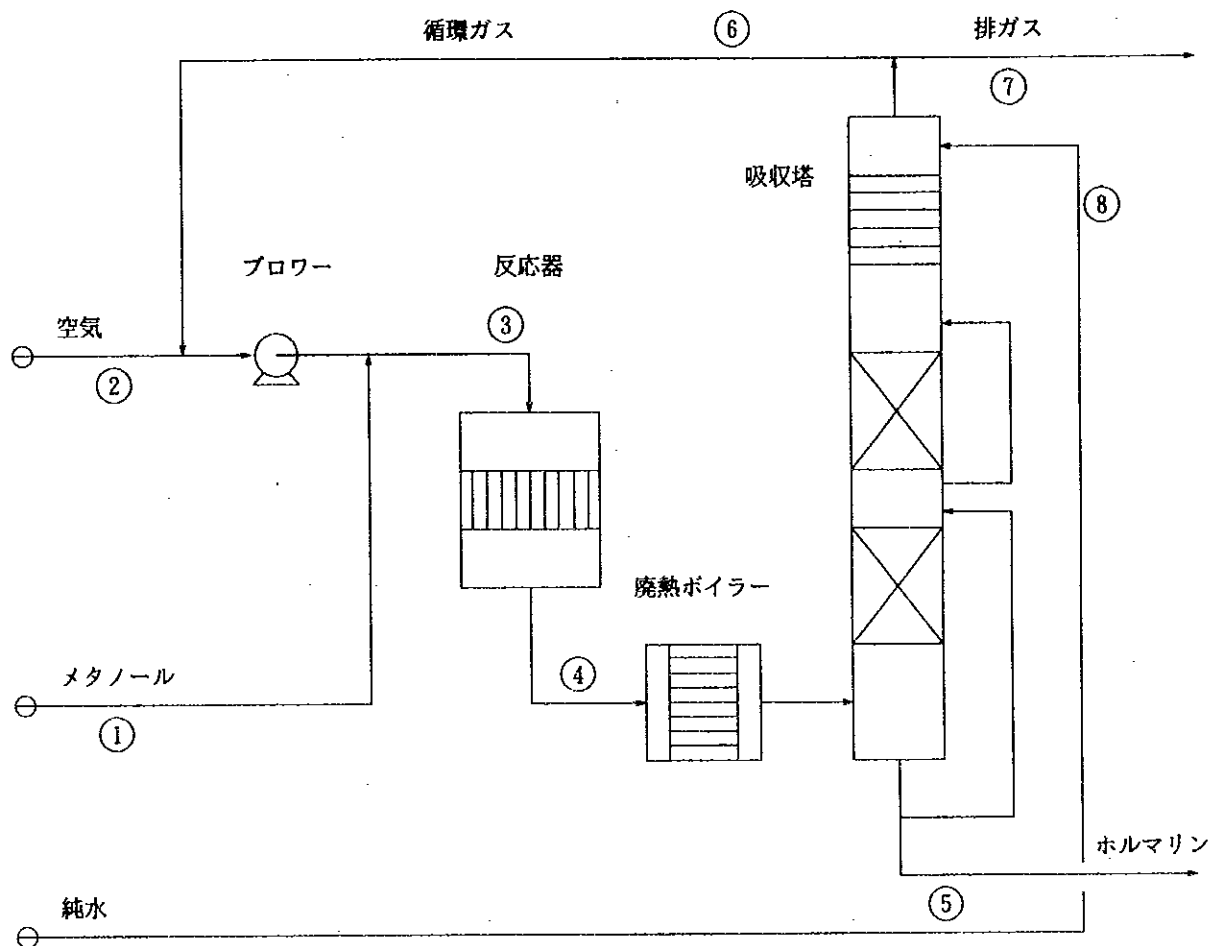
(3) 機器リスト

鉄触媒法によるホルマリン製造設備に関する機器及び計器リストを表VI-8、9に示す。

(4) 設備配置図

鉄触媒法によるホルマリン製造設備概略配置を図VI-6に示す。

図VI-5 鉄触媒法ホルマリン製造物質収支



物質収支

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|--------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|-------|
| | kg/H | kgmol/H | kgmol/H | kgmol/H | kg/H | kgmol/H | kgmol/H | kg/H |
| HCHO | | | 1.2 | 56.5 | 1,554.0 | 1.2 | | |
| CH ₃ OH | 1,788.0 | | 55.8 | 1.3 | 38.5 | | | |
| H ₂ O | | 5.2 | 31.8 | 95.3 | 1,615.2 | 26.7 | 10.1 | 665.0 |
| O ₂ | | 41.3 | 71.3 | 45.3 | | 30.1 | 12.4 | |
| N ₂ | | 155.7 | 667.8 | 713.2 | | 511.9 | 155.8 | |
| CO | | | 17.4 | 21.1 | | 17.4 | 2.2 | |
| CO ₂ | | | 3.2 | 3.8 | | 3.0 | 0.7 | |
| HCOOH | | | | 0.1 | 7.1 | | | |
| | 1,788.0 | 202.2 | 848.5 | 936.6 | 3,214.8 | 590.3 | 181.2 | 665.0 |

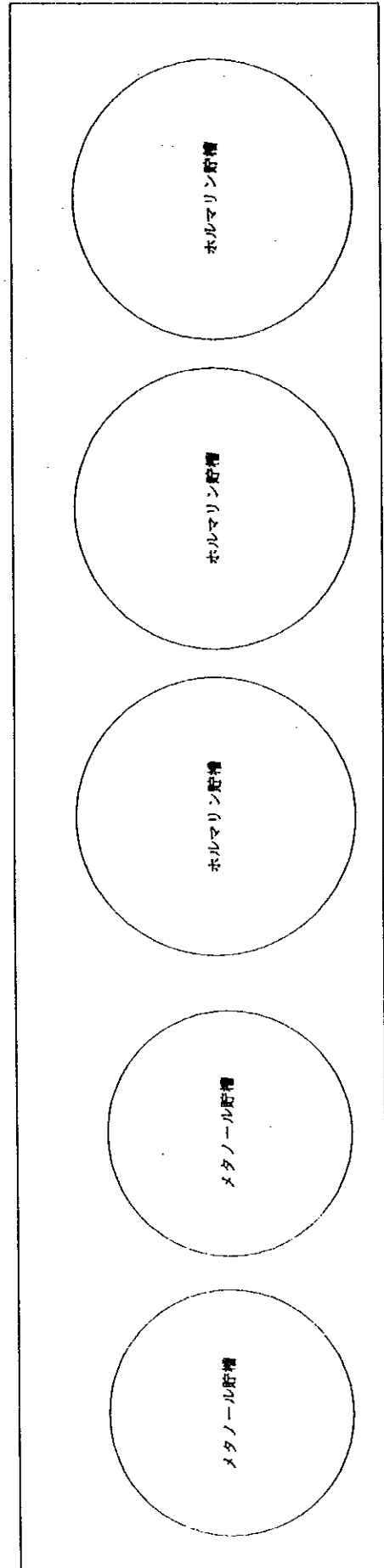
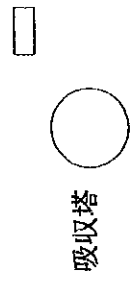
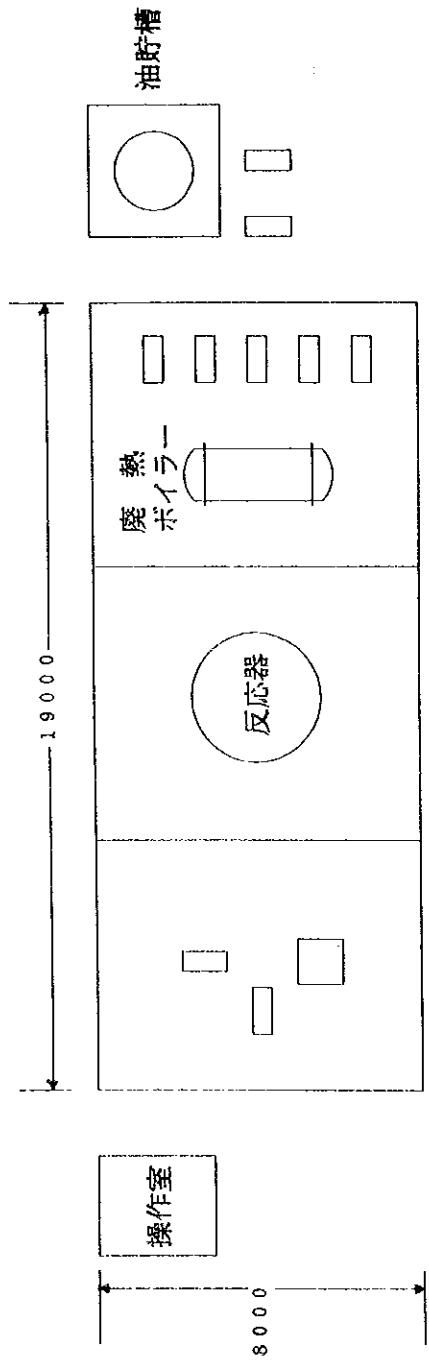
表VI-8 ホルマリン新プラント機器リスト

| No. | 名 称 | 数量 | 仕 様 |
|-----|------------|----|---|
| | 反応器 | 1 | 3,400φ×1,050L、多管式、CS/304SS |
| | 吸収塔 | 1 | 1,800φ×26,500H、充填層 304SS - ×7,500H、棚段層 |
| | メタノール蒸発器 | 1 | 39 m ² 、多管式、CS |
| | 媒体油凝縮器 | 1 | 75 m ² 、多管式、CS |
| | 反応生成ガス冷却器 | 1 | 240 m ² 、多管式、CS/304SS |
| | 第1吸収塔冷却器 | 1 | 60 m ² 、板式、304SS |
| | 第2吸収塔冷却器 | 1 | 75 m ² 、板式、304SS |
| | スタート用加熱器 | 1 | 電熱式、180 kw |
| | 還流凝縮器 | 1 | 10 m ² 、多管式、CS |
| | 空気予熱器 | 1 | 14.8 m ² 、エロフィン式 |
| | 第1反応ガス冷却器 | 1 | 90 m ² 、多管式、304SS (70シート未記載) |
| | 空気ブロワー | 1 | 222 Nm ³ ×6,000 mmH ₂ O、ターボ式、340 kw |
| | 油分離器 | 1 | 2.1 m ³ 、900φ×3,000L、CS |
| | ミスト分離器 | 1 | 304SS |
| | 中圧水蒸気ドラム | 1 | 1.8 m ³ 、1,000φ×2,000L、CS |
| | 低圧水蒸気ドラム | 1 | 2.3 m ³ 、1,100φ×2,000L、CS |
| | 油貯槽 | 1 | 7.5 m ³ 、2,000φ×2,600L、CS |
| | プロセス水貯槽 | 1 | 1 m ³ 、CS |
| | 吸収塔液循環ポンプ | 5 | 70 m ³ /H×25 mH、304SS、11 kw |
| | 油ポンプ | 1 | 50 m ³ /H×25 mH、304SS、7.5 kw |
| | 凝縮液ポンプ | 1 | 1 m ³ /H×30 mH、CS、3.7 kw |
| | プロセス水ポンプ | 2 | 1 m ³ /H×30 mH、CS、3.7 kw |
| | 原料ガス混合器 | 1 | 304SS |
| | メタノールガス濾過器 | 1 | 400φ×500L、CS/304SS |
| | メタノール貯槽 | 2 | 200 m ³ 、6,770φ×6,125L、304SS |
| | ホルマリン貯槽 | 3 | 500 m ³ 、8,710φ×9,155L、304SS |
| | 触媒充填用治具 | | 一式 |
| | 触媒 | | 2,300 kg |
| | 熱媒体油 | | 6.5 m ³ |

表VI-9 ホルマリン新プラント計器リスト

| No. | 項目 | 計測器 | 表示 | 数量 | |
|-------|-------|-----------|-------------------|----|---|
| | パネル計器 | 温度指示計 | TI | 27 | |
| | | 温度記録計 | TR | 13 | |
| | | 温度指示警報計 | TIA | 3 | |
| | | 圧力記録計 | PR | 1 | |
| | | 圧力指示調節計 | PIC | 1 | |
| | | 圧力指示調節警報計 | PICA | 2 | |
| | | 圧力警報計 | PA | 2 | |
| | | 差圧指示計 | PdI | 1 | |
| | | 流量指示調節警報計 | FICA | 3 | |
| | | 流量指示積算計 | FIQ | 1 | |
| | | 流量記録調節警報計 | FRCA | 1 | |
| | | 液面指示警報計 | LIA | 1 | |
| | | 液面指示調節警報計 | LICA | 3 | |
| | | 酸素記録警報計 | O ₂ RA | 1 | |
| | | リモート調節弁 | HCV | 2 | |
| | 現場計器 | 圧力指示計 | PI | 19 | ネジ込み型 フランジ型 マノメータ オーバル ローターメータ オリフィス |
| 6 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 流量計 | | FQ | 1 | | |
| 流量指示計 | | FI | 3 | | |
| | | 温度指示計 | TI | 1 | |
| | | | | 15 | |

図 VI-6 新設ホルマリンプラント配置図



4.2 フェノール樹脂

4.2.1 現状の問題点の改善方向を含む近代化計画の概要

第Ⅲ編でフェノール樹脂生産工程の現状と問題点について述べた。ここでは、第Ⅲ編に述べた問題点を整理し、その改善方向を含む近代化計画案を策定する考え方を示す。

4.2.1.1 現状の問題点の整理

フェノール樹脂生産工程に関する問題点としては、①塩酸触媒の関係、②真空系の関係、③計装の関係、④その他に4分類し整理すると下記のとおりである。

(1) 塩酸触媒の関係

- 1)耐食性付与のため反応缶の材質がガラスライニングで熱伝導性に劣る。
- 2)耐食性付与のためコジェンサ-の内部と接続配管の材質が銅製で耐久性に劣る。
- 3)反応中に高沸騰による反応の暴走を招き易い。

(2) 真空系の関係

- 4)真空漏れがあり十分な脱水操作ができない。
- 5)反応缶の釜底の排出バルブの構造が不十分な機種があり真空漏れと液漏れがある。

(3) 計装の関係

- 6)反応缶の温度検出は水銀温度計で応答性が鈍い。
- 7)温度や圧力の検出などの計装設備が一切無く、全ての操作が手動で行われている。

(4) その他

- 8)現在の主原料の仕込み方法では仕込み配管の洗浄が必要となっている。
- 9)反応缶の容量が2 m³と小さく経済性に劣る。
- 10)樹脂の濾過操作が不十分である。
- 11)フレーク状樹脂の製造設備は生産性と設備自体が不満足である。
- 12)ノボラック樹脂の粉碎設備は粉塵の発生や異物混入の危惧がある。
- 13)反応廃液の処理で増産時には第3次処理の能力が不足する。

4.2.1.2 フェノール樹脂生産工程の近代化計画の前提

フェノール樹脂生産工程の近代化計画実施案として、次の2案を計画する。

1. 第1案：現状の生産設備を尊重し、反応触媒や用役の改善、粒状品の生産を計画する。
2. 第2案：新規の工場を建設し増産を計画する。

4.2.1.3 主要問題点に関する対策の方向性

フェノール樹脂工場の近代化計画は第1案の現状の工場の改善と第2案の新工場の建設に分かれる。前者は現状の生産設備を尊重し、同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事を軸に現状の問題点の改善を行い、新たに粒状の樹脂の生産設備を導入する。後者では生産能力を引き上げ、経済性を追求できる反応設備を導入した新工場を建設する。今後のフェノール樹脂の販売量が大幅に伸びなければ、この二つの計画は、二者択一となる可能性があることに留意が必要である。表VI-10に計画の全体像を示す。また、表VI-11にフェノール樹脂工場の問題点と近代化計画の対応を整理して示す。

表VI-10 フェノール樹脂工場の近代化計画の全体像

| | 現 状 | 第 1 案 | 第 2 案 |
|------|------------|--|---|
| 設備能力 | 3,600 トン/年 | 3,600 トン/年 | 5,000 トン/年 |
| 主要対策 | | <ul style="list-style-type: none"> ○塩酸触媒対策着手 ○真空系の改善 ○必要な計装の実施 ○粒状化設備の導入 ○品質の向上 | <ul style="list-style-type: none"> ○新工場の建設 ○主原料貯槽と計量設備の新設 ○新たな粒状化設備の導入 ○樹脂粉碎設備の新設 ○反応廃液処理設備の建設 ○生産要員の削減 |

表VI-11 フェノール樹脂工場の問題点と近代化計画の対応

| 項 目 | 第1案 実 施 | 第2案 実 施 | 費用算出 除外項目 | 備 考 |
|---|-----------------------|-----------------------|--------------|---------------------------------------|
| | 改 善 | 新工場 | | |
| (1)塩酸触媒の関係 1)反応缶の材質がガラスライニングで熱伝導性に劣る 2)コンデンサーの内部と接続配管の材質が銅で耐久性に劣る 3)反応中に高沸騰による反応の暴走を招き易い | ◎ ◎ ○ | ◎ ◎ ○ | ○ | 触媒で対応 |
| (2)真空系の関係 4)真空漏れがあり十分な脱水操作ができない 5)反応缶の釜底の排出バルブで真空漏れと液漏れがある | ◎ ◎ | ◎ ◎ | | 新缶に限定 |
| (3)計装の関係 6)反応缶の温度検出は水銀温度計で応答性が鈍い 7)温度や圧力の検出などの計装設備が一切無い | ◎ ◎ | ◎ ◎ | | |
| (4)その他 8)現在の主原料の仕込み方法では仕込み配管の洗浄が必要 9)反応缶の容量が2m ³ と小さく経済性に劣る 10)樹脂の濾過操作が不十分 11)フレーク状樹脂の製造設備は生産性と設備自体が不満足 12)ボラック樹脂の粉碎設備は粉塵の発生や異物混入の危惧がある 13)反応廃液の処理 | ○ ◎ ◎ ◎ △ | ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ | ○ | 5m ³ 缶に 平常管理 廠全体 |

○：検討項目 ◎：費用積算項目 △：別途検討

4.2.2 フェノール樹脂の近代化「第1案」

4.2.2.1 第1案の内容

現状を基礎とする第1案の内容は表VI-12に示すとおりである。反応缶、及びコンデンサーを更新時期に合わせて逐次ステンレス鋼製に変更し、反応系の性能を向上させ同時に、反応触媒を塩酸から蓚酸に変更する。また、真空ポンプの形式変更による性能の向上を図り、更に反応缶別に真空系を独立させる事により各反応缶毎に独立した運転が可能となる。これによって生産量の増強と真空度改善による品質の向上を目指す事が可能となる。

ただし、第1案検討に際して、次の事項は対象外とした。

1. 生産量の増加に伴う反応廃液処理に関しては、車間内処理は現在同様に行い、第3次処理は工場廃水処理場で行うが、工場全体の廃水水質を見極めて検討する必要があるために、除外とした。
2. 原料仕込みに関する項目と、ノボラック樹脂の粉碎に関する項目は除外とした。

表VI-12 フェノール樹脂の近代化「第1案」

| No | 項目 | 第1案の内容 |
|----|--------|--|
| 1 | 設備能力 | 達成可能な能力とする。現状と同じ3,600t/年に設定。 |
| 2 | 操業体制 | 4班2交替制、24時間操業。年間稼働日数は300日とする |
| 3 | 建屋 | 現状の建屋を使用する。 |
| 4 | 反応缶 | ①材質：現状のガラスライニングCS缶は更新時期を考慮しながら逐次、ステンレス鋼の材質に切り替える。現状でも3基は更新時期が到来している。 |
| | | ②容量：更新缶は現状と同じ2m ³ とする。 |
| | | ③更新対象：更新の対象はノボラック樹脂用の5基とする。従って、レゾール樹脂専用の1.5m ³ 缶と尿素樹脂接着剤用の2m ³ 缶の各1基、及び廃水処理用の2m ³ 缶の3基は残存するものとする。 |
| 5 | コンデンサー | 内部配管の材質は現状は銅製。反応缶の更新に合わせてステンレス鋼製に更新する。 |
| 6 | 反応触媒 | 現状は塩酸を触媒に採用した銘柄が3銘柄ある。ステンレス鋼製反応缶への更新に合わせて反応触媒を蓚酸に切り替える。反応触媒の変更により反応時間の延伸、樹脂収量の低下が危惧されるが、触媒量の調整で対応する。 |
| 7 | 真空系 | 真空ポンプは現状のレシプロ式から水封式に変更し、各反応缶が単独に減圧できるように改める。 |
| 8 | 粒状品の生産 | ノボラック樹脂の生産量の1/2を外販用として粒状化する。中国製の粒状化設備は不適當であり輸入機で新設する。 |

表VI-12 フェノール樹脂の近代化「第1案」(続)

| No | 項目 | 第1案の内容 |
|----|---------|---|
| 9 | 粉末品の生産 | ノボラック樹脂の生産量の1/2を自家消費用として粉末化する。粉末化は現有設備で行う。 |
| 10 | 反応廃液の処理 | 現状の3段階処理は、増産により活性炭による3次処理能力が不足する。この案件については別途協議する。 |
| 11 | 計装化のレベル | 現状は皆無である。近代化はプロセス上の必要最低限にとどめる。 |
| 12 | 操作人員 | 第1案では削減対象としない。 |

4.2.2.2 設備能力と直接人員

現状の設備能力については第Ⅲ編で述べたように、代表銘柄だけで3,600ト/年の能力がある。フェノール樹脂の近代化計画第1案では反応缶は現状と同一容量のステンレス鋼製に更新する計画であるので設備能力に変化はない。従って、生産に携わる直接人員数にも変化はないものとする。

設備能力について敢えて試算すると下記のようなものである。

第1案での生産能力は3,600ト/年であるが、その裏付けは下記のとおりである。

① 1バッチ当たりの樹脂の収量： 937 kg (表VI-14を参照)

② 1バッチ当たりの所用時間：

| | |
|--------------|------|
| 1) 主原料の仕込み時間 | 45分 |
| 2) 昇温時間 | 30分 |
| 3) 乳化時間 | 45分 |
| 4) 乳化後反応時間 | 90分 |
| 5) 脱水時間 | 180分 |
| 6) 蔞酸分解 脱水時間 | 20分 |
| 7) マーブル状造粒時間 | 60分 |
| 合計 | 470分 |

