

中華人民共和國
工場(合肥化工廠)近代化計画
調査報告書
(要約)

1987年11月

国際協力事業団

工計鉦
● (3)
87 - 146



LIBRARY

JICA LIBRARY



1041715[2]

中華人民共和國
工場(合肥化工廠)近代化計画
調査報告書
(要約)

1987年11月

国際協力事業団

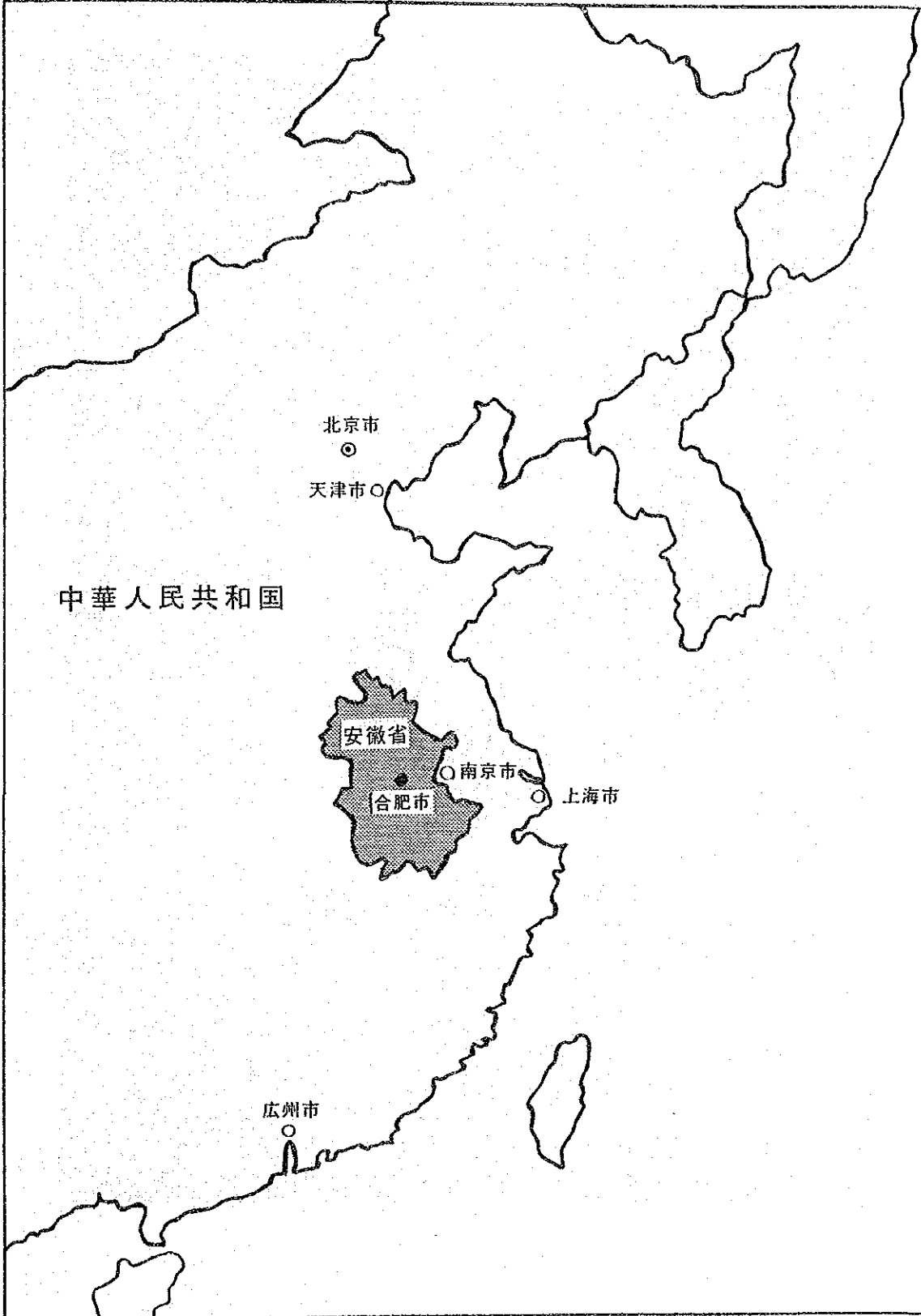
工計鉦

CR(3)

87-146

国際協力事業団		
受入 月日	'88. 3. 22	105
		68.8
登録No	17321	MPI

調查地区位置图





合肥化工廠ポリ塩化ビニル工場全景

目 次

序 章	(1)
1. 調査の背景	(1)
2. 調査の目的	(1)
3. 調査対象工場および対象製品	(1)
4. 調査の範囲と内容	(1)
5. 現地調査団の編成および日程	(3)
第1章 工場の概要	1
1.1 基本的事項	1
1.2 工場配置	7
1.3 製品および生産	8
1.4 組織および人員	8
1.5 対象製品と製品の品質	11
1.6 対象製品の生産および販売	11
第2章 生産工程の現状と問題点	15
2.1 製造設備の概要	15
2.2 運転概要と運転条件	21
2.3 製品の品質	22
2.4 製造成績とコスト	27
2.5 組織と人員	29
第3章 生産管理の現状と問題点	31
3.1 調達管理	31
3.2 在庫管理	31
3.3 工程管理	31
3.4 品質管理	32
3.5 設備管理	33
3.6 教育・訓練	34