470分 ≒ 7.8時間 ≒ 8時間

③ 1日の反応回数： $24 \div 8 \times 5 \text{基} = 15 \text{回}$

④ 1日の生産量： $937 \times 15 = 14,055 \text{ kg} \approx 14.1 \text{ ト/日}$

⑤ 年間稼働日数： 300日

⑥ 稼働率： 85%

⑦ 年間生産量： $14.1 \times 300 \times 0.85 = 3,595 \text{ ト/年}$

4.2.2.3 第1案に必要な機器リスト

表VI-13に第1案に必要な機器リストを示す。尚、下記以外の工事はこの改善工事に含まないものとする。

表VI-13 第1案に必要な主要機器リスト

| No | 名 称 | 数量 | 仕 様 |
|----|----------------|-----|--|
| 1 | 反応缶 (更新) | 5基 | 容 量：2 m ³ (ジャケット付) 寸 法：槽径~1,350、槽高(直胴部)~1,740 耐圧能力：缶内 真空でジャケット 10 kg/cm ² 材 質：缶体~SUS316、ジャケット~CS 攪 拌 機：7.5 kW/5.5 kW・4P/8P・ホルチオン 錨型、材質：SUS316 |
| 2 | コンデンサー (更新) | 5基 | 形 式：横形 多管式 伝熱面積：25 m ² 材 質：管内~SUS316、胴~CS |
| 3 | 真空ポンプ (新設) | 5基 | 形 式：空気エジェクター付 水封式ポンプ (水封水タンク付) 排 気 量：1.2 m ³ (at 10torr)・2.8 m ³ (at 60torr) モーター容量：7.5 kW |
| 4 | セパレーター (新設) | 5基 | 容 量：500 ㍓ 材 質：SUS304 |
| 5 | 造粒装置 (更新) | 一式 | 形 式：スチール コンベア式造粒機 材 質：コンベア~SUS304、他~CS 生産能力：1ト/hr(マール、及びフレック両形状可能) |
| 6 | 計器 | 1台 | 12点式 温度記録計 |
| | | 15個 | 現場形 温度計 (ダイヤル表示) |
| | | 15個 | 現場形 圧力(真空)計 |
| | | 1面 | 記録計用計器盤 |
| | | - | 上記の計器類を設置・更新し、計装工事を行う。 |
| 7 | 配管 | 一式 | 更新する2 m ³ 反応缶、コンデンサー、セパレーター及び真空ポンプ間の連絡配管工事、並びに各用役配管の接続工事を行う。 |
| 8 | その他の 現地工事 | 一式 | 更新する各機器の据付け、反応缶とスチーム ライン更新部の保温、塗装工事を行う。 |

4.2.2.4 改善実施による予測される効果

フェノール樹脂の近代化計画 第1案を実行する事により、表IV-10と-11に示した問題点は解決する。以下に改善内容について解説する。

(1) 塩酸触媒の改善

ノボラック樹脂の合成触媒として現状は塩酸が主要な3銘柄で採用されているが、塩酸に対する耐食性を付与するために熱交換性能の低いグラスライニング仕様の反応缶の採用、寿命の短い銅製のコンデンサーが設備されている。

塩酸触媒は優れた合成触媒であるが、これを機器の耐食性で問題の少ない蓚酸に置換する事は可能であり、日本国内では蓚酸が主流である。蓚酸の特徴としては、後述するが樹脂の脱水濃縮温度を高める事によって熱分解する事が可能なため、高温の濃縮反応液の経時粘度変化を防止できる技法の採用が可能になる点である。この技術は造粒装置を用いてマール状のノボラック樹脂を安定して生産するには必ず必要な処置である。

当廠では合成触媒の変更によって樹脂収率の低下、反応時間の延伸を危惧しているが、蓚酸の投入量の調整で十分な改善が可能である。

現在の寿命の尽きた反応缶を逐次、ステンレス鋼の反応缶とコンデンサーに更新して行く事によって、反応缶の熱交換性能の向上、腐食によるランニングコストの低減、反応の暴走事故の防止を図る事が可能となる。また、新規の反応缶の容量は現状と同じとするが、ジャケットの耐圧能力は現状設備よりも向上させ、脱水樹脂液を十分に高温で加熱でき、高品質な樹脂の製造が可能な設備となる。

新規の反応缶の排出バルブはジャケット式で保温能力と真空漏れのない構造を採用する。留意点として、5基の反応缶を一度に更新できないことと、経済性に劣る現状と同じ小容量の反応缶に更新する事にあるが、有機化工廠の考え方を尊重する事とした。

(2) 真空系の改善

現状は4基のレシプロ式の真空ポンプが7基の反応缶に並列に接続されている。多数の反応缶があるために、脱水開始時間を見定めた各反応缶の反応開始時間の設定は、複雑を極めた管理となっている。そのうえで、主原料のモノマーフェノールとホルマリンの反応缶への吸引仕込みにも真空ポンプを用いており、重層した複雑な工場管理を強いられている。

第1案での真空ポンプの形式は、水封式の真空ポンプを選定し、各反応缶に1基ずつ(合計5基)真空ポンプを設備する計画とした。これにより、メンテナンスが容易になると同時に、高い真空度が必要な場合は空気エジェクターを併用して真空度を整えられる。

この計画によって複雑な製造管理から解放され、高品質なノボラック樹脂の生産が可能となる。

(3) 計装の改善

現状のフェノール樹脂工場は計装がほとんどなされていない。当廠側からは必要最低限の計装を望む要請があった。そのため、12点 温度記録計 によって各反応缶と用役関係のデータを記録する事とした。さらに、現場形の温度計と圧力(真空)計を設備する事によって樹脂の製造管理を容易にする計画とした。ただし、バルブ類の遠隔操作による半自動化は採用しない事とした。

(4) 造粒装置の更新

現状のフェノール樹脂工場の造粒設備はフレーク状樹脂生産の専用設備で、当廠の自製である。スチール コンベアには、スリップ、表面の凹凸、冷却有効巾の狭い事(生産能力が低い)など問題点が多い。これを新規設備に更新することとした。これによって、現状と同じフレーク状の樹脂と当廠が要望するマール状の両形状の樹脂の生産が可能となる。ただし、現工場の1階の高さの制約から5基の反応缶の全てから造粒装置に落とし込むのは困難であり、3基を対象とした。尚、造粒しない樹脂は従来と同様にバット取りして、粉碎後に成形材料車間へ引き渡す事とする。なお、樹脂の粉碎工程は第1案では改善の対象としない事で合意済みである。

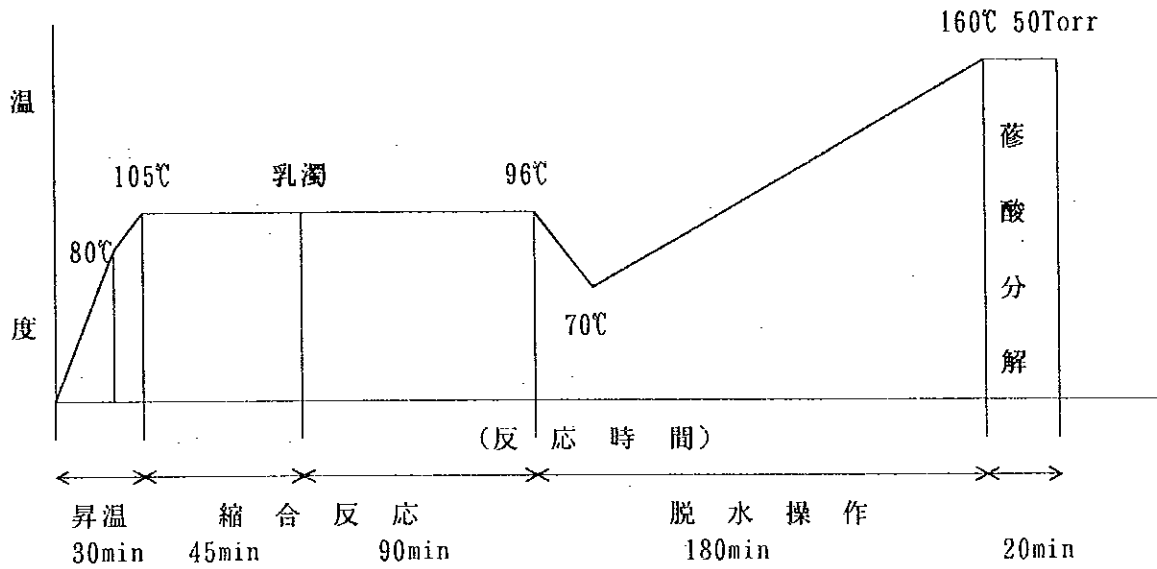
(5) 新反応缶での原単位と反応パターン

新たな反応缶では「(1)」の項に述べたように合成触媒を蓚酸に変更し、脱水濃縮温度も現状より高温とすることで、遊離フェノールの少ない高品質なノボラック樹脂の合成が可能となる。既に触れたように脱水温度を高めるのは「合成触媒の蓚酸を熱分解して安定した造粒設備の運転を可能にする」事が目的である。

他方、遊離フェノールの少ない高品質のノボラック樹脂を合成すると「樹脂の収率が低下する」問題を招来する。有機化工廠のノボラック樹脂(除 B Q - 2 0 5)は、現状の使用目的では問題がないが、遊離フェノール量が多い。しかし、国際商品としての位置付けからすると問題があり、遊離フェノール含有率を低下させる事が必要である。換言すれば現製品は遊離フェノールを多く含ませる事で樹脂の収率を向上させている。

参考として、高品質樹脂合成の反応パターンを図VI-7に、その時の原単位を表VI-14に記載する。

図VI-7 推定 ノボラック合成パターン



表VI-14 マテリアル バランスの比較 (単位: kg)

| 樹脂名称 | | PF2-1#(現製品) | | 推定新製品 | |
|------------|-----|-------------|---------|---------|---------|
| 原料名 | 純分% | 実仕込量 | 純分換算 | 実仕込量 | 純分換算 |
| フェノール | 99 | 900.0 | 891.0 | 910.0 | 900.9 |
| ホルマリン | 37 | 659.0 | 243.8 | 637.0 | 235.7 |
| 萘酸 | 99 | | | 5.6 | 5.5 |
| 塩酸 | 31 | 1.7 | 0.5 | | |
| 仕込量合計 | -- | 1,560.7 | 1,135.3 | 1,552.6 | 1,142.1 |
| 仕込モル比(F/P) | | 0.858 | | 0.820 | |
| 樹脂収量 | | 995.0 | | 937.0 | |
| 理論反応廃液量 | | 565.7 | | 615.6 | |
| 対フェノール樹脂収率 | | 111.7% | | 104.0% | |
| 樹脂軟化点(環球法) | | 85°C | | 85°C | |
| 樹脂中遊離フェノール | | 6~8% | | 3~4% | |

4.2.3 フェノール樹脂の近代化「第2案」

4.2.3.1 第2案の内容

新工場を建設する第2案の内容は表VI-15に示すとおりである。フェノール樹脂工場の主力製品であるノボラック樹脂について反応缶の大きさを5 m³に引き上げ、経済競争力のある樹脂を増産する事を目的とする計画である。工場用地は現在のボイラー車間を移転した跡地に新工場を建設する。新工場の製品内容は第1案を発展させたものとなり、ノボラック樹脂は全てマーブル状、或いはフレーク状とし、粉碎品はこれ等の造粒した樹脂を用いて製造する。従って、粉碎工場の改善も第2案に織り込んだ。大きな問題の一つである反応廃液の処理については、新工場での発生分について焼却処理のうえで熱回収を行う計画とした。尚、新工場の製品には従来の工場で生産しているレゾール樹脂、及び尿素樹脂接着剤は組み入れずノボラック樹脂のみの生産工場とした。

表VI-15 フェノール樹脂の近代化「第2案」

| No | 項目 | 第2案の内容 |
|----|---------|---|
| 1 | 設備能力 | 5,000t/年 |
| 2 | 操業体制 | 4班2交替制、24時間操業。年間稼働日数は300日とする |
| 3 | 建屋 | 新建屋を建設する。(有機化工廠) |
| 4 | 生產品目 | ノボラック樹脂 |
| 5 | 反応缶 | 材質：ステンレス鋼 / 容量：5 m ³ / 台数：3基 |
| 6 | コンデンサー | 材質：ステンレス鋼(管内) / 横型多管式 2段 |
| 7 | 真空系 | 空気エジェクター付き 水封式ポンプ / 台数：3基 |
| 8 | 原料貯槽 | ①モノマー フェノールとホルマリンの貯槽を新設する。 ②モノマー フェノールはローリー車で液状で荷受けする。 |
| 9 | 粒状品の生産 | 新工場独自に製品全量をフレーク状、或いはマーブル状で生産 |
| 10 | 冷却水 | 新工場独自の循環冷却水設備を保有する。 |
| 11 | 粉末品の生産 | 需要量を粉碎する新設備を配置する。 |
| 12 | 反応廃液の処理 | 反応廃液全量と諸処で発生する排気ガスを焼却し熱回収を行う |
| 13 | 計装化 | 第1案を上回る計装化を実施する。 |
| 14 | 操作人員 | 4班2交替制で1班5名で編成する。合計20名で操業。 |

4.2.3.2 設備能力と直接人員

a)第2案での生産能力は5,000ト/年であるが、その裏付けは下記のとおりである。

①1バッチ当たりの樹脂の収量：2,420 kg (表VI-17を参照)

②1バッチ当たりの所用時間：1)主原料の仕込み時間 30分

2)昇温時間 30分

3)乳化時間 45分

4)乳化後反応時間 90分

5)脱水時間 180分

6)蔭酸分解 脱水時間 20分

7)マーブル状造粒時間 75分

合計 470分

470分 ≒ 7.8時間 ≒ 8時間

③1日の反応回数：24 ÷ 8 × 3基 = 9回

④1日の生産量：2420 × 9 = 21,780 kg ≒ 21.8ト/日

⑤年間稼働日数：300日

⑥稼働率：85%

⑦年間生産量：21.8 × 300 × 0.85 = 5,559ト/年

b)生産に携わる直接人員は反応缶が3基あり、製品の包装、粉碎もあるために5名編成とした。4班2交替勤務であるため20名の要員が必要であると考えた。

4.2.3.3 第2案に必要な機器リスト

表VI-16に第2案に必要な機器リストを示す。

表VI-16 第2案に必要な主要機器リスト

| No | 名称 | 数量 | 仕様 |
|----|-----------------------|----|---|
| 1 | 反応缶 | 3基 | 形式：ジャケット付き縦形攪拌槽 容 量：5 m ³ 寸 法：内径～φ1,800、槽高(直胴部)～2,000 材 質：本体～SUS316、ジャケット～CS 耐圧能力：缶内 真空でジャケット 10 kg/cm ² 攪 拌 機：15 kW/10 kW・4P/8P・ホ-ルチエツジ 錨型、材質：SUS316 |
| 2 | コンデンサー No.1 コンデンサー | 3基 | 形 式：横形 多管式 伝熱面積：25 m ² 材 質：管内～SUS316、胴～CS |

表VI-16 第2案に必要な主要機器リスト(続)

| No | 名 称 | 数量 | 仕 様 |
|----|---|--|--|
| 2 | No.2 コンデンサー | 3基 | 形 式：横形 多管式 伝熱面積：15 m ² 材 質：管内～SUS304、胴～CS |
| 3 | 真空ポンプ | 3基 | 形 式：空気エジェクター付 水封式ポンプ (水封水タンク付) モーター容量：11 kW |
| 4 | セパレーター | 6基 | 容 量：150 ㍓ 材 質：SUS304 |
| 5 | 受器 | 3基 | 容 量：2,500 ㍓ 材 質：SUS304 |
| 6 | フェノール貯槽 | 1基 | 形 式：コーンルーフ タンク 容 量：30 m ³ 材 質：SUS304、内部にコイル付き |
| 7 | ホルマリン貯槽 | 1基 | 形 式：コーンルーフ タンク 容 量：30 m ³ 材 質：SUS304、内部にコイル付き |
| 8 | フェノール供給ポンプ | 1台 | 送液能力：12 m ³ /hr/揚程：25 m/モーター容量：3.7 kW |
| 9 | ホルマリン供給ポンプ | 1台 | 送液能力：12 m ³ /hr/揚程：25 m/モーター容量：3.7 kW |
| 10 | 付帯設備 (1)廃液・廃ガス 燃焼装置 (廃熱回収 ボイラー付) (2)廃ガス吸引 プロアー (3)廃液供給 ポンプ (4)燃料油 ポンプ (5)廃液貯槽 (6)燃料油貯槽 (7)ボイラー水用 軟水装置 (8)温水タンク (9)温水循環 ポンプ | 一式 1基 1基 1基 1基 1基 一式 1基 1基 | 目 的：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燃焼装置により焼却処理する 焼却容量：廃液～500 kg/hr 廃ガス～120 m ³ /min 燃 料：油燃料 (300 ㍓/hr) 蒸気発生量：2,500 kg/hr (10 kg/cm ²) 120 m ³ /min 18.5 kW 500 ㍓/hr 1.5 kW 400 ㍓/hr 1.5 kW 20 m ³ 地下ピット 20 m ³ コーンルーフ タンク 2,500 ㍓/hr 2 m ³ 5 m ³ /hr 18.5 kW |
| 11 | 造粒装置 | 一式 | 形 式：スチール コンベア式造粒機 材 質：コンベア～SUS304、他～CS 生産能力：2㍓/hr(マール、及びフレーク両形状可能) |
| 12 | 樹脂粉碎装置 | 一式 | (1)衝撃式粉碎機 (2)集塵装置 (3)空調機 (4)樹脂粉末・ウロトロピン混合装置 |

表VI-16 第2案に必要な主要機器リスト(続)

| No | 名 称 | 数量 | 仕 様 |
|----|-----|----|------------------|
| 13 | 計器 | 1台 | 12点式 温度記録計 |
| | | 9個 | 現場形 温度計 (ダイヤル表示) |
| | | 9個 | 現場形 圧力(真空)計 |
| | | 1面 | 記録計用計器盤 |

4.2.3.4 その他の事項

- (1)フェノール樹脂新工場のフロー シートを図VI-8に示す。
 (2)フェノール樹脂新工場の配置図を図VI-9に示す。

4.2.3.5 改善実施による予測される効果

(1)フェノール樹脂の近代化計画 第2案を実行する事により、高品質なノボラック樹脂が各種形状(マープル/フレーク/粉末)で増産する事が可能となる。樹脂の品質としても図VI-7に類似した反応パターンを採用すれば、遊離フェノールの少ないノボラック樹脂を量産する事は容易である。表VI-17に大型反応缶による推定マテリアル バランスを記載する。

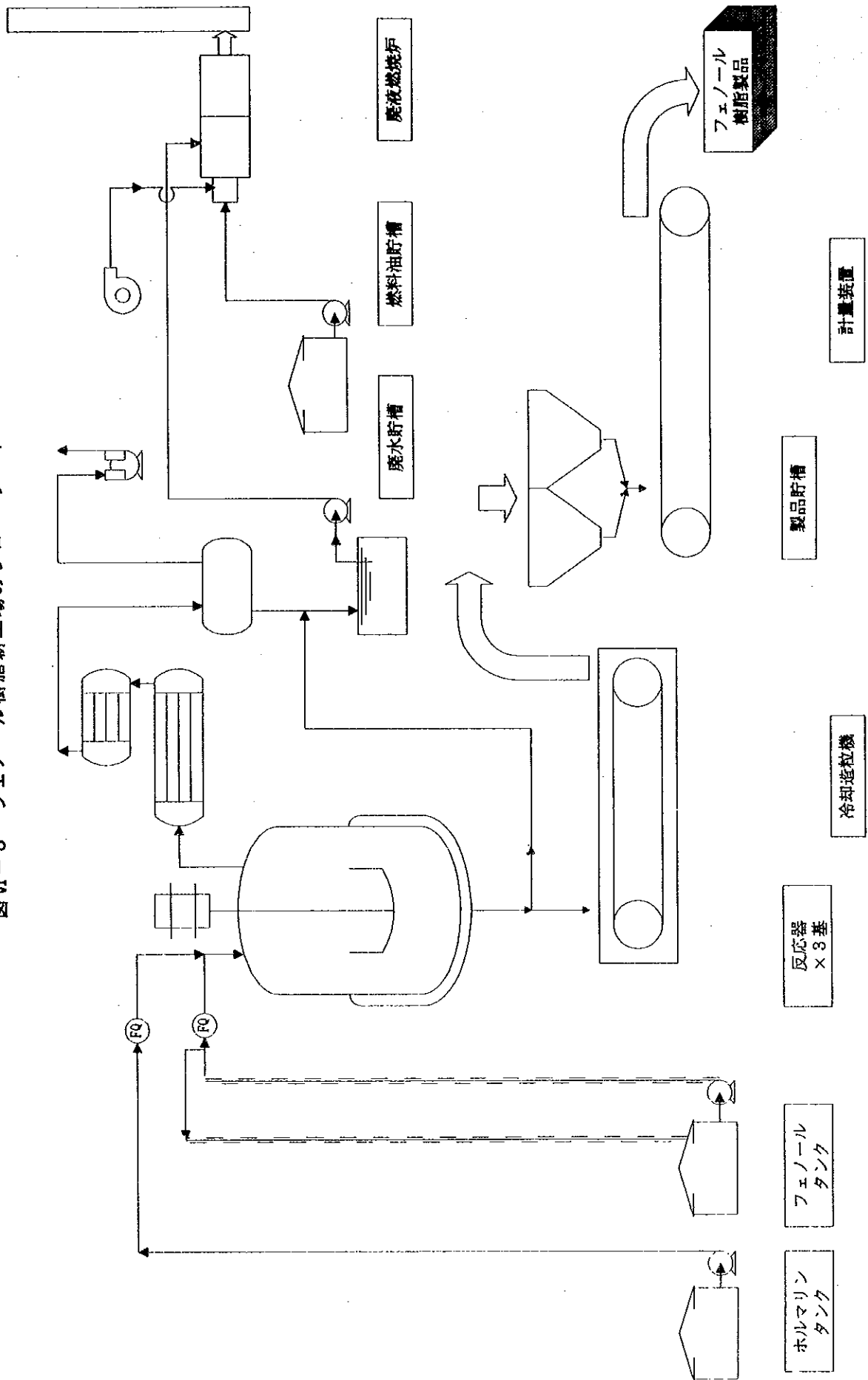
表VI-17 5 m³反応缶によるマテリアル バランスの例 (kg)

| 樹 脂 名 称 | | P F 2 - 1 # (現反応缶) | | 推 定 5 m ³ 反 応 缶 | |
|------------|-----|--------------------|---------|----------------------------|---------|
| 原 料 名 | 純分% | 実仕込量 | 純分換算 | 実仕込量 | 純分換算 |
| フェノール | 99 | 900.0 | 891.0 | 2,350.0 | 2,326.5 |
| ホルマリン | 37 | 659.0 | 243.8 | 1,645.0 | 608.7 |
| 蔞酸 | 99 | | | 14.0 | 13.9 |
| 塩酸 | 31 | 1.7 | 0.5 | | |
| 仕込量合計 | -- | 1,560.7 | 1,135.3 | 4,009.0 | 2,949.1 |
| 仕込モル比(F/P) | | 0.858 | | 0.820 | |
| 樹脂収量 | | 995.0 | | 2,420.0 | |
| 理論反応廃液量 | | 565.7 | | 1,589.0 | |
| 対フェノール樹脂収率 | | 111.7% | | 104.0% | |
| 樹脂軟化点(環球法) | | 85℃ | | 85℃ | |
| 樹脂中遊離フェノール | | 6~8% | | 3~4% | |

(2)新工場で発生する反応廃液や有害ガスを焼却処理する設備を配置する事により、蒸気の回収が可能となり、予測としてはフェノール樹脂 新工場で使用する蒸気量以上の発生が期待され、省エネルギーに寄与すると同時に樹脂工場の作業衛生環境も維持される。

(3)反応缶も大型化し経済的な価格競争に耐え得る事が期待される。特に生産要員1人当たりの売上高は飛躍的に向上し生産性が高まる。

図VI-8 フェノール樹脂新工場のフローシート



図VI-9(1) フェノール樹脂新工場の配置図(1F)

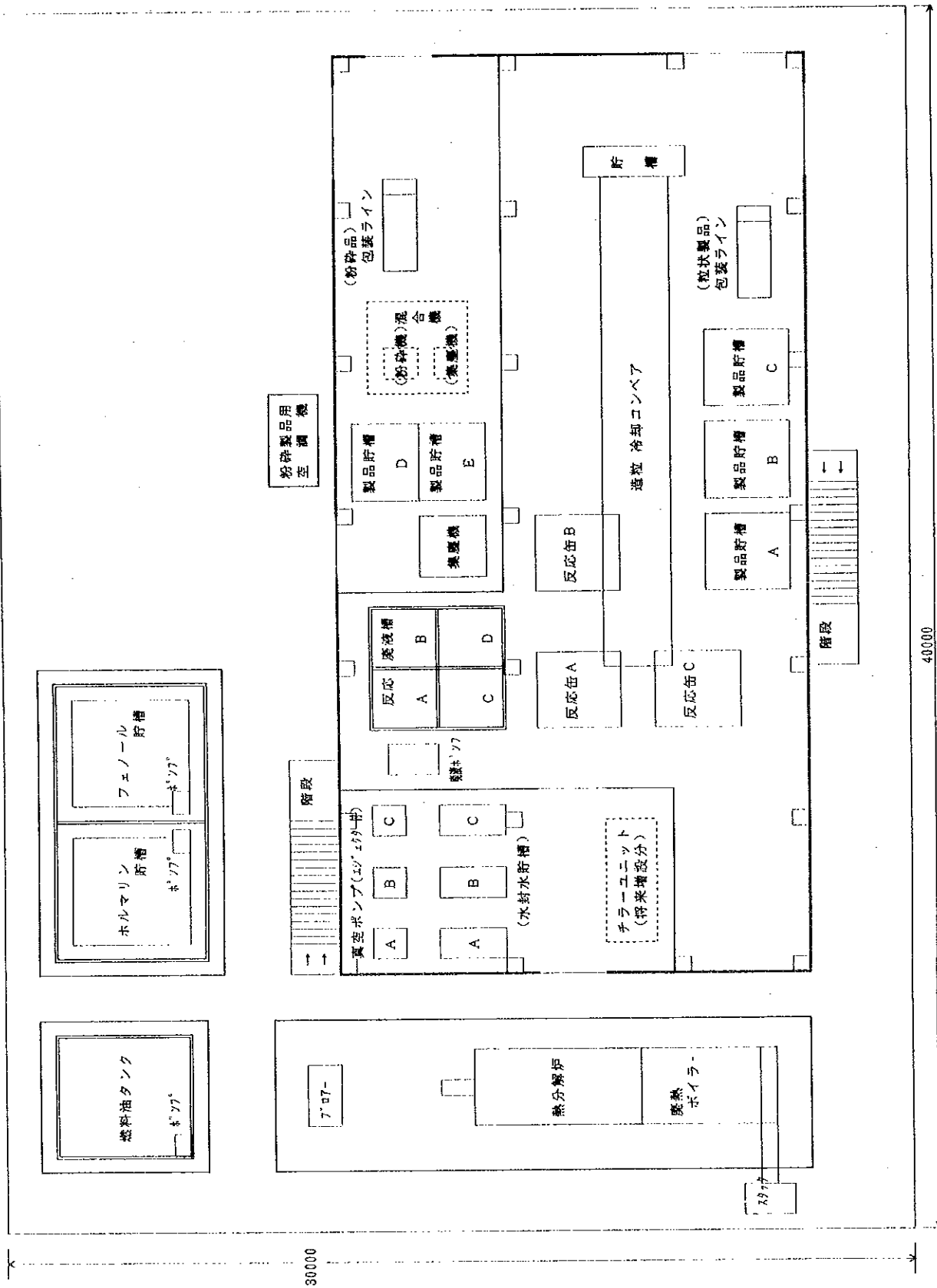
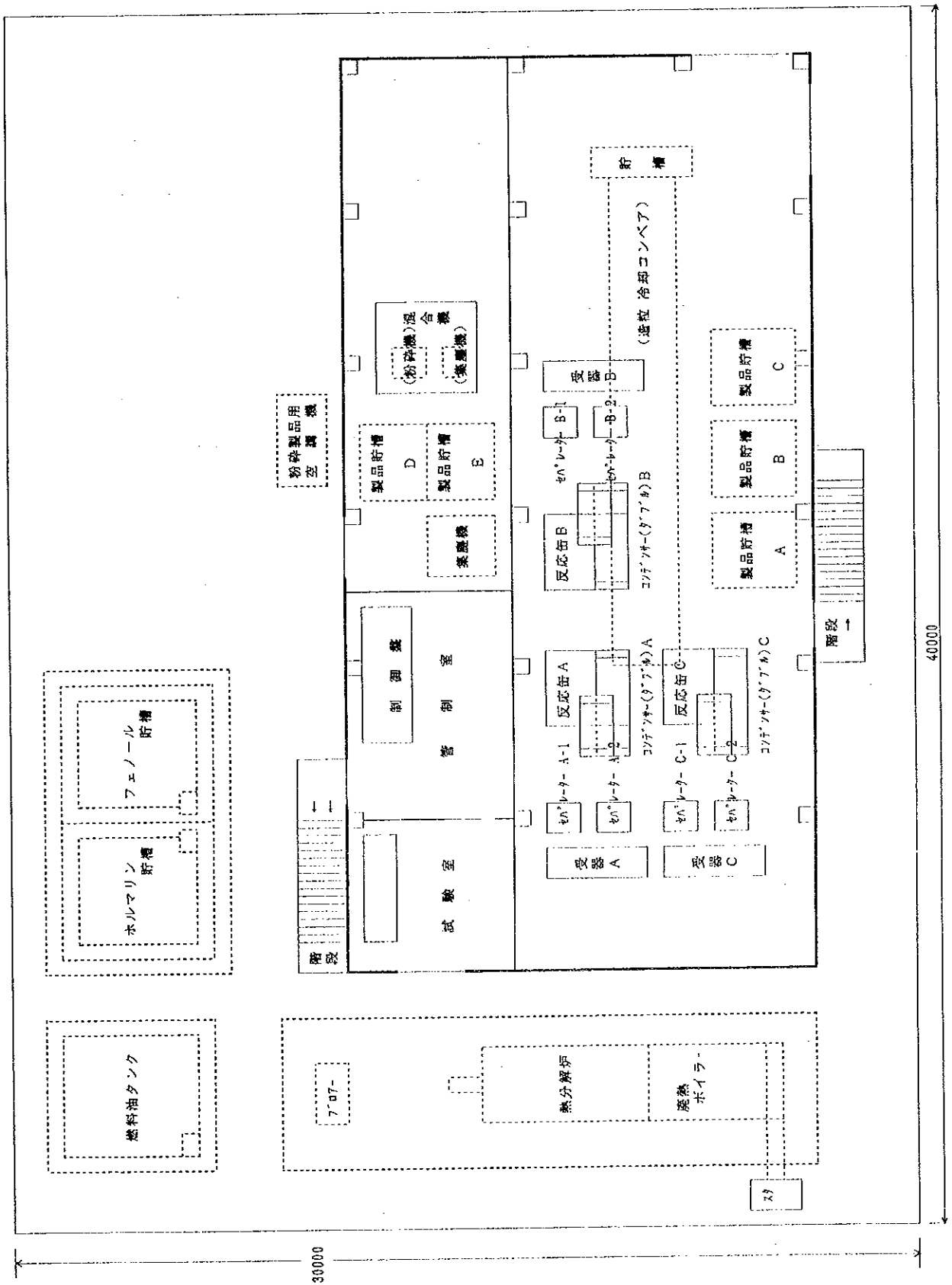


図 VI-9 (2) フェノール樹脂新工場の配置図 (2F)



4.3 成形材料

4.3.1 現状の問題点の改善方向を含む近代化計画の概要

第Ⅲ編でフェノール樹脂成形材料(以下、成形材料という)生産工程の現状と問題点について述べた。ここでは、第Ⅲ編に述べた問題点を整理し、その改善方向を含む近代化計画案を策定する考え方を示す。

4.3.1.1 現状の問題点の整理

成形材料の生産工程に関する問題点としては、①作業衛生環境の関係、②作業労働環境の関係、③品質向上の関係 ④省エネルギーの関係 ⑤その他の関係 5分類に整理すると下記のとおりである。

(1) 作業衛生環境の関係

- 1) # 1 原料混合機 仕込み口の集塵方法の検討。
- 2) # 1 原料混合機 仕込み口の攪拌中の発塵防止。
- 3) ロール混練機の集塵フード集塵機能の強化。
- 4) ロール シート冷却コンベアの集塵機能付加。
- 5) # 3 篇布袋集塵機の再生機能強化、改善。
- 6) # 1、# 2 集塵機の再生機能改善。

(2) 作業労働環境の関係

- 7) ロール混練機のロール シート再投入作業の省力化。
- 8) ロール シート搬出と粗碎機投入方法の半自動化。
- 9) 「ロール乗り」改善。

(3) 品質向上の関係

- 10) # 1 原料混合機への原料投入量の確認を可能とする改善。
- 11) ロール混練機への混合粉投入量の一定化を可能とする改善。
- 12) ロール シートへの生混合粉付着の防止対策。
- 13) # 1 原料混合機 仕込み口に金属異物混入防止機能の付加。

14)粉砕機焼損事故防止のための電動機の改善。

(4) 省エネルギーの関係

15)バック ロールの温度を一定化するための改善。

16)バック ロールの温度を一定化するための改善。

(5) その他の関係

17)射出成形用成形材料の生産に対応した粉砕ラインの新設。

18)ロール混練機の潤滑方法の改善。

19)粉砕機の金属片混入防止対策の実施。

20)操作電源箱の整備。

4.3.1.2 成形材料の生産工程 近代化計画の前提

成形材料の生産工程の近代化計画実施案として、次の2案から計画する。

1. 第1案：現状設備の作業環境の改善、省力化、省エネルギーを図る計画。
2. 第2案：現状の三工房(色物工場)に自動車用成形材料工場を新たに建設する計画。

4.3.1.3 主要問題点に関する対策の方向性

成形材料工場の近代化計画は、第1案の現状の工場の改善と第2案の新工場の建設に分かれる。前者については問題点を自己認識し、平常の管理面から改善すべき項目が多数含まれている。後者についてはガラス繊維を主要な基材とする耐熱性に優れた成形材料を生産する全く新たな工場の建設であり、前者で指摘した問題点の解決を包含し、新たな成形材料の性質に適合した生産設備の建設計画になる。従って、二つの計画が互いにほぼ独立した関係にある点に留意する必要がある。表VI-18に計画の全体像を、表VI-19に問題点の項目と対策実施時期を示す。

表VI-18 成形材料工場の近代化計画の全体像

| | 現 状 | 第 1 案 | 第 2 案 |
|----------------------|--------------------------|---|-----------------------------------|
| 設備能力 (黒物) (色物) | 4,000 トン/年 1,000 トン/年 | 4,000 トン/年 1,000 トン/年 | 4,000 トン/年 1,000 トン/年(自動車用に変更) |
| 主要対策 | | o作業衛生環境改善 o作業労働環境改善 o品質の向上 o省エネルギー oその他 | o自動車部品用新工場を建設 |

表VI-19 成形材料工場の現状の問題点と近代化計画の対応

| 項 目 | 第1案 実 施 | 第2案 実 施 | 費用算出 除外項目 | 備 考 |
|--|----------------------------|------------|--------------|---------------------------------|
| (1) 作業衛生環境の関係 1) #1 原料混合機 仕込み口の集塵方法の検討 2) #1 原料混合機 仕込み口の攪拌中の発塵防止 3) ロール混練機の集塵フード集塵機能の強化 4) ロール シート冷却コンベアの集塵機能付加 5) #3 扁布袋集塵機の再生機能強化、改善 6) #1、#2 集塵機の再生機能改善 | ◎ ○ ◎ ◎ ◎ ◎ | | ○ | 運転管理 (更新) (更新) |
| (2) 作業労働環境の関係 7) ロール混練機のロール シート再投入作業の省力化 8) ロール シート搬出と粗砕機投入方法の半自動化 9) 「ロール乗り」改善 | ◎ ◎ | | ○ | 調査対象外 |
| (3) 品質向上の関係 10) #1 原料混合機への原料投入量の確認を可能とする改善 11) ロール混練機への混合粉投入量の一定化を可能とする改善 12) ロール シートへの生混合粉付着の防止対策 13) #1 原料混合機 仕込み口に金属異物混入防止機能の付加 14) 粉砕機の金属片混入防止対策の実施 | ○ ○ ◎ ◎ ◎ | | ○ ○ | 運転管理 運転管理 |
| (4) 省エネルギーの関係 15) バック ロールの温度を一定化するための改善 16) フロント ロールの温度を一定化するための改善 | ◎ ◎ | | | |
| (5) その他の関係 17) 射出成形用成形材料の生産に対応した粉砕ラインの新設 18) ロール混練機の潤滑方法の改善 19) 粉砕機焼損事故防止のための電動機の改善 20) 操作電源箱の整備 | ○ | ◎ | ○ ○ ○ | 新工場限定 調査対象外 調査対象外 設備管理 |
| (6) 自動車部品用成形材料 新工場の建設 | | ◎ | | |

○：検討項目 ◎：費用積算項目

4.3.2 成形材料の近代化「第1案」

4.3.2.1 第1案の前提条件

(1) 生産能力：最近の6年間で最大の生産量は2,572トであるが、現状設計生産能力「4,000ト/年」であり、能力の増強は変化しないものとする。

(2) 製品の品質目標は「現状の品質」とする。

(3) 成形材料車間の改善点は以下の3点とする。

①作業環境の改善。

②省力化を図る。特にロール練合工程の改善を行う。

③省エネルギー化を図る。

4.3.2.2 現状の生産能力と直接人員

現状の生産能力については第Ⅲ編で述べたように、黒物で4,000/年以上の潜在生産能力があり、色物もロール混練機の能力は黒物に較べ小さいが1,000/年は期待できる。従って、現状の全体生産能力は5,000ト/年以上である。この生産能力を引き出す条件の一つとしては、生産三組と同四組の直接人員の補充が必要となるが、工場長より「現製品の生産量の増減は関心を持たない」との明示があり、第1案では人員の増強は考慮しないものとする。

4.3.2.3 第1案に於ける改善計画

(1)作業衛生環境の改善

作業衛生環境の改善は「粉塵対策」である。現状の集塵機は各工房に3基ずつ配置されているが老朽化が著しいため更新する。更に作業衛生環境を向上させるために各工房に3基ずつ集塵機を新規に増設する。そのうえで集塵ルートをそれぞれ変更する。これらの対策を講じることで、工程別の集塵対策が可能となる。一工房と二工房の改善計画は表VI-20、表VI-21のとおりである。

表VI-20 一工場の集塵機の改善計画

| 集 塵 機 | 現 状 | 改 善 計 画 |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 現#1集塵機 (更新) | 粉碎品の空輸排気の処理 | 粉碎品の空輸排気の処理 |
| 現#2集塵機 (更新) | 混合粉の空輸排気の処理 | 混合粉の空輸排気の処理 |
| 現#3集塵機 (更新) | 原料投入集塵フード ロール集塵フード 製品包装の集塵 | ロール集塵フード |
| 新設集塵機① | ----- | 原料計量 台秤の局所集塵 #1原料混合機の本体から集塵 |
| 新設集塵機② | ----- | ロール シート冷却コンベア集塵 |
| 新設集塵機③ | ----- | 粉碎機室の集塵 製品混合機への落とし口の集塵 製品包装の集塵 |

表VI-21 二工場の集塵機の改善計画

| 集 塵 機 | 現 状 | 改 善 計 画 |
|----------------|--------------------------|---|
| 現#1集塵機 (更新) | 粉碎品の空輸排気の処理(2箇所) | 粉碎品の空輸排気の処理(2箇所) |
| 現#2集塵機 (更新) | 混合粉の空輸排気の処理 原料投入集塵フード | 混合粉の空輸排気の処理 |
| 現#3集塵機 (更新) | ロール集塵フード 製品包装の集塵(2箇所) | ロール集塵フード |
| 新設集塵機④ | ----- | 原料計量 台秤の局所集塵 #1原料混合機の本体から集塵 |
| 新設集塵機⑤ | ----- | ロール シート冷却コンベア集塵 |
| 新設集塵機⑥ | ----- | 粉碎機室の集塵 製品混合機への落とし口の集塵 製品包装の集塵(2箇所) |

(2) 作業労働環境の改善

この項目の対象は「ロール シートの再投入作業」と「ロール シート搬出と粗砕機投入方法」の改善による過重労働の低減である。そして解決方法には以下の2案がある。

① ロールを連続的にシート送りをを行う自動ロールへ改造する。

② 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。

この2案の中で①案については上海塑料廠のアイデアを採用して当廠で過去に試みた方法である。しかし、日本において大型のロールでは実施されているが、当廠の様な小型ロールへ導入することは経済性の面から課題が残る。さらに、連続シート送り刃のメンテナンスも容易ではないので現実的でない判断する。

実現性の高い案は②案である。これは、スクレーパーで切り落としたロール シートを2台のベルト コンベア の間に挟み込んでロール上に持ち上げ、投入する設備である。日本では一般的に販売されている装置ではないが、簡単なコンベアを組み合わせる方法であり、メンテナンスも容易である。同時にロール下のベルト コンベア を2段に重ね、上段は前後に運転可能にし、このロール シート 切り返し装置への搬送とロール下にコボれた原料の取り出しを容易にする。下段のコンベアはロール シート 冷却コンベアへの搬出用で現状の運転方法に準じた役割を持つ。コンベアをロールの下に2段重ねるには薄型の機種を選定、或いはロールの下部を若干掘り下げてコンベアを設置する。

この改善に際してロール シート 搬出コンベアと冷却コンベアの連動、冷却コンベアの排出(ロール シート の粗砕機への投入)タイミングはタイマー動作に改善する。

(3) 品質の向上

1) ロール シートへの生の混合粉の付着防止

この項目は生の混合粉の付着による製品の外観異常発生の防止にある。この項目については(2)に述べた「ロール下のコンベアの改造」によって解決できる。

2) #1 原料混合機 仕込み口に金属異物混入防止機能の付加

この項目については、仕込み口のロストルを「チューブ入りマグネット ロストル」に変更する事によって解決する。

3) 粉砕機の金属片混入防止対策の実施

この項目は「粉砕機の爆発事故を防止する意味」と「製品の品質向上」を目的としている。具体的には、粉砕機に粗砕された半製品が流下するシュートに「強力なマグネット板を装着」する事によって解決する。

(4)省エネルギー

省エネルギーの問題で大きな問題は、バック ロール の蒸気加熱に関する問題とフロント ロールの冷却水に関する問題である。

1)バック ロールの温度を一定化するための改善

バック ロール の蒸気加熱の省エネルギーへの改善提案には以下の項目がある。

- ①蒸気元圧力として「4.5 kg/cm²以上」の確保。これは工場全体の問題である。
- ②ロールへの蒸気供給圧力として調圧弁を設け使用圧力を「4.5 kg/cm²一定」に保つように改善し、不当に高い圧力を用いないようにする。
- ③現状のロールへの蒸気配管のロータリー ジョイント は凝縮水を回転軸の手元で排出する構造で適切でない。即ち、現状は蒸気の凝縮水がロール内部空間の約半分に溜まるまで排出されない構造である。この状態では蒸気が凝縮水も加熱するのにも使用されエネルギーロスとなっており、ロールも適切に加熱されない構造である。この対策をするためにはロール内部配管を二重構造とし、外套配管から蒸気の供給を行い、内部配管の先端にサイフォン チューブ を設け凝縮水を速やかに吸収し排出する構造に改善する必要がある。
- ④現状のロールの凝縮水配管には、蒸気トラップが飽和蒸気を扱う関係で故障し易いために取り付けられていない。凝縮水の排出は蒸気を絶え間なく少量ずつ漏洩させるか、作業員の手で間欠的にバルブを開いて排出されている。飽和蒸気でも確実に作動するトラップを設備し、蒸気の損失を最小に食い止めるように改善する。

2)フロント ロールの温度を一定化するための改善

現状のフロント ロールの温度調整方法は作業開始時に調圧していない蒸気を直接ロールに導入し、或る程度暖まったらロール混練を開始する。混練作業中は、高温のバック ロールからロールシートを介して伝熱があるためにフロント ロールの温度は上昇傾向になる。フロント ロールの除熱のために冷却水の導入が必要となる。これ等の調整は作業員の感覚に依存して行われている。冷却水は循環経路に戻されるべきであるが、実際は垂れ流しの状態が多く水が損失している。

フロント ロールの内部構造は有機化工廠の機種のように、ロール内部に空間部を設けた構造は、一般的にはボード ロールと呼ばれる。このような構造のロールは構造部材の厚さがあるために伝熱が悪く、ロールの表面温度を一定に保つ事は至難である。

従って、有機化工廠の一工房、二工房のように人力で操作するには大き過ぎるロールでは、ロールの表面に近い部分に貫通孔を多数配置したドリルドロールが採用される。ロール表面までの距離が短いために温度調整が容易なことが特徴である。

しかし、ドリルドロールは熱膨張と熱収縮によるロールの破断事故が起きやすいので、通常コンピューター制御により、時間を掛けた加熱操作が絶対条件とされている。

大型のロールではフロントロールをドリルドロールとする事が一般的であるが、場合によってはバックロールにも採用される。欠点は上記の温調に時間を要することと、ポアードロールに比較してコストが高い事である。しかし、有機化工廠のような24時間連続操業を前提とする運転形態には適切な構造のロールである。

本調査の第1案では現状の大幅改造は行わなわず、省エネルギー改善を行う立場であるので、ドリルドロールへの変更はせず、単なる紹介に止めた。

フロントロールに関する省エネルギー面からの改善点は次のとおりである。

①現状のフロントロールの冷却水は垂れ流しにされ、十分には循環水の経路に戻されていない。配管やポンプの不備に原因がある。循環冷却の水温はフェノール樹脂車間と異なり夏期も使用可能な範囲にはあるが、十分に低い水温ではない。即ち、フロントロールの温度を夏期に急速に引き下げたい時に能力的に不十分である。

②省エネの観点からするとフロントロールの温度調整には一工房、二工房の別々に温調タンクを設けて温水循環による設備を設けるべきである。温水の温度調整範囲は30～90℃とし、ロール混練開始時には現状と同じように生の蒸気を導入する配管を設け、加熱を容易にする配慮をする。但し、ロールの急速な加熱はロールの破断事故を招く原因となるために、低圧(1 kg/cm²程度)の蒸気になるよう調整を加える事とする。

この温水循環設備の温水タンクからオーバーフローした水は現状の循環水装置に戻し、水のロスを防止する。

3) 電力の節減

電力消費の大きな設備はロールである。ロールの節電については「連続ロール化が有効」であるが、第1案として大幅改造となるので対象から除く。

その他の電力消費機器として、#2原料混合機、粗砕機、粗砕粒搬送スクリーコンベア、粉碎機、集塵機などがあるが、これらは必要に応じて間欠的に運転し、電力を節減する事が考えられるが、節電効果が余り大きくはなく、生産の維持のために現状と同じ運転が必

要であると考え。

従って、電力の節減は改善対象としない事とする。

4.3.2.4 第1案に必要な機器リスト

表VI-22に第1案に必要な機器リストを示す。

表VI-22 第1案に必要な機器リスト

| No | 名 称 | 数量 | 仕 様 |
|----------------|----------------|----|---|
| <u>原料混合工程</u> | | | |
| 1 | マグネット ロストル | 2台 | 角形、2段式 |
| 2 | 現#2集塵機の更新 | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：50 m ³ /min (混合粉空輸用) |
| 3 | (新)集塵装置 No. ①④ | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：50 m ³ /min (原料計量局所、#1原料混合機) |
| <u>ロール練合工程</u> | | | |
| 4 | ロールシート切り返し装置 | 2式 | ベルト式半自動、材質：CS |
| 5 | ロールロークリアイト設備 | 4式 | ロータリージョイント、材質：鋳鋼 内部配管：サイフォンチューブ式 |
| 6 | フロントロール温調装置 | 2式 | 温調範囲 30~90℃、循環式、材質：銅 |
| 7 | バックロール・蒸気トラップ | 2式 | 飽和蒸気用、材質：鋳鋼 |
| 8 | ロールシート冷却装置 | 2式 | ベルト式半自動、空冷ファン付、材質：CS |
| 9 | 現#3集塵機の更新 | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：200 m ³ /min (ロール混練機集塵用) |
| 10 | (新)集塵装置 No. ②⑤ | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：200 m ³ /min (ロールシート冷却コック用) |
| <u>粉砕工程</u> | | | |
| 11 | マグネット | 2台 | プレート マグネット |
| 12 | 現#1集塵機の更新 | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：70 m ³ /min (粉砕品空輸用) |
| 13 | (新)集塵装置 No. ③⑥ | 2台 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：70 m ³ /min (粉砕機室、包装工程局所用) |

4.3.2.5 改善実施による予測される効果

(1) 作業衛生環境

一工房と二工房を併せて集塵機の新設を6台行い、更に現有機の6台も更新する。これによって徹底的した作業衛生環境の改善が実現する。

(2) 作業労働環境

最大の課題であるロール混練作業について、ロールシート切り返し装置を導入するので大幅な省力化が可能となる。

(3) 品質の向上

ロールの省力化設備の導入により、生の混合粉の混入防止が可能となり、製品の外観異常を防止することが可能となる。また、原料混合機の仕込み口と粉砕機の入口に強力なマグネット装置を設けるので、製品への金属異物(常磁性体)の混入が大幅に減少する。これによって、粉砕機の金属混入による爆発事故も大幅に危険性が少なくなる。

尚、現在も工場で実施している製品混合機入口でのマグネットバーの使用による金属の製品への混入防止対策は継続すべきである。

(4) 省エネルギー

ロールのバックロールのドレーンの完全排出が可能となり、蒸気加熱の圧力も一定化する。無駄な高い蒸気圧力を使用する事が無くなるのでエネルギー損失が減少する。また、フロントロールが循環温調水で温度調整されるので冷却水の損失が無くなる。これ等により定量化は困難であるが、大きな省エネ効果が期待できる。

(5) 原単位(製品歩留まり率)

集塵機を大幅に増設し「工程別の集塵が可能」となったため、集塵粉を選別しての消化が可能となる。現状でも集塵粉の消化が行われているが、この回収率の高まりが期待できる。木粉をウェットベースとして考えると、現状の製品の歩留まり率は95%程度と考えられるが、97%程度に向上するものと推定する。

4.3.2. 成形材料の近代化「第2案」

4.3.2.1 第2案の前提条件

- (1) 一工房と二工房は残し、色物の三工房を新設備の工場に転換する。
- (2) 色物も生産は一工房か二工房を清掃する事によって生産する。色物の生産に関しては近代化の対象としない。
- (3) 新設備の生産対象は「ガラス基材フェノール樹脂成形材料」(以下、ガラスフェノールという)とする。
- (4) ガラスフェノールは販売対象が自動車部品であり、国際価格の販売価格は30,000円/㎡であるため、高収益が期待できる。成形技法として圧縮成形用と射出成形用の両方の生産に対応可能な生産設備とし、それぞれ生産量の半分づつが適応できるようにする。
- (5) 新設備の生産能力は1,000ト/年とする。
- (6) 生産能力の基準は24時間操業、年間300日稼働とする。
- (7) ガラスフェノールの混練設備は2軸連続ニーダーを採用する。

4.3.2.2 新設備の概要

- (1) 新設備はガラスフェノールの生産工場である。ガラス繊維を主要な基材とするために生産設備に対して「耐磨耗」への配慮を十分に必要としている。しかも、混練設備は従来のロールとは全く異なる「2軸連続ニーダー」の採用が前提条件となっており、その意味でも設備内容は従来とは全く異質な設備となる。
- (2) 製品の販売対象は自動車部品に置かれている。自動車部品用の成形材料は、品質保証のうえで従来になく高度なレベルを要求され、高信頼性部品の素材である事が必要である。自動車部品用ガラスフェノールは素材の性質として2様の物性が重要である。即ち、高度な寸法安定性と高度な耐熱性である。この両物性を実現するためのフェノール樹脂は前者についてはノボラック樹脂が優れ、後者についてはレゾール樹脂系のノーアンモニア材が優秀である。この両方の性質を併せ持った素材は困難であり、生産工程としてはノボラック樹脂系とレゾール樹脂系が共に生産可能な設備とすべきである。
- (3) 生産設備としても耐磨耗性を高め、金属異物の混入を極力防止した成形材料である事が必要である。そのための配慮をフローシートの中で加える。

(4) 自動車部品用の素材の材料開発を行う技術開発科は、高信頼性素材を試作する試験設備と材料物性の評価試験に関する施設を充実させる事が重要である。特に素材の信頼性を評価する成形品の長期間の環境試験設備や機器分析設備が必要であり、有機化工廠の現状ではほとんど期待できない内容であるので、これ等の設備の拡充計画を近代化計画に織り込む。

(5) 新設備の設置は現在の色物工場である三工房が対象となっている。三工房は平屋建ての建造物であるが新設備は立体的なレイアウトとしたい。即ち、原材料を上位の階に持ち上げ、重力落下する中で製品に加工して行くレイアウトを採用する。これによって、出来るだけの省力化、省人化、省エネを実現する。

図VI-10にブロックフローを示す。

4.3.2.3 製造工程の説明

(1) 原料混合粉の製造工程

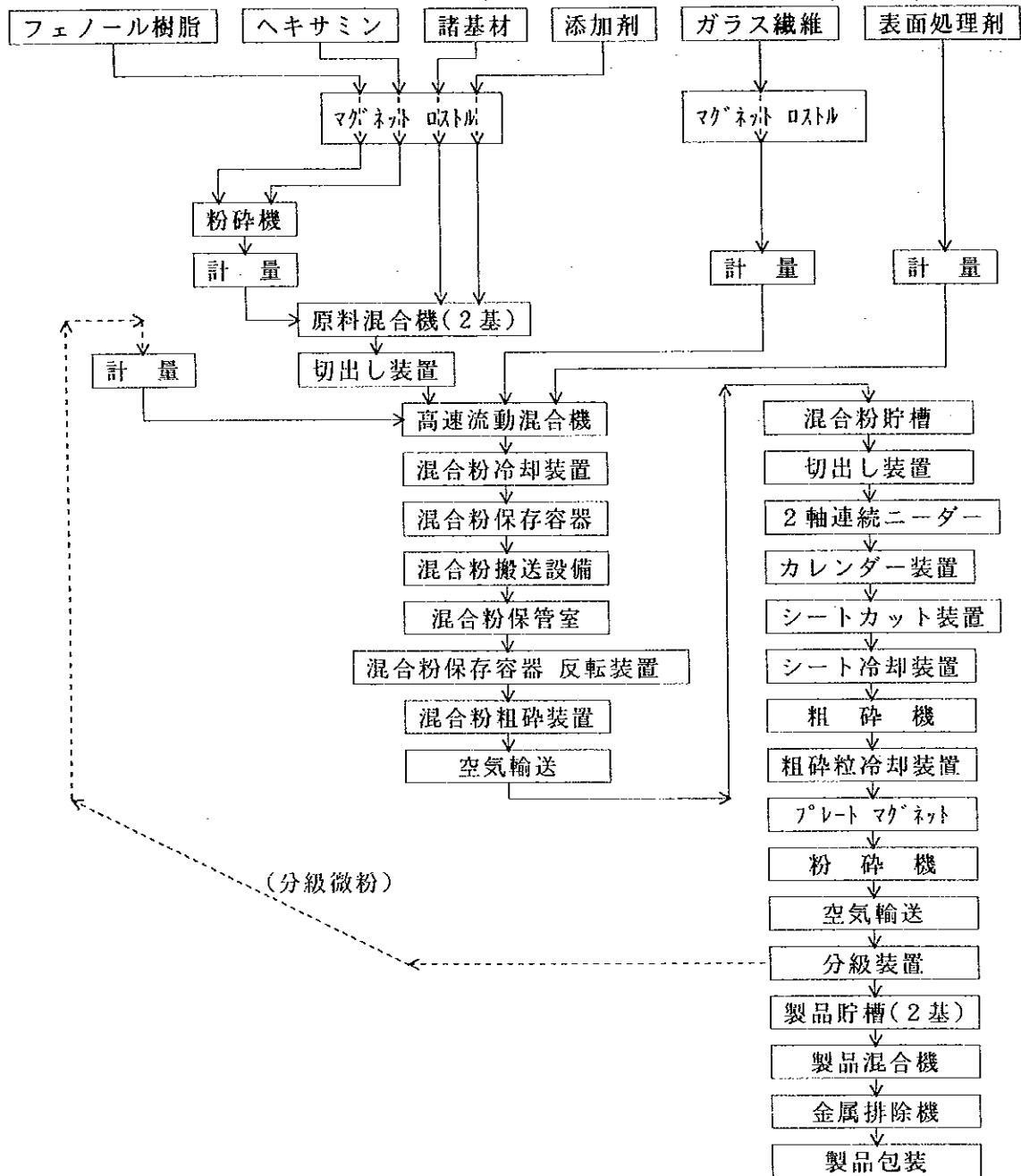
受け入れた諸原料は、金属片を取り除くマグネット ロストルを経て原料混合機に仕込む。原料混合機には粉碎機と自動再生式集塵機、並びにロード セル による計量装置が付属する。内製のノボラック樹脂、及びウロトロピンが塊状であったり、固結していても粉碎仕込みするのでそのまま投入可能であり、仕込む原料も添加剤を除いて予備的な計量をする必要はなく、投入しながらデジタル表示される投入量を確認しながら仕込み作業を行う。投入量が少量の添加剤は予備的な計量を行った方が正確であり、作業が効率的である。各原料の投入量は自動的に記録されプリントアウトされる。

原料混合機は2基設置し、交互運転する事によって銘柄の変更にも対応できる。

(2) 混合粉の製造工程

高速流動混合機を用いる。この装置は混合翼の回転数を高速と低速の2段に切り替えられる。ジャケットが付設されており、攪拌速度とジャケット温度の調整により混合物の樹脂は半熔融する。高速流動混合機には原料混合粉と予備的に計量されたガラス繊維、並びにガラス フェノール の強度と耐熱性を向上する薬剤であるガラス繊維表面処理剤が投入される。表面処理剤は1バッチ分ずつ手計量し投入する。樹脂を半熔融する状態まで加熱混合するので、混合粉は粗い粒状になる。

図VI-10 ガラスフェノール生産設備のブロックフローシート



混合粉はベルト式の冷却装置で空冷されて保存容器に入れられ、混合粉の保管室に移送される。混合粉は保管室に保存される間に若干の縮合反応が進行する。そのため、保管室は空調を行い、混合粉の冷却速度を出来る限り気温の変動による影響を受けないようにする。練工程には保管室から取り出された混合粉の保存容器を反転し、粗砕装置で粗砕してからバッファ貯槽を介してロードセル付きの混合粉貯槽に空気輸送する。混合粉貯槽に投入された混合粉の投入量は自動表示される。

(3) 練合工程

2軸連続ニーダーは熱可塑性樹脂のエンジニアリングプラスチックの混練にも使用される優れた設備である。フェノール樹脂のような熱硬化性樹脂成形材料の混練で連続運転するためには、品質・運転管理面の習熟が必要である。特にジャケットの温度管理と混練速度であるスクリーンの回転数、及び混合粉の供給量の制御は重要である。ロールと異なり密閉状態での混練であるため、縮合ガスや原料由来の水分の除去も課題である。

スクリーンの回転数は無段変速であり、ジャケットも精密な温度制御が加えられる。また、混合粉は連続的に投入され、投入量も自由に設定できる設備とする。これ等をコントロールする事によって、顧客の必要とする成形材料の流動性が実現できる。

連続ニーダーから吐出された混練品は太い棒状である。棒状のままでは蓄熱のために内部の縮合反応が進行してしまうために、カレンダー装置で巾の狭いシート状に圧延し、シートカッターで大きく切断したうえでシート冷却を行う。冷却コンベアは多段のベルトコンベアである。空冷されたシートは柔らかいが粗砕設備で粉碎可能な形状とする。

(4) 粗砕・粉碎工程

粗砕機で粗砕形状となった製品は更に冷却設備で冷却され、マグネット装置を通過をした後に粉碎機に投入される。粉碎機は現在、当廠で使用されているような衝撃式では、射出成形用成形材料のような粒度の揃った形状を歩留まり良く粉碎する事ができない。そのため、ナイフカット方式の粉碎機を採用する。スクリーンは幅の広い円筒状である。この中に多段の刃物が設備されている。粉碎された製品は空気輸送され、分級機で篩い分けされる。射出成形用成形材料は微粉を混合工程に戻して分離し、篩い分けられた粗粒だけを製品貯槽に送る。一方、圧縮成形用成形材料は、微粉も製品貯槽に送る。製品貯槽はロードセル付きで銘柄の変更を想定し2基設備する。従って、製品の完成量は製品貯槽の重量を表示する表示器で監視出来るので、混練工程の作業の速度も明きらかとなる。

(5) 包装工程

製品貯槽の製品は製品混合機でロット均一混合され、金属排除機を経て包装する。包装は生産量が少ないため、現状と同じ手作業とする。金属排除機は常磁性金属だけではなく、非鉄金属の排除にも有効な設備とする。

(6) その他

- ①総合管制室を設けて工場全体の運転状況を監視制御する。総合管制室には制御盤を設ける。
- ②中間管理は分析組を設けずに総合管制室のオペレーターが測定を行う。製品と半製品の流動性、外観を試験する測定室を設ける。
- ③粉塵の発生の著しい個所は隔離した部屋とし、集塵効果を高める。
- ④スクラバーの廃液、及びガス ベント 装置の廃液はフェノール樹脂車間に設ける反応廃液の焼却装置で処理する。
- ⑤原料の仕込みフロアーには原料の運送を目的に作業用のエレベーターを設置する。
- ⑥作業の安全性を確保するために必要な保護柵などを考慮する。
- ⑦各作業場と総合管制室は相互に連絡可能な電話連絡網と各作業場から新工場全体に連絡可能なページング放送網を設備する。

4.3.2.4 新設備の生産能力

新設備の生産能力は十分な余裕のある設備とする。生産能力の推定には製品として微粉の分級を行わない圧縮成形材料で、ガラス繊維の配合率を41%、製品歩留まり率を96%、年間稼働日数を300日、24時間操業、総合稼働率を80%として計算する。

(1) 原料混合粉製造工程

実容量4m³の原料混合機を採用しているが、(6)に述べるようにこの工程の作業員は原料の搬入と仕込み作業、混合工程で使用するガラス繊維の搬入と計量作業が課せられる。従って、作業内容は煩雑である。原料混合粉の仕込量はガラス繊維を除いた内容で約2トと推定する。混合工程での約42バッチ分に相当し、製品重量で約3.2トに相当する原料仕込みになる。次工程の混合工程の42バッチは約10時間の運転時間を必要とする。この間に上記の作業を消化し次回の原料混合の準備をする事になる。混合粉製造工程1バッチ当たりの混合時間は約1時間で運転するのが最善である。

この工程の生産能力を混合工程に合わせた製品ベースで計算すると以下ようになる。

$$(2 \text{ ト} / \text{バッチ} \div (1 - 0.41)) \times (24 \div 10) \times 300 \times 0.96 \times 0.8 \times 2 \text{ 基} = 3,748 \text{ ト} / \text{年}$$

銘柄の変更にも柔軟に対応できるように混合機2基を配置した。

(2) 混合工程

高速流動混合機の1バッチ当たりの混合時間はフェノール樹脂の軟化点と配合処方、並びに1バッチ当たりの投入量、混合速度、ジャケット温度などにより大幅に変化するが、概ね15分と推定する。また、1バッチ当たりの投入量は80kg程度がベストである。この工程の生産能力は次のようである。

$$(80 \div 1000) \times (60 \div 15) \times 24 \times 300 \times 0.96 \times 0.8 = 1,770 \text{ トン/年}$$

(3) 練合工程

2軸連続ニーダーとして選定した機種はスクリー径がφ100で、この上位機種(スクリー径φ125)では350kg/hrの練合能力がある。スクリーの断面積比で64%であり推定練合能力は224kg/hrである。

① 圧縮成形用材料：

$$(224 \div 1000) \times 24 \times 300 \times 0.96 \times 0.8 = 1,239 \text{ トン/年}$$

② 射出成形用材料：(分級歩留まり率を85%と仮定する)

$$1,239 \times 0.85 = 1,053 \text{ トン/年}$$

射出成形用成形材料で1,000トン/年の練合能力が期待できる。前提条件としては、圧縮用と射出用が50%ずつであったが、歩留まり率の低い後者に生産能力を合わせた。中国市場での成形技法の将来の進展からすれば、射出成形用に重点を置いた能力にすべきであると考ええる。

(4) 製品混合工程

原料混合と同様の設備としたが1基の混合機とし、中間製品貯槽を2基設けた。中間貯槽は銘柄の切り替えや製品の粒度要求に対する小ロット生産に対応するためである。製品混合機の混合時間は約40分程度で十分である。仕込量は1バッチ当たりで約2トンが可能である。射出成形用はロット変わりによる成形中の成形条件の変更が大きな材料ロスを招くためにロットサイズの大きい事が重要である。そのために、生産能力とは別に現状よりも大き目の機種を選定した。生産能力は計算するまでもなく極めて大きい。

4.3.2.5 その他の事項

(1) 図VI-11に製造工程図を示す。

(2) 図VI-12に機器配置図を示す。

(3) 表 VI-23 に機器リストを示す。

(4) 表 VI-24 に開発科に最低限度必要な材料試作設備と分析機器を示した。

4.3.2.6 運転要員数

ガラスフェノール製造のための1直当たりの運転要員は以下のように考える。

①原料混合工程：混合機はガラス繊維を除いて約2トンの仕込みが可能である。ガラス繊維の配合率は約41%と推定できるので、この混合粉の量は製品で約3.2トんに相当する。混練工程の生産能力を224kg/hr(半製品ベース)とすると、混練工程14時間分の仕込み量になる。

原料仕込み担当は1回目の原料準備と仕込み、及びガラス繊維の手計量時間と次の混合の準備がある。しかし、原料の取り込みと運送も担当する時間が12時間勤務の中には十分にある。「2名」の配属とする。

②混合工程：平均で時間当たり4バッチの混合作業であるが、「1名」で十分に作業は可能である。

③混練工程：管制室での監視業務を行いながら、十分に運転可能である。しかも、中間分析(流動性や外観の検査)も十分に行い得る。そのため、監視要員は「2名」の配属とする。

④包装工程：製品のロットサイズを1ロット2トとし、混練工程が224kg/hrの能率で混練すると圧縮材での生産所用時間は次のように推定できる。

1)混練能率：224 kg/hr

2)歩留まり率：96%

4)ロット単位：2ト

5)1ロット生産所用時間： $2000 \div (224 \times 0.96) = 9.3$ 時間

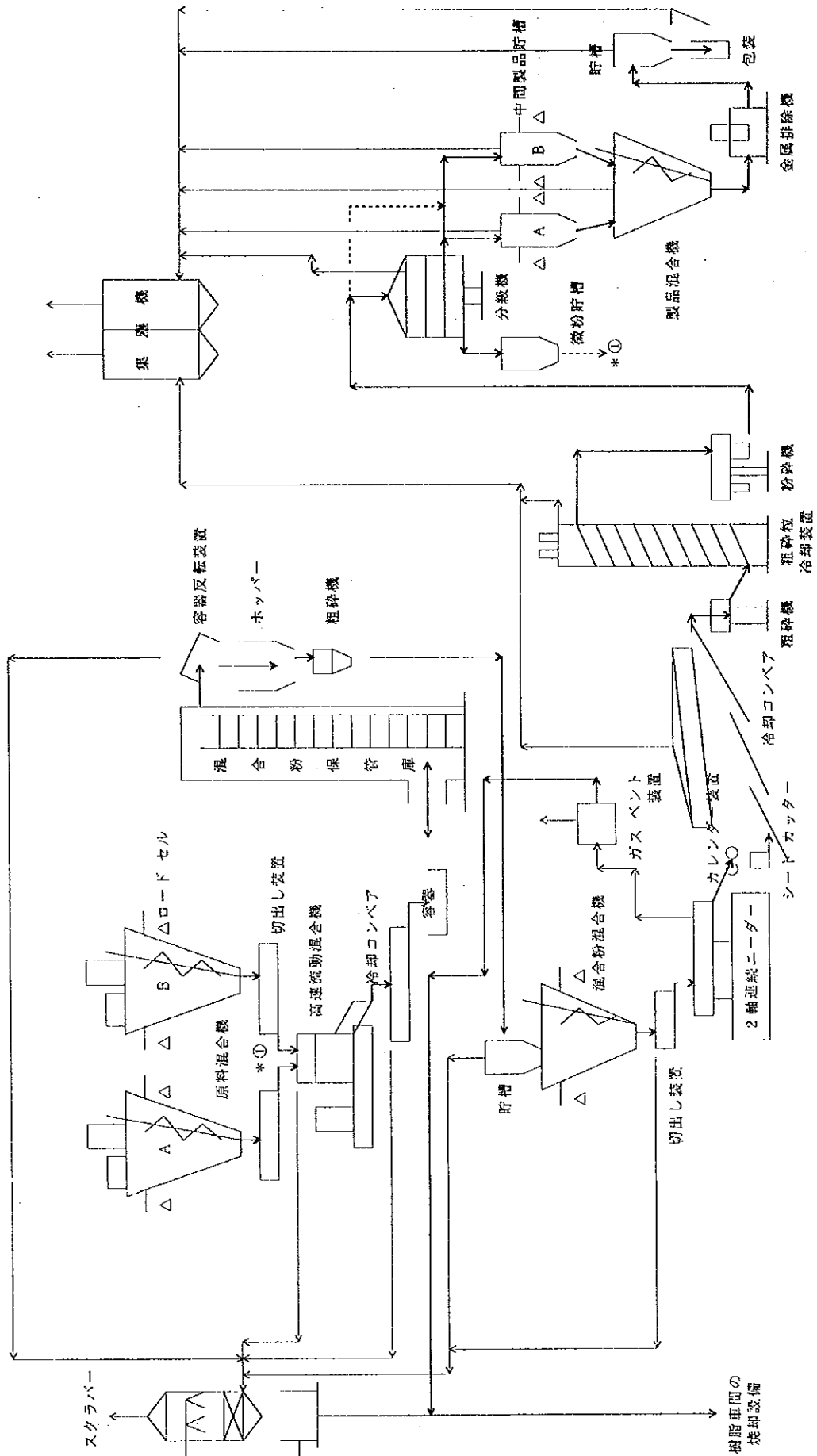
従って、包装工程は12時間勤務の間に1回余りの包装であり十分な余裕時間がある。包装の袋の準備などがあっても「1名」で十分である。

⑤現状の生産体制では「計量組」や「運送組」、「中間分析組」、「保全組」が生産組に付随して運転されている。少なくともガラスフェノール工場では保全組だけが残れば他の3組は不要である。保全組についても、従来の一工房と二工房の兼任で済み増員は不要である。

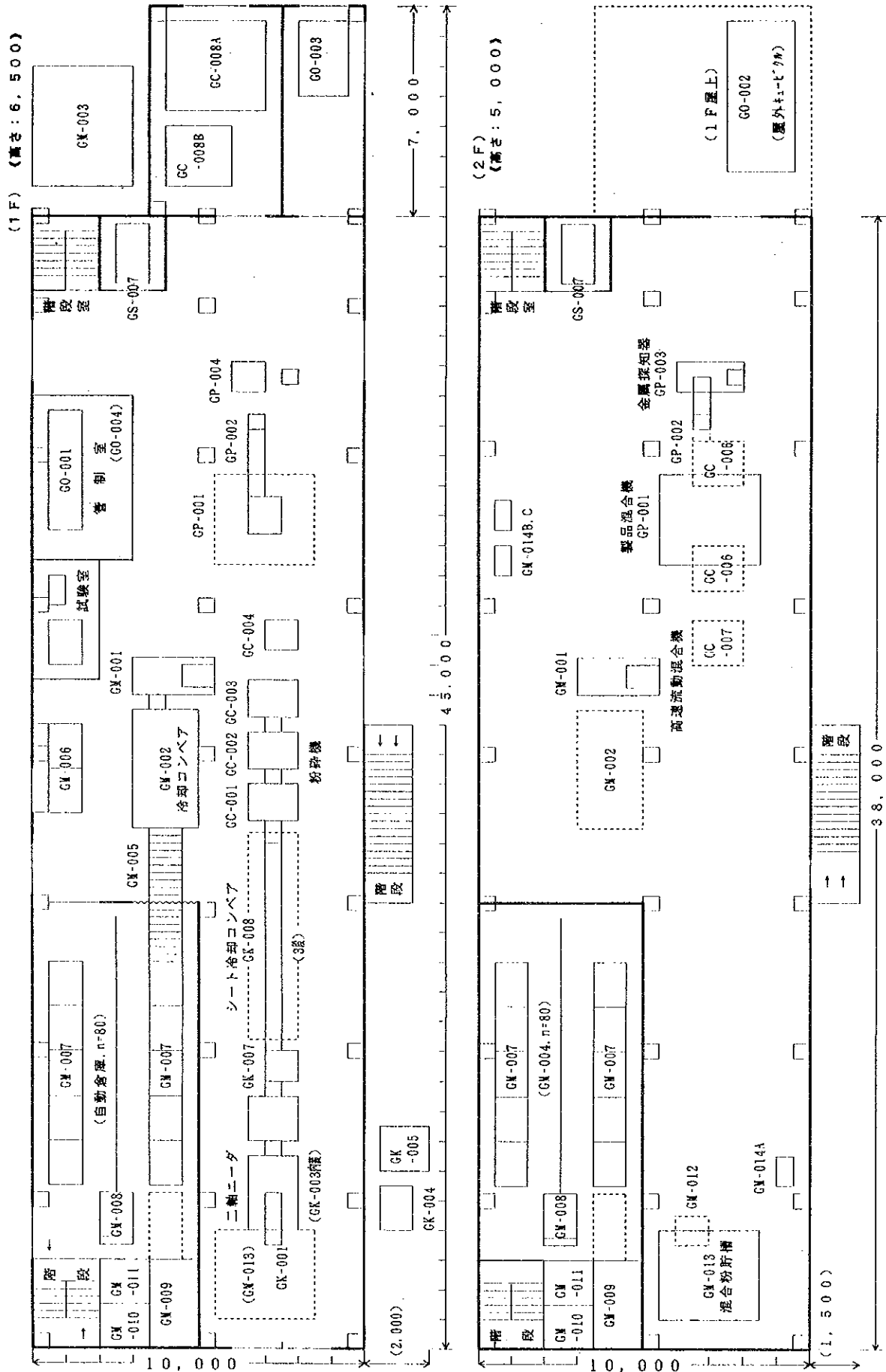
⑥従って、ガラスフェノール工場の運転要員は1直で「6名」でも余裕がある。

4班2交代制の基では合計「24名」の増員になる。

図VI-11 ガラスフェノールの製造工程図



図VI-12 ガラス(1)フェノール製造工場の機器配置図(1/2F)



図VI-12 ガラス(2) フェノール製造工場の機器配置図(3F)

(3F) 《高さ: 4.500》

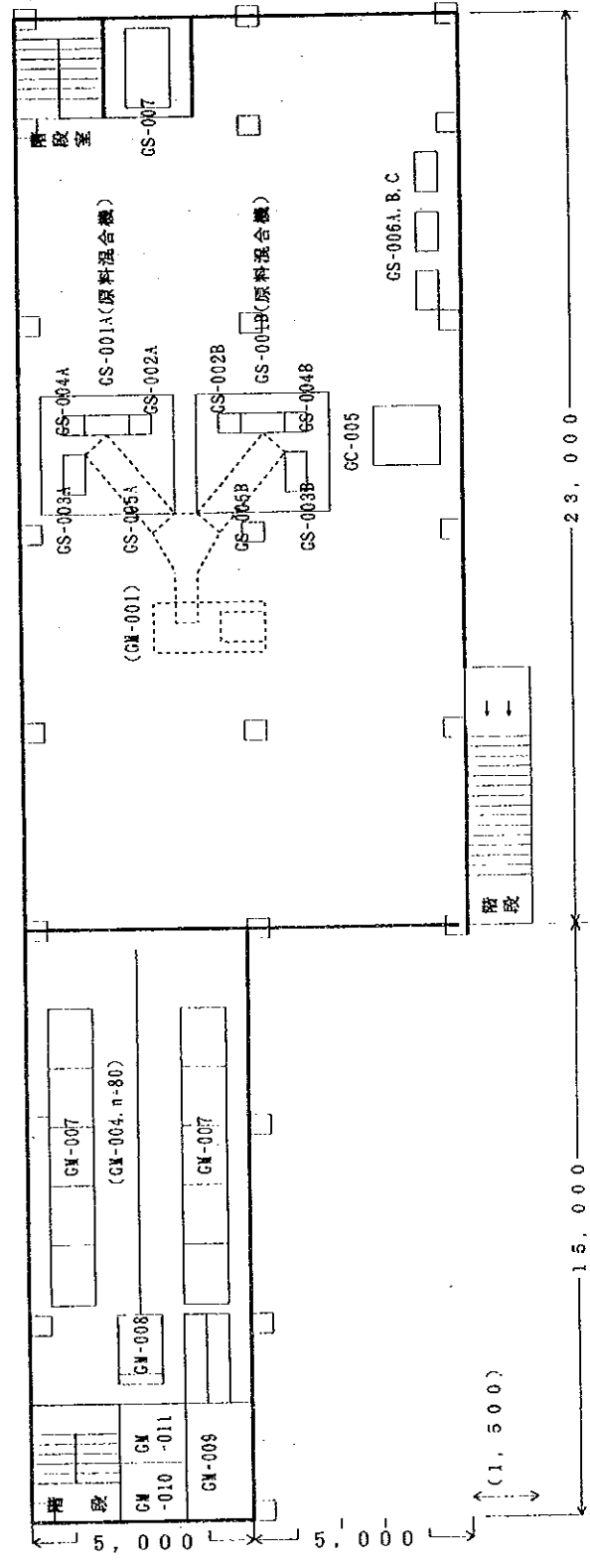


表 VI-23 ガラスフェノール製造工場の機器リスト(1)

| No. | 名称 | 数量 | 仕様 |
|---------------|-------------------|----|--|
| <u>原料混合工程</u> | | | |
| GS-001 | 原料混合機 | 2 | コーン型、ロードセル付き、容量 4 m ³ 動力：9kW、材質：CS (φ2820×H5200) |
| GS-002 | マグネット ロストル | 2 | 角形、2段式 |
| GS-003 | 集塵機 | 2 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：10 m ³ /min、GS-001上に設置 |
| GS-004 | 粉砕機 | 2 | ハンマーミル、定量供給装置付き 動力：15kW、材質：CS |
| GS-005 | 切出し装置 | 2 | 能力：1 t/hr、動力：3.7kW、速度調整付き |
| GS-006 | 計量器 | 3 | 電子式台秤、秤量：10g~50kg、材質SS |
| GS-007 | エレベーター | 1 | 500kg積み、荷物専用、材質：CS |
| <u>混合工程</u> | | | |
| GM-001 | 高速流動混合機 | 1 | 容量：500 t、動力：75kW、材質：SS |
| GM-002 | 冷却コンベア | 1式 | ベルトコンベア、集塵フード・外気吹付け 装置付き、材質：CS |
| GM-003 | 湿式スクラパー | 1式 | 水洗浄・循環式、300m ³ /min 動力：22.5kW、材質：PVC・CS |
| GM-004 | 混合粉容器 | 80 | W1000×L1100×H350、材質：CS |
| GM-005 | 混合粉容器 搬送装置 | 1式 | ローラーコンベア、自動搬送装置付き 材質：CS |
| GM-006 | 混合粉容器 保管室 空調設備 | 1式 | 湿度 50%以下、温度 25℃以下、動力：30kW ALC断熱壁 |
| GM-007 | ラック | 1式 | 2列、8段、混合粉容器 80トレイ収容 材質：CS |
| GM-008 | 自動走行クレーン | 1式 | モノレール式、遠隔操作、フォーク積載 両側出し入れ、動力：10kW、荷重：700kg 棚数：80、材質：CS |
| GM-009 | 混合粉容器 反転装置 | 1式 | グリズリーバー粗砕式、材質：CS |
| GM-010 | 粗砕機 | 1 | ハンマーミル、振動フィーダー付き 動力：25kW、材質：CS |
| GM-011 | 空気輸送装置 | 1式 | 吸引式、能力：1 t/hr、材質：CS |
| GM-012 | 混合粉貯槽 | 1 | 容量：2 m ³ 、材質：CS |
| GM-013 | 混合粉混合機 | 1 | コーン型、ロードセル付き、容量 4 m ³ 動力：9kW、材質：CS (φ2820×H5200) |
| GK-014 | 計量器 | 3 | 電子式台秤、秤量：10g~50kg、材質SS |
| <u>練合工程</u> | | | |
| GK-001 | 切出し装置 | 1 | ベルトコンベア搬送、電子式計量器 能力：0~300kg/hr、感度：0.5kg |
| GK-002 | 2軸連続ニーダー | 1 | 混練スクリーン径 φ100、スクリーン長 L720 動力：37kW、材質：CS |

表 VI-23 ガラスフェノール製造工場の機器リスト(2)

| No. | 名称 | 数量 | 仕様 |
|----------------|------------|-----|---|
| <u>練合工程(続)</u> | | | |
| GK-003 | 温度調節装置 | 1 式 | 温水循環式、動力：20kW、材質：銅 |
| GK-004 | チラーユニット | 1 式 | 水冷式、冷水温度：出口 5℃、材質：銅 |
| GK-005 | ガスベント装置 | 1 式 | ナッシュ型真空ポンプ、水封水貯槽付き 動力：10kW、材質：CS・FRP |
| GK-006 | カレンダーロール | 1 式 | 温水循環式、動力：7.5kW、材質：CS |
| GK-007 | シートカッター | 1 式 | 回転刃物式、動力：3.7kW、材質：CS |
| GK-008 | シート冷却装置 | 1 式 | ベルトコンベア式、送風・集塵装置付き 動力：4.5kW、材質：CS |
| <u>粗砕・粉碎工程</u> | | | |
| GC-001 | 粗砕装置 | 1 式 | スクラップ粗砕機、能力：300kg/hr 動力：7.5kW、材質：CS |
| GC-002 | 粗砕粒冷却装置 | 1 式 | 振動式スパイラルコンベア 能力：300kg/hr、動力：7.5kW、材質：SS |
| GC-003 | 粉碎装置 | 1 式 | 破碎式造粒機、能力：400kg/hr 動力：7.5kW、材質：SS |
| GC-004 | 空気輸送装置 | 1 式 | 吸引式、能力：1 ^ト /hr、材質：CS |
| GC-005 | 分級装置 | 1 式 | 振動篩い、上下限カット(網2段)、φ1000 動力：1.5kW、材質：SS |
| GC-006 | 中間製品貯槽 | 2 | 容量：2.5m ³ 、ロードセル付き、材質：CS |
| GC-007 | 微粉貯槽 | 1 | 容量：2.5m ³ 、材質：CS |
| GC-008 | 集塵装置 | 2 | バッグフィルター、自動再生、材質：CS 能力：200 m ³ /minと100 m ³ /min |
| <u>製品混合工程</u> | | | |
| GP-001 | 製品混合機 | 1 | コーン型、ロードセル付き、容量 4 m ³ 動力：9kW、材質：CS (φ2820×H5200) |
| GP-002 | 製品搬送装置 | 1 | バケットコンベア、動力：3.7kW 材質：プラスチックトレイ・CS |
| GP-003 | 金属排除機 | 1 | ベルト式金属検知器付き、感度：Fe 0.7mmφ |
| GP-004 | 計量器 | 1 | 電子式台秤、秤量：10g~50kg、材質 SS |
| <u>その他</u> | | | |
| GO-001 | 管制室 制御盤 | 1 式 | |
| GO-002 | 受変電設備 | 1 式 | |
| GO-003 | 圧縮空気装置 | 1 式 | 90 m ³ /hr、7kg/cm ² G、露点：-10℃ |
| GO-004 | ペーjing呼出装置 | 1 式 | |
| GO-005 | トランスファー成形機 | 1 | 流動性試験用、50 ^ト プレス、温調装置付き |
| GO-006 | 金型 | 1 | スパイラルフロー試験金型 |
| GO-007 | 圧縮成形機 | 1 | 外観検査用、26 ^ト プレス、温調装置付き |
| GO-008 | 金型 | 1 | 成形品外観検査用 平行板金型 |

表VI-24 開発科に必要な試作設備、分析機器のリスト

| 分類 | 名称 | 台数 |
|-----|----------------|----|
| 試作用 | 100ℓ高速流動混合機 | 1 |
| | “ 温度調整設備 | 1式 |
| | “ 排気装置 | 1式 |
| | φ305ロール混練設備 | 1 |
| | “ 温度調整設備 | 1式 |
| | 粉碎設備 | 1 |
| | 振動式分級機 | 1 |
| | 75ℓV型混合機 | 1 |
| | 100ℓ射出成形機 | 1 |
| | 試験片成形金型 | 2 |
| 分析用 | 赤外線吸収スペクトロメーター | 1 |
| | 蛍光X線分析計 | 1 |

5. 生産管理面の近代化計画

有機化工廠は92年集团公司に参加し、その構成企業の一員として社会主義市場経済体制への移行に全廠をあげて努力している。新製品の企業化と既存製品の能力増強を計画すると同時に、要員の10%削減合理化目標の設定、廠内経営管理の強化、組織の改新など、その積極的な努力による成果があたりつつあると考えられる。しかし、有機化工廠は、国内の高度経済発展と急速な工業化に対応し、化学素材を供給するとともに、技術系生産会社として、競合他社に対し常に競争優位を維持することが求められている。さらに、近い将来、中華人民共和国のWTOへの加盟も想定されるので、今後、有機化工廠の「競争力のある製品コストと品質」の目標設定は、国内のみでなく、海外製品との競合をも視野に入れた工場近代化を策定する必要があるだろう。

そのためには、化学技術の特質を理解し、その特性にあった技術体系により、戦略的に技術開発や生産工程管理を実行する必要があると考える。

本調査による全般的な印象としては、廠長責任請負制や奨励金制度など市場経済に沿った各種制度の改革も積極的に実施されているが、一方、過去の長期にわたる計画経済体制下の慣習が思想的にもまた一部制度にも残っており、その改革・改善には暫時、時間を要するものと思われる。早急な変革は弊害をとまなう恐れもあるので、競合他社や海外の情報をよく収集分析し、事前に周到な準備のもとに、改革・解放に向けての果敢な実行が望まれる。

特に、市場経済のもと、技術系生産会社の企業経営で「競争力のある製品コストと品質」を達成・維持するために、組織上重要な役割を果たす部門は、「生産部門」、「販売部門」、「研究開発部門」の3部門である。特に、長期にわたる技術の蓄積を必要とする研究開発部門と生産部門は組織とその運営が極めて重要になる。従って、本有機化工廠の工場近代化計画では、技術開発と生産工程管理の近代化について重点的に詳述したい。

以下、廠内工場の生産関係を中心に各科から聴取および調査した結果に基づく問題に対し、近代化促進に資すると考えられる提言をしたい。

5.1 技術開発

上述したように、市場経済において、今後、有機化工廠の化学製品が「コストと品質」において、国内同業他社との競争に打ち勝ち、さらに、海外からの輸入品を抑え、将来、製

品輸出を目指すときに、もっとも重要な役割を果たし、かつその責任をもっているのが研究開発部門である。現在の有機化工廠では、職制上、技術開発科と技術改造科が、その中核になるので、以下次項に詳述したい。

なお、今後、研究開発体制の近代化を進めるうえで参考になると考えられる海外の化学プロセス技術の動勢とプロセス技術の特性等について、先に(5.1.1~5.1.4)簡単に述べておきたい。

5.1.1 海外の化学プロセス技術の動勢

(1) 化学産業における生産プロセスは、一般に、エネルギー多消費型で副生成品、排ガス、排水、廃棄物を生ずることも多く、これまで環境汚染の排出源として、その対策が社会的な課題とされてきた。近年、レスポンシブルケア(Responsible Care)宣誓に基づく化学企業の社会的責任として、環境汚染問題や製品安全保証への配慮も一段と厳しくなり「環境汚染防止の原点は発生源対策」の原則から生産プロセスの抜本的改善が重視されてきている。また、地球規模でのCO₂の排出量低減や省エネルギー、省資源への関心も急速に高まりつつあり、これらを同時に解決しようとする「革新プロセス」への期待は世界的に大きくなっている。アンモニア、酢酸、塩化ビニールなどの既存製品も革新プロセスへ移行しつつあり、既存設備も抜本的な改善・改良が求められている。

(2) 世界の多くの国では、政府が自国の科学技術発展のために、企業を資金面で積極的に支援している。化学プロセスの革新技術の開発も、国を巻き込んだ産官学の総力戦の様相を呈している。また、一方、化学企業間の事業統合や企業連合、企業間の技術協力、また製品を特化した合弁企業の設立などにより、生産事業の合理化と革新技術の開発を積極的に推進している。

5.1.2 化学プロセス技術の特性

化学技術は間口が広く、かつ個々に深い掘り下げが求められる。その複雑性、多様性を理解し経営的にも組織的にもそれに適した技術開発体制が必要になる。

化学製品を生産する手法は、同じ製造業でも自動車・電機・機械などの組立産業とは生産プロセスが全く異質である。製鉄・ガラス・製紙のように製品を特定した工業ともかなりプロセスの構築思想が異なる。化学プロセスの特性を次に記す。

①プロセスの構築には触媒や反応が決定的要素技術となり、その研究は長期にわたるので情熱と忍耐と資金が必要なる。

②原料・製品の種類や触媒・反応の研究により、プロセスの単位操作や要素技術の組み合わせが限りなく変化する。

この多様性、複雑性に対応するため、プロセスを構成する生産要素技術(表VI-25参照)のなかで自社に必要なコア技術のレベルを常に高く維持することが要求される。また、経済性・競争力のあるプロセス構築には高度のエンジニアリング機能が必要になる。従って、プロセスの開発・改良の思想はR & DよりR & E(Engineering)が重要であり、それに適した組織と要員の配置が必要になる。その考え方を次項で述べる。

また、プロセス開発は収益事業になるまで「研究・開発に10年、工業化・生産で10年、計20年」ともいわれ、プロセスを開発するためには、それに耐える相当の企業体力(人・技術・資金の資産化)を必要とする。従ってプロセス開発には経営思想とともに人事・組織的にも適切な諸策が必要になる。以上が化学プロセス技術の特性といえる。有機化工廠の組織では、R & Dは技術開発科でありEngineeringは技術改造科の担当業務となろう。

5.1.3 技術系生産会社の重要な企業技術と技術体系

技術系企業として競争優位を確保するための重要な企業技術(Corporate Technology)は

①「生産プロセス技術(PT)」 Production Technology・・・製品をつくるための技術

②「用途開発技術(AT)」 Application Technology・・・出来た製品を売るための技術

に大別できる。前者は対象がプラントでコストや品質に直接影響し、後者は対象がユーザーで拡販に直接影響する。両者は経営効果が異なるので研究資源(資金と要員)の配分比は技術管理上重要な経営判断となる。

また、一方、研究テーマの成果が工業化し生産活動にいたるまでの過程は、通常

③「調査・研究(R)」 Research

④「開発研究(D)」 Development

⑤「工業化(E)」 Engineering

⑥「生産業務(P)」 Production

を経る。以上の①～⑥をキーワードとして、企業技術の中核になる「生産プロセス技術(PT)」と「用途開発技術(AT)」を主軸に各研究段階をマトリックスに整理し、それぞれの構成される該当覧に主要な業務内容を加えたものが、表VI-26「化学系生産会社の企業技術体系」である。以下キーワードの解説をする。

表VI-25 化学プラントの生産要素技術

| 大分類 | 中分類 | 小分類 | 備考 |
|--------------------|-------------|--|-------------------------------------|
| 化学反応 | 合成反応、触媒 | 熱分解、脱アルキル反応、水素化反応 アルキル化反応、脱水素反応、酸化反応 オキソ反応、水和・エステル化反応 | 主として 研究部門 |
| | 重合反応、触媒 | 塊状重合、気相重合、懸濁重合、乳化重 合、溶液重合、重縮合、重付加、付加縮 合、開環重合 | |
| 化学工学 | 反応工学 | 同上及び反応器形成による分類 | 研究とエ ンジニア リングに ラップす る部門 |
| | 単位操作 | 蒸留、抽出、晶析、吸収、蒸発、膜分離 熱交、燃焼、混合、攪拌、分離、移動 | |
| | (粉粒体) | 混練、造粒、輸送、乾燥、集塵 | |
| | 用役(ボイラ、水処理) | ボイラ、蒸気、流動、水処理、焼却 | |
| 分析 | 工程分析、検定分析 | 機器分析、化学分析 | |
| 安全 環境 化学品安全 | | 危険性・セーフティデータ、安全性評価 火災・爆発防災技術、環境アセスメント 環境保全技術 | |
| 機 械 | 機器 | 塔・槽、熱交換器、加熱炉、反応器、 配管、冷却設備、真空設備 回転機械 (圧縮機、ポンプ、送風機) | 主として エンジニ アリング 部門 |
| | 材料 | 腐蝕・防蝕、材料、溶接 非破壊検査、診断、配管、保温、塗装 | |
| | 構造解析、その他 | 構造計算、強度計算、耐震設計、 高圧設備 振動、診断、検査 | |
| 計 装 制 御 システム | 計測、計装 | 工業計測、工業計器 特殊センサー、分析計、診断機器 コンピューター、デジタル機器 | 主として エンジニ アリング 部門 |
| | 制御、システム | プロセス制御、自動化、シーケンス制御 DCS、高度制御 シミュレーション、最適化、CIM(高 度生産管理) | |
| 電 気 | | 電力・電気機器、受配電システム 防爆、省電力 | |
| 建築・土建 | | 基礎、架構、建家、耐震設計 | |

表VI-26

化学系生産会社の企業技術体系

企業の競争優位を維持するために必要な企業技術の開発体制と運営の考え方

| 生産プロセス技術 (P.T) | 調査・基礎研究 (R) | 開発研究 (D) | 工業化役務 (E) | 生産機能 (P) |
|--|---|--|---|----------|
| <p>化学技術の流れの読み (技術の先見性)</p> <p>1. 文献、特許調査 (背景調査、テーマ設定、新規性確認)</p> <p>2. 分子設計、新規化合物合成</p> <p>3. 製法、触媒の設計 (アイデア収束)</p> <p>4. 反応実験 - 分析、評価 (技術的可能性)</p> <p>5. 最適合成条件、分離精製法、分析法 → 特許出願</p> <p>6. 安全性試験・評価 (分解性、毒性、反応熱)</p> <p>7. 第一次市場調査及び経済性検討</p> <p>(既存と新規製品のテーマのバランスが大切)</p> | <p>1. プロセス開発 (ベンチパイロットスケール) (プロセスの概念設計に必要なデータ)</p> <p>2. 品質改良、経済性向上、製品規格</p> <p>3. 触媒ライブラリの向上、確認・改良</p> <p>4. サンプル試作 (市場・用途開発用、技術確認)</p> <p>5. 性能評価 (実用評価) ポテシオンチャル推定</p> <p>6. 化合物最適化 (性能、安全性、物性コスト)</p> <p>7. 安全性試験 (医、農薬: 慢性毒性、代謝、残留性)</p> <p>8. 第二次市場調査、経済性検討、分析評価</p> <p>(ある段階からプロセッサの参画が必要)</p> | <p>1. 生産プロセスの構築と設備の基本設計 (① Process description, ② 物質収支、熱収支, ③ フロートシート, ④ 各種仕様書)</p> <p>2. 詳細設計 (プロットプラン・図面類)</p> <p>3. 工程表 (設計・調達・建設・試運転)</p> <p>4. 建設 (各種機器の納期・工事・安全管理)</p> <p>5. 試運転 (運転、分析マニュアル、環境)</p> <p>6. 安全、環境等各種関連法規、官庁申請業務</p> <p>7. 第三次経済性検討、改良検討</p> <p>(エントリ・エンジニアリング会社の構築能力と必要に応じてエグジット・エンジニアリング会社を起用する能力)</p> | <p>1. 生産プロセス改良、新グレードの開発</p> <p>2. 新用途の開発</p> <p>3. 加工方法、装置等のシステム改善</p> <p>4. 技術ライセンズ</p> <p>5. その他、P/S、T/S</p> <p>(素材供給側が注として行う支援)</p> <p>1. 上記生産機能を支援</p> <p>2. ユーザー支援の技術情報の提供</p> | |
| <p>製品市場の流れの読み (市場の先見性)</p> <p>1. 文献、特許、市場 (ニーズ、背景調査)</p> <p>2. 最終開発商品構成要素ごとの目標値の設計</p> <p>3. 物性、性能研究; 中間化学品の反応性研究</p> <p>4. 用途開発研究 → 特許出願</p> <p>5. 製剤、配合研究 → 特許出願</p> <p>6. 成型加工技術開発 → 特許出願</p> <p>7. 安全性 (毒性・分解性) の評価</p> <p>8. 第一次市場調査及び経済性検討</p> | <p>1. 第二次市場調査、分析 (価格設定、販売量、ポテンシャル推定)</p> <p>2. 最終開発商品の目標設計値の再評価</p> <p>3. 用途に合わせた品質、性能評価及びその改良</p> <p>4. 安全性・環境評価 (毒性、分解性・H/C)</p> <p>5. 試作及びその評価</p> <p>6. 商品化検討 (製剤、配合)、製品規格</p> <p>7. 第二次経済性検討</p> | <p>(工業化は主としてユーザー側で行われる)</p> <p>1. 生産設備の基本設計</p> <p>2. 詳細設計、調達、建設</p> <p>3. 試運転、改良検討 (運転、分析マニュアル)</p> <p>4. 第三次経済性検討、改良検討</p> <p>5. 技術ライセンズ検討</p> <p>6. 総合評価 (有効性、安全性、経済性)</p> <p>7. 登録申請 - 許可</p> <p>(素材供給側が主として行う支援)</p> <p>1. 上記工業化役務の支援</p> <p>2. ユーザー支援の技術情報の提供</p> | <p>(生産機能は主としてユーザー側で行われる)</p> <p>1. 上市後品質改良、新グレードの開発</p> <p>2. 新用途の開発</p> <p>3. 加工方法、装置等のシステム改善</p> <p>4. 技術ライセンズ</p> <p>5. その他、P/S、T/S</p> <p>(素材供給側が注として行う支援)</p> <p>1. 上記生産機能を支援</p> <p>2. ユーザー支援の技術情報の提供</p> | |

1. 企業技術の設定とその主たる目的と効果
 P.T... 「製品をつくるための技術」... コスト・品質... 収益力
 A.T... 「製品を売るための技術」... グレード・商品... 拡張力

“P.TとA.Tとのバランスが大切” (例 3:1)
 “P.Tは研究テーマ設定が重要” (期間・MH・資金の投入大)
 “P.Tは既存と新規製品のテーマのバランスが大切” (例 3:1)
 “A.Tの「工業化役務」と「生産機能」は通常ユーザー側で行われる”

2 R&DとE&Pの技術開発思想は異質
 R&D... 「新しい現象の発見」と「可能性の追求」
 E&P... 「現象の持続」と「現象の最適化」
 プロセス開発思想は「R&E」 (=「R&D&E.P.」)
 “RとEのバランスが大切” (例 3:1)
 “RからEへの Job の受け渡しが必要” (ドキュメント)

3. 生産プロセス (P.T) の技術開発期間
 R & D に 10 年
 E & P で 10 年間は赤字覚悟
 20 年目以上位 2~3 社のみようやく黒字

“工業化は算重かつ異散、情報と絶望”
 “工業化はリスクへの挑戦、経営判断”

4. 技術要員の配置例
 市場経済体制で売上高優先の経営で極りやすい要員配置例

| | | | | |
|-----|---|-----|-----|---|
| | R | D | E | P |
| P.T | ○ | ○~△ | △~× | △ |
| A.T | ◎ | ◎ | — | — |

注1. キーワードの略称

① 「生産プロセス技術」... (Production Technology) P.T
 ② 「用途開発技術」... (Application Technology) A.T
 ③ 「調査・基礎研究」... (Research) R
 ④ 「開発研究」... (Development) D
 ⑤ 「工業化役務」... (Engineering) E
 ⑥ 「生産機能」... (Production) P

注2. 記号説明

◎ 刺
 ○ 適
 △ 正
 × 不
 — 足
 — ユーザー

5.1.4 企業技術体系を構成する各部門の主たる目的と効果

(1) 構成各部門 (PT、AT、R&D、E&P) の理解

1) 「生産プロセス技術(PT)」

生産プロセス技術(PT)は、企業の収益力に直接影響を及ぼす。一般に、製品の品質とコストの優劣はプロセスで決まる。プロセス技術は製品コストを下げる諸要素の中で最も重要であるが、競合他社のプロセスと直接比較することが難しいので重要性が見逃され易い。

PTのテーマ例 (素材産業)

ホルマリン、フェノール樹脂、成形材料、ポリプロピレンの製造装置等

2) 「用途開発技術(AT)」

用途開発技術は生産された製品をユーザー(顧客)に販売するために必要な市場開発の技術であり、ユーザーの最終製品に適合するためのグレード開発や商品開発で、テクニカルサービス(TS)と呼ばれる技術開発に相当する。従って、その効果は、拡販には大いに寄与するがコスト低下に及ぼす効果は少ない。増産による固定費の分担削減が間接的に収益に寄与するので高度成長期にはその効果は大きくなる。用途開発技術における工業化役務(E)と生産機能(P)は、通常、ユーザー自身で行われることが多い。

ATのテーマ例 (素材産業)

樹脂製品の用途開発例

自動車のバンパーや各種部品、テレビのキャビネット、各種コンテナ類等

化成品の用途開発例

化粧品基材のフォーミュレーション(Formulation)、工業用乳化剤のフォーミュレーション

3) 「調査・基礎研究(R)」と「開発研究(D)」

基礎研究と開発研究は、一般にR & D部門と表現され素材産業の技術系企業では競争優位を保つために最も重視される技術部門である。差別化技術・差別化製品を開発することが求められる。従って、企業は可能な限りの研究費と要員を投入し、その成果を期待する。この部門の成果の成否は長期的視野でみれば、企業の浮沈・興亡に直接影響を及ぼす。

R & Dの分野ではPTとATの経営効果が異なるので資源配分は重要な経営判断となる。

4)「工業化役務(E)」

工業化役務はR & D部門の研究成果を工業化する業務である。「生産プロセス技術(PT)」ではプロセスの構築と基本設計や詳細設計から建設・試運転まで行い、プロセス開発期間の中では最も資金やマンアワー(MH:Man Hour)を要する。プロセスの規模により社外のエンジニアリング会社(中国では設計院の機能)を起用することもあり、複雑な多種多様な専門機能を必要とする。一般には、工業化を決定した段階でプロジェクト(PJ)チームを編成し、コスト、スケジュール、品質(仕事の質)を一括管理する体制をとるケースが多い。「用途開発技術(AT)」ではユーザー側が行うのが一般的である。

5)「生産機能(P)」

プロセスの工業化が完成後、生産活動に必要な機能である。前述の表VI-26の生産機能(P)ではプロセス技術開発に関する事項を記載しているが、実際には後述するが日常の生産業務に必要な運転管理、要員の労務管理、保全管理、庶務等の一般ライン管理業務も含まれる。技術面では、競合他社プロセスとの競争に打ち勝つために ①省資源、②省エネルギー、③省人力、④環境・安全等を中心にプロセス改良や品質向上を精力的かつ永続的に行う必要がある。「用途開発技術(AT)」での生産機能はユーザー側で行われる。

(2) 企業技術 (PTとAT) のマネジメント (Management) 上の問題

1) PTとATとの要員バランスが大切

上述したごとく、生産プロセス技術と用途開発技術では、経営上寄与する効果が異なる。生産プロセス技術は対象がプラントで、主として品質とコストに影響し、その効果は収益性に直接影響している。一方、用途開発技術はユーザーが対象になり、グレードや商品開発が主な目的で、その効果は拡販力に直接影響する。したがって、研究資源(R & Dの要員、研究費)のバランスのとれた配分が極めて重要になる。

2) PTは事業分野テーマ設定が重要(期間・MH・資金の投入大)

生産プロセスの開発は、一般に工業化までの期間が長く10年前後であり、かつ動員する要員数も、資金の投入額も多く、リスクも大きい。研究者によっては積極的参画をためらうことが懸念される。したがって、PTのテーマ設定はトップの経営者自身が自社の体力・体質にふさわしい規模のものを設定することが重要になる。

3) P Tは既存と新規製品のテーマのバランスが大切

生産プロセス技術開発のテーマの設定に当たっては、既存製品のプロセス開発または改良・合理化技術は特に研究者の目には地味な分野に映り、新規製品のプロセス開発に片寄りがちである。企業経営の基盤は常に既存プロセスの競争優位を保つことにあることは言をまたない。マネジメントを要するところである。

(3) 研究技術開発 (R&DとE&P) のマネジメント上の問題

1) 一般に、研究テーマの技術開発ステップは、表VI-26に纏めたごとく、その進捗状態により、一般に、①「調査・基礎研究(R)」→②「開発研究(D)」→③「工業化役務(E)」→④「生産機能(P)」の各段階を経て事業化へと進む。この過程で、研究・開発(R & D)と工業化・生産(E & P)の開発思想は次のように異なる。

㊤ R & Dの主目的は「新しい現象の発見」「可能性の追求」であり、

㊦ E & Pの主目的は「現象の最適化」「現象の持続」である。

㊤R & E と ㊦E & Pでは技術者の仕事の性格がかなり異なる。従って、プロセス開発思想はR & Dの考え方よりはR & E (= R D & E P)の思考が必要になる。また、表VI-26に記載されている様に、実際にJobの内容も必要資金・要員数も著しく異なる。テーマの規模が大きくなればなるほど、その対応の巧拙は仕事の効率や結果に顕著に現れる。

また、化学プロセス開発では他の産業のプロセスに比べ、エンジニアリング要素の占める比率が大きい。従って仕事の授受と仕事量を考慮した組織と要員配置が極めて重要になる。

2) RとEの要員バランスが大切

R (Research) とE (Engineering) の技術開発思想に差があることは、当然ながら研究開発要員の質も異なってくる。学問的にいえばRは化学専攻者、Eは化学工学または機械工学専攻者といえる。従って、専門職種として高度技術と Job の効率化を期待する場合は、規模にもよるが日常、別グループとして技術管理をする必要がある。一般的な企業では、R : E = 3 : 1 程度が適当と考えられる。

3) RからEへ Jobの受け渡しが重要

上述したごとくRとEの開発思想が異なり、そこで行われる仕事の質・量も、技術要員の質・量も当然異なってくる。したがって、R (= R & D) が完了しEに移行するときは、「Rグループ」から「Eグループ」への Jobの受け渡しが必要になる。この Jobの引継は通常

ドキュメント(Document)により行われる。特に重要なことは、研究段階で得られたデータをどのように纏めればプロセス設計ができるかということ。「Rグループ」の人々が理解していることが重要になる。ドキュメントにより Jobを移行させる習慣が少ないときは、「E所属」のプロセスエンジニアをあらかじめRのある段階から参加させることが必要になる。後日の技術蓄積とプロセス解析・改良のためにもドキュメントによる整理は重要になる。

4) 技術要員の配置

プロセス開発の諸問題の中で、要員・研究費などの資源配分が極めて重要であることを述べてきたが、一般に、経営が拡販優先になりがちな市場経済体制で陥りやすい技術開発要員の配置を表VI-26の構成を用いて定性的に表示してみると下記表VI-27のごとくなる。

表VI-27 日本企業の技術要員配置

| | R | D | E | P | |
|--------|---|-----|-----|---|--|
| プロセス技術 | ○ | ○~△ | △~× | △ | ◎...過剩 ○...適正 △...不十分 ×...不足 ---...ユーザ |
| 用途開発技術 | ◎ | ◎ | — | — | |

当然、このような配置では生産プロセスの健全な開発は期待できない。平均的な日本の化学企業の現在改善を要する問題の一つとなっている。

5.1.5 有機化工廠の研究開発体制の改善策

(1) 研究体制と資源配分（将来の方向）

有機化工廠の技術開発科は、職務分掌により研究開発機能を持っている。市場経済下では、研究開発力が企業の将来を左右するほど極めて重要な部門と考えられる。その点、現状は要員体制および研究設備など十分でない。将来、製品の高付加価値化を指向するとすれば、早急に体制の強化が必要と考える。

このような結果は、むしろ、中国の化学企業全般に共通する問題とも考えられるが、企業の全従業員に占めるR&D研究開発要員の比率が低い。現状は、725人中14人で2%弱となっている。有機化工廠規模の適正要員を250人と仮定しても6%弱である。日本の例では、化学の業種にもよるが20%前後であり、それに較べかなり低い。また、売上高に占める研

究費も日本では4～9%であるが中国は1%前後である。

技術要員の配置を表VI-26の構成で想定すると次の表VI-28ようになる。前記の日本と比較してみると大きな差がある。

表VI-28 中国企業（有機化工廠）の技術要員配置

| | R | D | E | P | |
|--------|---|---|-----|---|---|
| プロセス技術 | × | △ | △～× | △ | ◎・・・過剰 ○・・・適正 △・・・不十分 ×・・・不足 —・・・ユーザー |
| 用途開発技術 | × | × | — | — | |

このような結果については、従来の国の指導方針による影響が強いと考えられる。中堅国企業は、研究開発については国及び省の国立の研究院、設計院に依存してきた経緯があるので、もともと、十分な要員を抱えていない。経済開放後の制度の変革から、依頼側の経済的負担が多くなっているため、協力関係は続いているものの依存程度が経費予算や規模に左右される傾向があると推測される。

従って、将来的には、企業として自立するために、困難があるとしても、自社の組織内に研究所をもち市場の変化及び要求に迅速に対応できる体制を確立する必要がある。

(2) 研究要員および研究設備の増強

一般に、研究要員の数については、傾向としてフェノール樹脂、成形品、アルキルフェノール樹脂などの樹脂製品関係はグレード開発、市場開発、品質改良に多くの研究要員を必要とする。一方、ホルマリンなどの化成品関係の研究要員は相対的に少なくともよいが、触媒や添加剤の研究の外に省エネルギー、省力、省資源が永続的な研究テーマとして存在し企業収益に直接影響するので重視しなければならない。

有機化工廠の場合は樹脂製品が多いので、研究要員の比率が高い企業業種に属する。従って、要員については現状の3倍前後を目途に増員計画を検討する必要がある。

研究設備はユーザーサービスの強化、新グレードの開発を考慮すれば、相当の研究設備を補充する必要があると考える。成形材料試験機、赤外線吸収スペクトロメータ、蛍光X線分析計などの導入が必要になる。

仮に、プロセスの技術導入をした場合でも、以後の競争優位を維持するためには、その製品の研究要員と、ある程度の研究設備をもつ必要がある。経済上の理由から、時間がかか

る場合は、研究院の協力を要請することも一案であろう。

(3) 技術情報の収集その他

1)特許検索による情報や国内他社や海外の技術情報もさらに積極的に収集する必要がある。研究員の育成と技術レベルの向上のためには関係学会への参加なども計画的に必要なになる。技術情報の入手については、現在のところ早急な実施は経済的にも困難と考えられるので、当面、集団会社の技術センターや研究院・設計院の力を借りるなど応急の対策が必要と考える。

2)研究の奨励金制度は開発が成功すると3年間販売純利益の10%を支払うことになっているが、化学研究テーマのもつ性格から、個人またはグループの適正な研究成果の評価は極めて難しい。従って、制度の効能・効果を再検討すべきであろう。

3)現状組織では技術開発科は生産部に所属している。仕事の流れや効率を考慮すると一体の方が便利であるが、これまで述べてきたように、職務の性格と責任が異なるので、将来は分離独立させるべきであろう。むしろ技術改造科と同じ部門とし部門内の別管理でまとめる方がR & Eとしての研究成果が期待できる。

4)技術改造科は、本来エンジニアリング部門とし化学工学を中心とした要素技術も担当すべきであるが、現状はプロジェクトの設計建設が主力の業務となっている。従って、この機能は当分、技術開発科で行うのが適当であり効率的とも考えられる。

設計に必要な各要素技術の専門家を抱えることは、要員が多くなるので、一般的には、プロジェクトやプロセス改良等で必要なときに、必要な技術機能について設計院の協力を得るのがよいと考える。ただし要素技術に関してもプロセスの核になる技術、例えばホルマリンの吸収や蒸留などについては有機化工廠内で専門家を養成することが望ましい。

5.2 販売管理

市場経済下で、販売部門の企業収益に果たす役割は、技術開発部門、生産部門とともに極めて大きい。その理由は、一般に計画経済体制のもとでは、計画を上回って経済が順調に発展すれば、当然、市場では必ず製品の量が逼迫し、少々品質がよくななくても売り手市場

となり、売り買いの関係は売り手が強く、結果として、買い手(顧客)の側から車を準備し製品を引き取りにいくのが慣習となる。現にその慣習がいまだに相当残っている。従って、販売活動の強化や製品品質の改良を求める市場からの刺激は少ない。また、従来は、国との取り決めで適正な利潤が考慮され、販売価格が設定される仕組みになっていたので、日常、特にコストを下げる要求も刺激も少ない。買い手が製品を選択する余地がほとんど無かった。市場経済のもとでは、逆転して買い手が製品を選択する立場になる。従って、売り手(供給者)側が「よい製品を安く」供給することが競争になる。しかし、販売部門はできるだけ自社の製品をより高く売り、企業の利益を多くすることが職務上の重要な役目となる。従って、販売部門は販売価格をいかに高く設定できるかについて、他社の製品品質、価格に関する情報を迅速かつ的確に把握すると同時に生産部門及び技術開発部門に連絡し、常に他社を上回る優れた製品を市場に供給できるようにし、価格維持にたえず努力する必要がある。そのためには；

(1) 有機化工廠では、いち早く販売部門の要員を計画経済時代の 4名から現在21名に増員し対応してきている。販売情報収集力のさらなる強化と、今後、樹脂の新グレードの拡販やクレーム処理などを考慮すると現状のさらなる増員が必要と考える。とりあえず樹脂の市場開拓や拡販に必要な要員を増強すべきではなかろうか。

(2) 三角債の存在が、企業の生産活動にも支障をきたしていると考えられる。販売製品の売掛金回収については、96年から清欠弁が正式組織として、改善に努力中であり、その実績があがりつつある。しかし、一方、そのために売り上げ予算が未達の理由になっているので、収支改善には三角債の早期解決が望まれる。

(3) 販売先訪問調査では、客先との信頼関係は良好でクレームもほとんど無いようであるが、現状は、客先の技術レベルもそう高くないように思われるので、将来、競合他社との競争に打ち勝って、拡販をするためには、現状に満足せず品質改良に注力すべきである。むしろ、必要と思われたら積極的に技術員を派遣し客先の計画や品質要望に協力し、技術指導を行うことがよいと考える。

(4) 競争が激しくなり、かつ需要が増大すれば、製品は供給者が客先に持ち込むことになることを想定した物流対策を調達部門とともに検討すべきであろう。

5.3 調達管理

市場経済のもとでは、調達科の要員は、組織上、外部に対し多くの資金を使用する絶大な権限が与えられている。それだけに購入先との、なれ合い、癒着などの無いように常に購入に際しては公正かつ公平で清潔でなければならない。業務運営と管理の大切なところである。そのためには；

(1) 調達部門の組織および業務に就いては、特に大きな問題はないが、調達業務が、

- ①調達科(原材料・燃料)、
- ②設備科(設備備品・工具・消耗品)、
- ③技術改造科(電気材料・工事材料)

の3部門で行われており複雑になっているので一元化し有利購買を促進すべきであろう。

(2) 購入原材料の品質については、国家規格を満足しているにとどまらず、研究開発部門および生産部門と協議して、更なる品質の向上を要請または要求すべきであろう。少なくとも海外輸入品の動向に注目し同等な品質が得られるよう努力すべきである。

(3) 購入先は特定の会社に偏らず、できるものは競争見積もりを実施し、有利購買を積極的に進めべきである。ただし、競争見積もりを行うときは、しっかりした条件を記載した見積仕様書をつくるのが前提になる。

(4) 中国では購入者側が購入品を引き取りに行くのが計画経済体制からの慣習になっているが、市場経済下では供給者が輸送費を負担し納入するのが一般常識になっている。将来の方向として輸送機器の手配などは、逆のケースになる販売部門とともに検討しておくべきであろう。もちろん、その場合の輸送コストは製品価格に折り込まれている。

(5) 他社情報を最も入手しやすい部門であるので積極的に収集し、例えば、他社の増設予定、他社の購入機材、助剤の種類、購入価格などを関係部門へ情報として伝達し「競争力のある製品コストと品質」の目標設定とその維持に協力すべきであろう。

5.4 在庫管理

在庫管理に関しては、組織、入出庫管理、業務の流れ、在庫数量、在庫管理など、特に大きな問題はないが、更に要員の合理化の余地があると判断される。

5.5 工程管理 (=生産管理)

技術系生産会社である有機化工廠では「競争力のある製品コストと品質」を実現するうえで、組織管理上、もっとも、しっかりした体制と運営を求められる部門が生産管理である。この部門で注意を要することは、車間の生産活動を指示、監督、管理することよりも、いかに車間が安全かつ安定に操業ができるかを支援し、その上で、いかによい製品を低コストで生産できるかについて、工場の各部・科の力を車間に集中させることが、最も重要な業務であると認識することが重要である。その結果として「競争力のある製品」が生産されるのである。そのためには、常に現場(車間)と一体でなければならない。現場から遊離してはよい生産管理はできない。現場をよく見れば何が問題かが分かるはずである。

例えば、今回、調査の対象になったホルマリン及びフェノール樹脂の、ここ2～3年の生産計画と実績の間には20～30%の大きな差がある。その主たる原因は、ホルマリンは能力の設定と稼働率に問題があり、フェノール樹脂は製品品質に問題があると考えられるが、その対策が十分行われていない。車間の実体を把握しないで車間から送られてくる数値の管理やその形式的な検討会であってはならない。また、ホルマリン車間の昨年(96年)の停止回数は38回であるが、連続運転の化成品プラントとしては異常に高い、この原因の解析およびその対策についても、十分な成果が上がっていないと判断される。

現に、今回のホルマリン車間の能力増強の検討にあたっては、1994年に約一週間行われた能力テスト(瞬間生産量45トン/日)の当時の運転データが十分得られてない。また現車間のプロセス計器の記録計が故障しているものが多い。このようでは、プロセスの解析や検討の手段が少ない。生産管理とは何か、合理化とはどう進めるかについて、原点に立ち返り考え直す必要がある。

このように業務成果が上がらない原因の一つには、有機化工廠の職務分掌が細分化され分掌としては完備しているが、縦割り組織となり関係部科間の連携がよくなく、職務機能が十分発揮されにくいと判断される。この工場規模としては、業務はもう少し一元化し仕事と責任の守備範囲を広くし効率化を求めた方がよいと判断される。

合理化を促進するために生産管理および技術検討に必要なOA機器類（パーソナルコンピュータ、ワードプロセッサ等）の設備を積極的に導入すべきであろう。グループ内の説明にはOHPプロジェクターの使用や資料のコピーをもっと活用すべきである。

生産計画の立案や生産実績管理はよく行われており、大きな問題はない。

以下、化学プラントの生産管理について、今後の近代化の目標として重要になると考える事項に関し述べる。

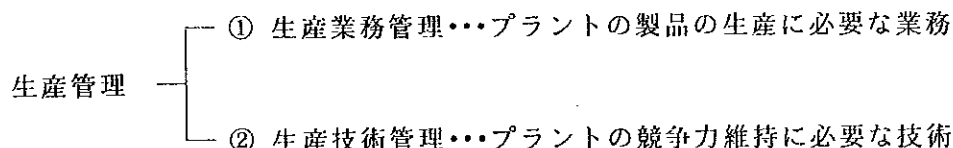
5.5.1 化学プラントの生産管理

一般に、技術系生産会社で企業経営上、重要な部門は、生産部門、販売部門、研究開発部門の3部門であることは既述してきたが、この3部門のなかで、もっとも運営が難しいのが生産部門である。一般に、化学プラントは、通常、危険物に相当する原料・助剤を大量に使用し、大量のエネルギーを消費し、高温・高圧など危険な条件のもとで製品が生産されるケースが多いからである。従って、火災・爆発や人災などの可能性が常に存在している。そのような条件下で、安全運転と安定操業が求められるので、ややもすれば、保守的な考えや行動になりやすい。しかし、一方、競合他社より優位なコストと品質を達成するためには、常に合理化に挑戦することが求められる。これらを実現するためには、工場の関係部門の支援が車間に集中され、車間が積極的な行動がとれるような雰囲気と組織と運営が不可欠である。

以上のように生産管理は、工場の近代化に重要な役割を担っているので、「競争力のある製品コストと品質」を維持するために必要な化学工場の生産管理(=工程管理)の考え方について詳述する。

(1) 化学プラントの生産業務と生産技術

技術系企業の生産管理では、日常の生産計画に定められた生産業務の遂行とともに、それを技術的に高度に維持するため専門的な生産技術の支援が必要になる。



生産部門が「競争力のあるコストと品質」を維持するためには、両者のバランスのとれた

運営と管理が大切である。時として、生産現場では日常定形的な生産業務のみが行われているケースも多い。それでは競争優位を確保することは難しい。従って、生産業務の内容を体系的に分類し、業務を遂行する上で技術に関連した部分を明確にし、かつ具体的に目標設定ができるようにすることが大切である。また目標設定されたテーマを実施するために必要な種々の専門的な要素技術を明確にしておくことも極めて重要である。以下、生産管理における生産業務と生産技術について解説する。

(2) 生産業務について

生産業務は、企業内の組織に従い職制に与えられた生産を遂行するのに必要な業務機能で一般に下記の業務機能からなる。

- ① 生産業務
 - ライン的業務として運転管理、保安全管理、労務管理、庶務
 - スタッフ的業務として合理化、品質向上、原価、保安・環境

各項目についてさらに具体的な詳細事例を体系的に取り纏めたのが表VI-29「化学プラントの生産業務」である。また、表VI-30「化学プラントの運転操作」は運転管理や運転員の教育のために必要な各種機器および単位操作例や必要資格などを体系化したものである。日本の石油化学を対象として作成されているが、考え方は化学プラントでも同様である。一般に生産業務は組織で運営される。その業務機能の中で、合理化や品質向上については、主として研究開発部門の支援を受け、また運転、保全、保安・環境については、主としてエンジニアリング部門の支援を受けるのが一般的である。従って、生産管理部門が支援を受けやすくするため、研究部門とエンジニアリング部門のもっている技術機能を整理して、必要な生産要素技術の大系を構築する必要がある。

(3) 生産技術について

生産技術は、上述の生産業務機能をより円滑にかつ高度の成果を発揮し、製品のコスト、品質等の競争優位を維持するために必要な技術で、下記のプロセス構築技術と専門の生産要素技術により構成される。

- ② 生産技術
 - プロセス構築技術・・・化学工学(プロセスエンジニア)
 - 生産要素技術・・・化学反応、化学工学、分析、機械、計装・制御・システム、電機、土建、安全・環境・化学品安全工学

表VI-29 化学プラントの生産業務

| ラ イ ン 的 業 務 | | ス タ ッ プ 的 業 務 | | | | |
|---|---|--|---|--|--|---|
| A. 生産管理 | B. 保全管理 | C. 労務管理 | D. 庶務 | | | |
| <p>運転に伴う計画調整及び原料補助品質管理 予算実績管理</p> <p>1. 運転管理 運転状況全般の管理 運転指示書作成・実施 トラブルの調査・対策 各種トラブル計画・実施 各種トラブル作成 SOP作成改訂の立案</p> <p>2. 生産管理 生産予算月報 生産実績・解析 各種レポート 税務資料</p> <p>3. 品質管理 工程製品品質管理 品質レポート</p> <p>4. 在庫管理 製品の在庫・出荷管理 原料・補助剤の購入 潤滑油・消耗品の購入 梱卸し</p> <p>5. 原価管理 生産実績の解析 原価の予実対比</p> <p>6. 環境規制項目管理 排水 大気・臭気 振動・騒音</p> <p>7. その他</p> | <p>プラントを安全運転するための保全計画の立案と実施 予算計画とその管理</p> <p>1. 保全計画 プラントの長期保全方針企画 定期点検周期検討 安全装置定期点検 劣化対策検討 長期保全費投資計画</p> <p>2. 経費管理 予算作成実績 発券実績まとめ 発注業務 各種仕様書作成 レポートとの折衝</p> <p>3. 安全管理 安全衛生委員会 安全衛生報告・現認 交通安全報告・現認 防災報告・現認 現認書</p> <p>4. 熱協会、親睦会 現場班長懇談会 職内親睦会 各種連絡会</p> <p>5. その他 改善提案委員 住所録改訂710- 緊急連絡系統作成 消防班員選任</p> <p>6. 定修工程作成 工専項目(内容)検討立案 定修体制立案 官庁検査手続きと対応 関係先への連絡・事前了解 材料・工事仕様書作成・発注 工事指示書・要領書作成 定修報告書・反省事項作成</p> <p>8. その他、検討事項 材質腐蝕対策等 トラブル対策</p> | <p>課内の庶務事項及び庶務他部門との調整</p> <p>1. 特例事項</p> <p>2. 技術情報管理 技術検討会 特許関係手続 対外メール窓口</p> <p>3. 庶務 実習生教育 見学者対応 労務協賛料作成 各種OR作成 マイリポート</p> <p>4. 資産管理 資産台帳、梱卸 資産処分、手続</p> <p>5. 内部監査 ドキュメント整備</p> <p>6. MAN-BOUR管理 解析</p> <p>7. その他 各種資格試験 QA</p> | <p>技術への向上・解析 省資源・省力・省力 能力向上・改訂計画</p> <p>1. 能力増強対策 原単位向上検討 稼働率777 ロードマップ計画・実施 マネジメント調査対策</p> <p>2. プロセス合理化 最適運転条件検討 原料・補助剤・用資の 転換・多様化検討 プロセス改善 副製品の付加価値 触媒の777の経済性</p> <p>3. プロセス解析等 物質・熱収支作成 解析 プロセスシミュレーション・最 適化(ガス、蒸気、 冷却水、他) プロセス解析作成 反応器解析作成</p> <p>4. 制御、生産管理高 度化 運転支援システム 高度制御(ACS、予 測制御、適応制御、 他)</p> <p>5. 生産システム 高度生産管理システム (PLC、CNC他)</p> <p>5. 1777マイニング</p> <p>6. 大巾改訂計画 再整備計画 S&B検討</p> | <p>品質企画 品質向上対策 クレーム対策</p> <p>1. 品質管理 品質データの解析 品質保証証書発行 運転員の教育資料 合格率の向上対策 運転条件相關把握</p> <p>2. 品質改良 品質動向の解析 他社品質の評価 社内調査対策 試作レポート</p> <p>3. 新グレード開発 新規製品開発 レポート試作計画 コスト試算</p> <p>4. プロセスの改良改善 レポート実施 改良提案</p> <p>5. その他 規格改訂</p> <p>7. その他 特許情報のチェック 改善提案検討 各種レポート 定業計画・実行 他社技術情報収集 基準書改訂</p> | <p>利益確保のための 業務方針の設定 競争力の評価</p> <p>1. 原価分析 原価予実対比作成 経費実績解析評価 生産実績解析評価</p> <p>2. 原価改善 原価目標設定</p> <p>3. 原価競争力 社内同種レポート・製品 他社同種レポート・製品 類似製品</p> <p>4. 情報収集 原料補助剤の価格動向 →原価への影響 他社情報 品質規格改訂による 原価把握</p> <p>5. 販売部門へのレポート 品質規格化提案 原料価格等による 原価悪化→値上げ</p> <p>6. その他 事業収益動向の把握</p> | <p>H. 保安・環境 安全 環境の確保 法規制対策及びフォロー</p> <p>1. 法規制対応と対策 高圧ガス取締法 消防法 労働安全衛生法 環境関係諸法規制 マシナリー防炎法</p> <p>2. クレーム(環境)対策 原因・対策</p> <p>3. 総合安全員直し</p> <p>4. 保安・環境技術の向上 爆発火災対策 地震対策 各種事故対策 災害情報収集 排出物減少検討 知照レポート作成 解析</p> <p>5. その他 安全対策起業 各種保護具の検討選定 緊急連絡系統 関係規則改訂710-訓練</p> |

表VI-30

化学プラントの運転操作

単一機器の操作 [単一機器類]

| | | |
|------|----------------------------|------------------------------|
| 圧縮機 | 1 往復(縦・横)対向1000kW(以上、未滿) | 41 ガソリンポンプ |
| | 2 遠心 1000kW(以上、未滿) | 42 バックフィルタ |
| | 3 回転(水平・垂直)ポンプ、振子、可動翼) | 43 ベンチリ-コグナ- |
| | 4 軸流 | 44 遠心分離機(バッチ、連続) |
| 原動力 | 5 フォワード | 45 バックローリ- |
| | 6 抽気背圧タービン 1000kW(以上、未滿) | 46 振動ふるい |
| | 7 復水(凝縮)タービン 1000kW(以上、未滿) | 47 フィラ-ブ |
| | 8 ディーゼル | 48 電気集じん器 |
| ポンプ | 9 遠心(うず巻、タービン) | 49 フィラ- |
| | 10 回転(水平・垂直) | 50 フロートタイプ |
| | 11 往復(水平・垂直)隔膜) | 51 |
| 押出機 | 12 特殊 | 52 空気計器(制御、インロー) |
| | 13 撚拌機 | 53 電子式計器() |
| | 14 押出機 | 54 D.C.C.S.制御 |
| | 15 連粒機 | 55 P.L.C.、P.C |
| 炉 | 16 炉型 | 56 P.H.計、S.O.計、NO.計、ガス計 |
| | 17 フィット型(水平型) | 57 M.F.R.測定用ガス計 |
| | 18 水平型 | 58 |
| | 19 バナ(液ガス) | 59 蒸発器 |
| | 20 流動層型乾燥機 | 60 フィラ-、インロー |
| 乾燥機 | 21 遠心乾燥機 | 61 バッチタイプ |
| 吸着機 | 22 ロータータイプ | 62 開閉器(しゃ断器、NFB、DS) |
| 吸着機 | 23 結晶槽(品析) | 63 制御器(フィードバック、特殊電動機制御盤、分電盤) |
| 吸収機 | 24 吸着塔(槽)(吸着剤充填) | 64 回転機(同期発電機、同期電動機、誘導電動機) |
| | 25 脱水塔(槽)(脱水剤充填) | 65 その他(インバータ-放送設備) |
| | 26 吸収塔(槽)、吸収酸化塔 | 66 |
| 反応器 | 27 回分式 | |
| | 28 連続式 | |
| | 29 連続式 | |
| 蒸留機 | 30 精留塔 | |
| | 31 充填塔・その他 | |
| 熱交換機 | 32 多管式(固定管板、浮頭型、U字管) | |
| | 33 二重管式 | |
| | 34 空冷熱交換機 | |
| | 35 ユニバーサル型 | |
| | 36 特殊型 | |
| 貯槽 | 37 常圧貯槽(低圧タイプ) | |
| | 38 高圧貯槽(球形、縦横) | |
| | 39 低温貯槽 | |
| | 40 フィラ-、インロー | |

ユニットの操作 [単一機器の集合]

| | |
|-----|-------------------|
| 蒸留機 | 1 減圧(真空)蒸留システム |
| | 2 常圧蒸留システム |
| | 3 高圧 " " |
| | 4 抽出 " " |
| | 5 共沸 " " |
| | 6 水蒸気 " " |
| | 7 再冷塔システム |
| | 8 冷水塔 " " |
| | 9 冷凍機 |
| | 10 油圧システム |
| その他 | 11 乾燥機システム |
| | 12 真空システム |
| | 13 N-メソ-ルシステム(汚濁) |
| | 14 ガラスタイプ |
| | 15 純水(粒交換装置) |
| | 16 |
| | 17 |
| | 18 |
| | 19 |
| | 20 |
| 分解 | 21 熱分解反応 |
| 重合 | 22 高圧(中)重合反応 |
| | 23 低圧(中)重合反応 |
| 酸化 | 24 熱重合反応 |
| | 25 自動酸化反応 |
| | 26 熱媒使用酸化反応 |
| 脱水機 | 27 熱媒使用脱水反応 |
| 水蒸気 | 28 熱媒使用脱水蒸気反応 |
| 精製 | 29 熱媒使用水蒸気反応 |
| 精製 | 30 熱媒使用7時中化反応 |
| 精製 | 31 熱媒使用7時中化反応 |
| 精製 | 32 縮合反応 |
| | 33 |
| | 34 |
| | 35 |
| | 36 |
| | 37 |
| | 38 |
| | 39 |
| | 40 |

プラントの運転操作 [ユニットの集合]

| | | |
|----|-------------|------------|
| 化学 | 1 フィラ- | 11 フィラ- |
| | 2 酸化フィラ- | 12 フィラ- |
| | 3 フィラ-タイプ | 13 フィラ- |
| | 4 フィラ- | 14 フィラ-タイプ |
| 成 | 5 芳香族 | 15 |
| | 6 フィラ-タイプ | 16 |
| | 7 高級フィラ- | 17 |
| | 8 フィラ-タイプ | 18 |
| | 9 | 19 |
| | 10 | 20 |
| 構 | 21 高圧法(タイプ) | 25 水平 |
| | 22 低圧法(タイプ) | 26 水平 |
| | 23 フィラ-タイプ | 27 |
| | 24 | 28 |
| | 29 タイプ | 38 空気分離 |
| | 30 CO 深合 | 39 フィラ- |
| | 31 水素精製 | 40 用水 |
| | 32 純水製造 | 41 排水処理 |
| | 33 発電受配電 | 42 産廃炉 |
| | 34 排脱 | 43 フィラ- |
| | 35 フィラ-タイプ | 44 |
| | 36 | 45 |
| | 37 | 46 |

各種作業員の資格

| | |
|----|-------------------------|
| 1 | 運転士 |
| 2 | 運転士 |
| 3 | 玉掛技能者 |
| 4 | 危険物取扱者(甲、乙、1、2、3、4、5、6) |
| 5 | 高圧ガス製造保安責任者(甲、乙、丙) |
| 6 | 高圧ガス技術士(特、1、2) |
| 7 | 化学設備第1種圧力容器取扱作業主任者 |
| 8 | 普通設備 |
| 9 | 酸素欠乏危険作業主任者 |
| 10 | 特定化学物質 |
| 11 | 有機溶剤物質 |
| 12 | 冷凍機械 |
| 13 | 特定高圧ガス |
| 14 | 高圧整備士 |

色んな流体の取り扱い

| | | |
|---|----------------------|---------------------------|
| 炭 | 1 H ₂ | 12 C ₄ 留分 |
| 水 | 2 C ₁ ~留分 | 13 C ₅ ~ " " |
| 酸 | 3 C ₂ " " | 14 C ₁₁ 以上 " " |
| 毒 | 4 CO・CO ₂ | 15 H ₂ F |
| 色 | 5 フィラ- | 16 (稀)硫酸 |
| 熱 | 6 1、2、3、4、5、6 類 | 17 |
| 媒 | 7 有機系 | 18 ST-S、熱水 |
| | 8 無機系 | 19 粒状 |
| | 9 粉体 | 20 腐食流体 |
| | 10 極低温流体 | 21 |
| | 11 フィラ- | 22 |

生産要素技術の各項目を大分類とし、さらに具体的に詳細に分類したのが前述している表 VI-24「化学プラントの生産要素技術」である。また化学プラント技術でプロセスエンジニアや工業化プロジェクトリーダーの育成は特に重要なので別途後述する。

以下、生産業務と生産技術のマネジメント (Management) について具体的に詳述する。

5.5.2 生産業務のマネジメント (Management)

ここではマネジメント上重要と考えられる事項についてのみ述べる。

(1) 生産理念と目標設定

生産理念の立案とその具体的遂行が重要になるが、一般的に生産業務は、定められた量を定められた期間に、定められた手法で生産するというルーティンワーク (Routine Work) のイメージが強く、ややもすると働く人々のモラル (Moral) が上がりにくい。従って、生産理念とか目標設定をして全体のベクトル (力の方向) を明確にすることが大切である。生産理念は、経営理念、安全理念のように全社的に共通したものでよい。例えば、安全第一、品質第二、生産第三、といった主旨をトップの生産に対する信念として示し、基本的な概念を一致させる。目標設定は、部、科、係、班などの単位で、それぞれの重点課題を一年間の努力目標としてスローガンのように設定する。例えば

| 部のスローガン | | 科のスローガン |
|----------------|---|--------------|
| ① 組織の強化と業務の効率化 | → | ① 作業BRの総合見直し |
| ② 個人の強化と職域の拡大 | → | ② 資格試験への挑戦 |
| ③ 技術力の強化 | → | ③ 技術力でコスト低減 |

部のスローガンを受けて、科はより具体的な項目で方向が一致するように設定する。これを毎年繰り返すことによりマンネリ化 (無気力化) を防止し、常に新しい目標に挑戦し全体のレベルの向上を図るようにする。

生産業務の合理化は、常に、①省資源 ②省エネルギー ③省人力 ④環境・保安が基本であり永続的に続ける。それぞれのテーマを具体的に設定し、継続することが大切である。

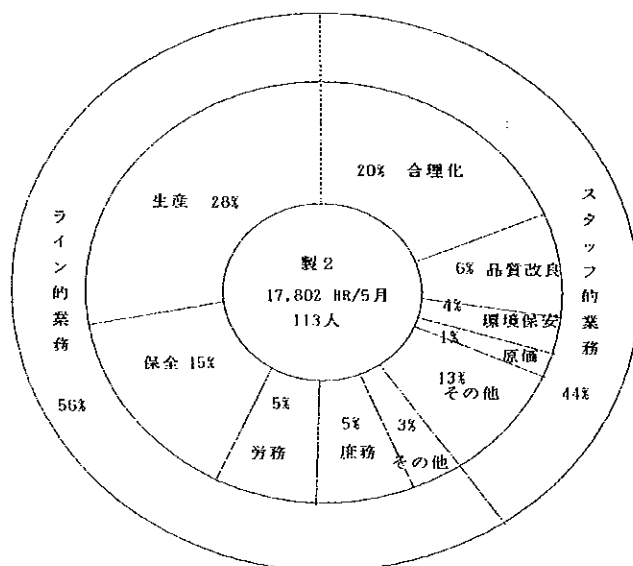
(2) 実行体制の明確化が基盤

生産業務を遂行するためには実行体制が必要になる。体制はグループの規模、構成要員、

職制上の守備範囲などにより変わってくる。ここでは日本の石油化学の例をあげる。大切なことは、予め生産業務を体系的かつ具体的に必要な仕事を構築し、それに従った組織と個人の運営を行うことである。即ち要員である個人の仕事と全体の組織の運営が明確に分かるようにすることである。そうすれば個人の行動が活発になれば、全体の組織が活発になり効率的に効果が期待できる。また計画的な教育もしやすい。

一般に、日常の生産業務遂行に必要な具体的な仕事の例は表VI-29に示した。日本では規制緩和などの社会環境の変化とともに、従来主流であったグループイズム(集団主義)による運営から、個人の自己管理を中心とした運営に移りつつあると考える。従って、業務管理の面から、個人の自己管理による能力向上とともに業務全体の関係を明確にし、常に全体の力の配分を把握できるようにすることが大切である。表VI-29の業務分類に基づいて、自己管理した個人のデータを集計し部全体のMH(マンアワー)配分を明確にした実例を図VI-13に示す。組織と個人の業務を明確化し全体の業務を把握し、現状を解析し、方針を策定・実施することにより、はじめて科学的な生産管理ができるのである。

図VI-13 製造部 Man-Hour 月報解析(例)



5月度 製2・MAN-HOUR月報

対象人員：係長以下～3級職以上の日勤スタッフ

総労働時間：17,802 時間/5月度-113人

うち時間外：1,015 時間/5月度-113人

(3) 情報の伝達体制

組織の運営には、情報の授受が必要になる。ここでは生産管理上必要と思われるものについて概説する。

1) 会議体について

組織の運営上、意志決定、討議、伝達事項などを適切に行うために会議体をもつが、生産会社では人件費を固定費として原価計算をしている例が多いので、マンアワー(MH)の感覚が薄く会議時間が延びがちなる。変動費と考え例えば一人20元/時間(考え方は個人の年間総収入を稼働時間で割った値の3~4倍)で出席者の数と時間で計算すれば驚くほどのコストになっているのが理解できるだろう。主催者は常に付加価値生産性の向上の観点から、会議はできるだけ必要最小限にとどめる努力が大切である。会議の時間は、発表会などの特殊なものを除いては、通常1.5時間以内が望ましく、少なくとも2.0時間以内とし、その範囲で終了するように努力することが大切である。その気になれば、意外と効率良く合理化できるものである。また、各会議の目的、討議事項、決定事項、主催責任者、司会者、出席者範囲、代理者の要否、時期、時間等を明確に予め決定しておくべきである。

2) 報告・指示・連絡について

生産管理上重要なものに報告・指示・連絡がある。定期的なものと書式の決まっているものは比較的問題はないが、不定期なもので特に緊急時に口頭で行われるものについては、事前に報告要領書を作成し、予測される事例をできるだけ多く示すべきである。上位者の交代などで程度に差が予想される場合は、報告要領書を上位者の考えや判断に合うように改訂することにする。面倒でもこの手続きをすることにより下位者は判断が迅速かつ的確になり全体の効率向上に寄与する。

特に火災爆発事故、環境問題などは社外への連絡にタイミングを失すると問題がこじれるケースが多いので、夜間の想定も含め上位の管理者は予め事例集を詳細に規定し、判断を誤らないように下位者を指導することが重要である。

また、一般に定常的な報告書は報告者、報告書形式、内容、提出先、連絡先ルート、報告時期などを明確かつ適切に規定することが生産管理の第一歩であると考えらるべきであろう。報告書は重要書類になるので必ず同一ファイルにし蓄積できるようにする。

3) CIMの構築

CIM(Computer Integrated Manufacturing)はコンピュータを中心に情報処理技術を利用

用して、生産に関連した各種の情報や解析を即時かつ統合的に行うものである。一般に、その範囲は広く受注から製品の出荷までカバーしている。プロセス型産業では組立産業に比し、その適応がかなり遅れている。

その理由の一つは、既述したように化学の特性からプロセスが複雑で、数学的モデルの作成が技術的に困難なことが考えられる。従って、プロセス型産業でC I Mを構築するためにはプロセスを熟知したプロセスエンジニアが必要になる。場合によっては、その養成から始めることも必要であろう。C I Mはいずれにしても生産管理、即ち上述の生産業務と生産技術がよく整理・運営されて、はじめて達成されるものである。「コンピュータより人の教育・協力が先」である。

(4) 教育訓練・人材養成

最近の技術の進歩はコンピュータを中心に正に革命的である。生産部門ではC I M(Computer Integrated Manufacturing)の構築、C A E(Computer Aided Engineering)による技術支援、ドキュメント作成技術などが進み、また、制御形式でも空気式からデジタル制御(D D C)、分散制御(D C S)、制御室の統合、無人化まで複雑化の傾向にある。これに対応するため、運転員の教育やプロセス解析・改良に必要なC A Eソフト応用のためスタッフ(技術検討要員)の養成など急速な対応を迫られている。要員の教育訓練と人材養成は極めて重要な課題になっている。教育訓練にはOJT(On the Job Training)とOFF-JTがあるので実行計画と十分な予算が必要になる。

(5) 原価解析と合理化テーマ

生産プラントが競争優位を保つためには、常に自社製品の原価構成を的確に把握し解析ができなければならない。一般に原価は、変動費と固定費に分類されるが、製品が売れて100%稼働時であれば固定費負担の軽減を目標に能力増強の検討が効果的であり、製品量が定常的であれば変動費低減を狙った省エネルギー、省資源、省力などの検討が効果的である。従って、コスト解析からコスト低減の全体の目標設定を行い、合理化テーマを集計し、その所要経費の積算と必要マンアワーを算出し、スケジュールを勘案しながら手持ちの要員を前提に経済効果の良い順に実施するようにする。原価解析は効率的かつ効果的な合理化を進めるうえで欠かすことができない。

(6) 火災・爆発事故について

残念ながら確率的に言えば、化学プラントの火災・爆発を0にすることはできない(努力目

標とは別)。今日にも起こる可能性がある。現場の担当者が一番つらいのは事故が起きたときである。そのような時に上位者の「安全に注意しろといつも言ってるではないか・・・」

「そんな弛んだ指示をしているのか・・・」「そんなことに気がつかなかったのか・・・」等々はよほど自信がない限り禁句である。事後、関係者を集め「原因は・・・」「対策は・・・」とテキパキした事情聴取と適切な指示を与えるが、事後では何とでもいえる。事故を起こした当事者は落ち度が自分にあるので何をいわれてもじーっと耐えるしかない。しかし善良な当事者であれば適切な防止策を知っているし、責任を人一倍感じている筈である。当然、大事故の前後は瞬時の判断や迅速な行動が必要になる。「頭で理解している」と「体で行動できる」とには大差がある。このようなことに気がつかない上位者も多いのではなからうか。リーダーは事態に対処する姿勢が大切になる。

表VI-30に記載の単一機器類やユニットオペレーション(単位操作)の数を考えれば、小トラブルは日常起きていても不思議ではない。大事故は小トラブルや連絡ミスや気象条件が不運にも3~4つ重なって起こることが多い。それが重ならないようにする対策と、さらにチェックを一つ入れ事故の起こる確率を小さくする指導が大切である。万が一、大事故が発生した時は「解決は必ずできる」の信念のもとに真正面から全力をあげて取り組むことである。現場ではそれに耐えてはじめて他部門では得られない逞しさと自信が生まれるのである。

(7) 庶務その他

特に重要と思われるのがファイリングの仕組み、改訂ルールとそのフォローである。責任者を決め必ず実行するようにする。わずらわしいように思えるが、もし不確実になると全員の仕事が非効率になるばかりでなく、全く無駄な仕事を重複してすることになる。特に技術改良の技術検討書をはじめ過去のデータの積み重ねが重要と思われる書類に関しては、確実にファイルし全員が分かるような蓄積の仕組みを考えるべきである。最近、ISO 9000、14000に対応するためドキュメントやファイリングに対する関心が高まっている。

5.5.3 生産技術のマネジメント (Management)

生産技術を議論するに際して、前述したごとくコンピュータの支援なしには成り立たなくなっている。新しい生産プロセスの解析手法で幅広く適応性のある概念としては、CAE (Computer Aided Engineering)がある。その実施のためには、技術管理全般にたいする体系化の立案が必要となる。しかし、CAEはあくまで生産性の向上に寄与する手段であるとの認識が大切であろう。CAEの有効な活用のためには生産業務グループと生産技術グ

ループ間の連携が重要になる。生産技術のマネジメント上の課題を述べる。

(1) 生産技術力の向上

1) 生産要素技術を中心としたマトリックス組織の設定

製品を生産するプロセスの種類により保有要素技術が異なるので、プロセスが複数になれば製品(プロセス)を縦軸に生産要素技術を横軸にマトリックス的に整理すれば、共通する単位要素技術が明確になり投入技術要員数を効果的かつ的確に判断することができる。

2) プロセスエンジニアの養成とプロセス解析

化学の生産プラントは自動車や家電など組立産業のそれとはプロセス構築の手法が異なり特別な配慮が必要になる。それは、リアクション(化学反応)とユニットオペレーション(単位操作および要素技術)の複数の組み合わせで、それが原料や製品および反応や触媒の進化により限りなく変化するからである。従って、プロセス構築や改良には経験を積んだプロセスエンジニアを必要とする。プロセス開発重視の米国ではプロセスエンジニアは他の技術者より10~30%も給料が高いことから、この機能と職種の重要性が理解できる。

プロセスエンジニアの大きな特徴は「プロセスを幾つかの処理できる大きさの要素部分(ユニットオペレーション)に体系的に分類し、その個々の要素を、相互関連に配慮しつつ実用上差し支えない範囲で完成させ、最終的に各要素部分を全体として、最も効率的かつ効果的にまとめた生産プラントにする最適化手法」をもっていることである。化学工学専攻のケミカルエンジニアがプロセスの解析に当たるのが望ましいが化学か機械専攻のエンジニアでも十分できる筈である。

プロセスエンジニアが取り上げるべきテーマの事例は表VI-29の合理化の項に記載してある。性格上プロセスエンジニアは現場に直接配属する方が良いが、技術グループなどに所属する場合でも現場に常駐してプロセス解析などを行うのが望ましい。「現場を見れば、なにが問題かが分かる」筈である。また、プロセスエンジニアはプロセスの解析と同時に関係技術部門、特に研究開発部門とのコーディネーションも重要な役目になってくる。

3) 生産要素技術の機能強化とキーマン制度

よほど企業に体力がないと表VI-25の生産要素技術の各グループを専門組織として単独にもつ余裕はない。企業規模や組織にもよるが、要員は一般に生産管理部門と研究開発部門とエンジニアリング部門に分散して配置されている。その力を結集するためには横断的な

マトリックス型グループを組織し、表VI-25の大分類または中分類ごとにキーマン（中心になる人）またはコーディネーター（調整者）を任命し、グループに参加した要員の技術力向上を指導し、また全社の関連技術データを集中・蓄積し技術機能のレベルアップに努力する。キーマンの活動は、職制上発令された明確な立場ではあるが、生産業務のようなラインの組織では無いので行動範囲はある程度制約されることになる。しかし上位者が技術力重視の姿勢を示すことによりバックアップすれば順調に活動することができるであろう。キーマンのもとに集合するのは月に一度2～3時間程度で、あとは自己管理による努力で十分成果が期待できるであろう。

また、重要なことは継続させることで、社内や学会で成果発表のチャンスを与え評価や表彰を考慮する。成果は、必ずドキュメントとして技術蓄積をすれば後進者の参考になり、また積み重ねにより、より高度な技術に挑戦することが容易になる。また、学会参加費、大学との交際費などを配慮すればより活発な行動が期待できるであろう。

4) 工業化プロジェクトリーダーの養成

国際競争力を維持しようとするならば、今後、研究開発部門の成果をプラントに適用するケースや革新改良プロセスの新設も予想される。やや大がかりのJob(纏まった仕事)になれば工業化を決定する前後でプロジェクトチームを結成しJobのスムーズな進行をはかることになる。プロジェクトリーダーには工業化を成功させる重大な責務がある。日本では年功や長幼により選出されるケースが多いが、プロジェクトリーダーにも当然求められる資質・素養と経験が必要になるので若いうちから必要な職場を体験させ養成することが望ましい。リーダーはプロジェクトの全体を把握し、さらに ①コスト ②スケジュール ③品質について先を読むカン(勘)が必要になる。そのためには実務経験は必須条件となる。表VI-25、表VI-29、表VI-30やエンジニアリングについて少なくとも一部経験を積み、業務内容を熟知していることが必要である。ネットワーク組織をコーディネートするためにサービス精神やパートナー精神が必要で、相当の激務に耐える体力も必要になる。プロセス工業化の成否はプロジェクトリーダーの能力・資質・情熱に負うところが大きい。現場経験のある上述したプロセスエンジニアの中から養成するのがよい方法であろう。

(2) 現状技術の調査・分析・評価

自社の生産技術レベルが競合他社の技術に比べてどの程度の競争力をもち、どのような位置づけにあるかを認識することが、技術管理の第一歩である。その分析結果として、どの生産プロセスや要素技術の機能を自社内で強化するか、また外部から補強するかなどの戦

略を自ずから決定する。競合他社の技術は、一般には、特許、公開文献、専門誌、機器メーカー、ユーザーなどの限られた情報から全体を推定しコスト推算や品質評価を行う。自社の現状技術力の評価は、生産プロセス技術の評価のみではなく生産技術を支援する技術を含めて行い、現状認識を統一して対策を考慮すべきである。例えば、企業技術(生産プロセス技術と用途開発技術)については経営的な判断をし、支援部門の技術については、自社と専門他社の協力を含めて対策を考慮する等、戦略方針を明確にすることが大切である。プロセスの評価項目としては、一般にコスト、品質、安全・環境、企画調査力、研究開発力、操業技術力、加工技術サービス力、周辺技術力等で全体の総合評価を行う。評価表の作成に当たっては、比較の対象や精度のランクなど前提を明確にし、評価者のバラツキをできるだけ小さくするよう配慮する。評価結果に基づき目標設定を行うが、これも自社の要員の資質、練度、数などから全体的に重要度のバランスを決定する。

(3) メンテナンス技術力の強化

生産技術におけるメンテナンスは、従来、故障機器の修理や更新のごとく、やや後追的に考えられてきたがPM(Preventive Maintenance)即ち予防保全の思想が定着し、さらに非破壊検査などの高精度診断技術の急速な進歩によりメンテナンスの概念が変わりつつある。メンテナンス不良によるプラント事故で長期間の操業停止や地域環境汚染にいたった例も少なくない。日本で行われている規制緩和の方向は、プラントの長期間稼働、定修期間短縮、定期修理の省略などの決定は企業の自己責任となり、収益上重要な経営判断になる。判断のためには、機器の信頼性、防蝕対策、診断技術、トラブルの原因解析力など高度の知識と経験の蓄積が必要になり技術力が企業の収益格差として現れることになる。メンテナンス部門は、一般に十分な研究体制をもっていないケースが多く、社外の専門メーカーを起用することになるが、それでも腐食などの問題点に関しては相当高いレベルの知識を有するか、理解できる能力をもつ必要がある。特に、この種の仕事は生産現場と同様、地味で長期にわたる継続が必要なので、社外活動や調査が十分できるように予算化し担当者のモラル(志気)の向上にも常に配慮する必要がある。

以上、工場近代化のための工程管理(=生産管理)について、主として日本の例を参考に述べてきた。中国の現状でも実施できる部分も多いと考えられるので、国際競争力の強化を大きな目標に一步一步前進し時間をかけて実現することを望みたい。