第4章 工場近代化計画	35
4.1 近代化の背景と必要性	35
4.2 近代化の目標と考え方	35
4.3 生産工程の近代化計画	36
4.4 生産管理の近代化計画	66
4.5 近代化計画のスケジュール	72
4.6 近代化計画実施上の留意点	75
第5章 結論と勧告	77

序 章

1. 調査の背景

中華人民共和国は、1979年以來「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに経済調整を進めているが、86年に入り第7次5カ年計画を開始し、中国的特色をもつ新しい型の社会主義経済体制の確立のため企業の活性化に取り組んでいる。

かかる経済政策のもと、同国政府は西暦2000年までに工場生産を4倍に拡大することを計画し、計画達成の一環として既存工場の改造を強力に推進している。

これは同国の経済開発政策の中でも調整政策を強化する方向で打ち出されたもので、建設投資の縮小、均衡財政の実現を目指したものである。

このような背景のもとで、国際協力事業団は昭和56年以降同国の工場近代化計画に協力しており、60年度末までに36工場の診断を行ってきた。本件は昭和61年度案件として要請されたものである。

2. 調査の目的

本プロジェクトは、安徽省合肥市にある合肥化工廠において、ポリ塩化ビニル（PVC）製造設備の診断を行ない、その結果に基づき既存設備の利用に重点をおいて、プロセス技術のレベルアップを行ない、高品質で多種類のポリ塩化ビニルを生産するための工場近代化計画を策定するものである。

また、この調査実施期間中に合肥化工廠カウンターパートに対し調査手法などの技術移転も行なうものである。

3. 調査対象工場および対象製品

対象工場：合肥化工廠

対象製品：ポリ塩化ビニル

4. 調査の範囲と内容

調査は中国における現地調査と日本における国内作業より構成される。

4.1 現地調査

現地調査においては主として以下の業務を行なう。

- (1) 工場の概要調査
 - 1) 工場配置
 - 2) 製品および生産
 - 3) 製造設備
 - 4) 組織および人員
- (2) 生産工程調査
 - 1) アセチレン製造工程
 - a) 発生工程
 - b) 清浄工程
 - 2) 塩化ビニルモノマー製造工程
 - a) 塩化水素工程
 - b) 合成工程
 - c) 圧縮液化・蒸留工程
 - 3) ポリ塩化ビニル製造工程
 - a) 重合工程
 - b) 脱モノマー工程
 - c) 脱水工程
 - d) 乾燥工程
 - e) 袋詰・出荷工程
 - 4) その他
 - a) ユーティリティー設備
 - b) 検査設備
- (3) 生産管理調査
 - 1) 調達管理
 - 2) 在庫管理
 - 3) 工程管理
 - 4) 品質管理
 - 5) 製造・検査設備管理
 - 6) 教育・訓練
- (4) 中国側の工場近代化計画調査

4.2 国内作業

日本における国内作業においては、中国における現地調査の結果をふまえて、以下の項目により構成される報告書を取りまとめる。

- (1) 工場の概要
- (2) 生産工程の現状と問題点
- (3) 生産管理の現状と問題点
- (4) 工場近代化計画
 - 1) 計画の内容
 - 2) 実施スケジュール
 - 3) 近代化に要する経費
 - 4) 近代化計画実施上の留意点
- (5) 結論と勧告

5. 現地調査団の編成および日程

1987年1月16日付で中華人民共和国国家経済委員会と日本国国際協力事業団の間で締結された「中華人民共和国工場（合肥化工廠）近代化計画調査実施細則」に基づき、広田孝を団長とする調査団を組織し、1987年3月1日から3月21日までの21日間中国に派遣し現地調査を実施した。

現地調査団の編成および調査日程を表5-1および表5-2に示す。

表5-1 調査団の氏名と担当、業務内容

氏名	担当	業務内容
広田 孝	団長・総括	各業務の総括・責任、近代化計画立案・総合評価
山根 真治	生産管理	生産管理の調査、近代化計画立案
渡部 太郎	生産工程	生産工程の調査、近代化計画立案
原 吉博	工場概要・積算	工場概要・設備の調査、近代化費用積算

表5-2 現地調査日程

年月日	行程および調査内容
1987年3月1日	東京から上海へ移動
3月2日	上海から合肥へ移動
3月3日	合肥化工廠現地調査
↓	
3月17日	同上
3月18～19日	合肥から北京へ移動
3月20日	国家経済委員会・JICA北京事務所 日本大使館へ調査結果を報告
3月21日	北京から東京へ移動・帰国

第1章 工場の概要

1.1 基本的事項

(1) 工場所在地

安徽省合肥市東市区和平路1号、図1.1-1合肥市区図のように合肥市の東の郊外にあり、市の中心部より7キロメートルの距離で鉄道・道路・水路など交通は便利である。工場の南方2～3キロメートルの所を南淝川が流れ、巢湖・揚子江にも通じ500トンの船舶が航行できる。

(2) 監督官庁

中央部（省）	化学工業部（省）
省市區（局）または公司	安徽省石油化学工業庁
地市局	合肥市化工公司

(3) 創立

1957年創立、二つの工場が合併して現在に至っている。

苛性ソーダ・ポリ塩化ビニール工場は1965年から計画し、1973年から生産を開始した。

(4) 工場占有面積

47.7万平方メートル

(5) 年生産高

6300万元

(6) 固定資産高

6000万元

(7) 就業人員

3256名

(8) 所有権

全人民

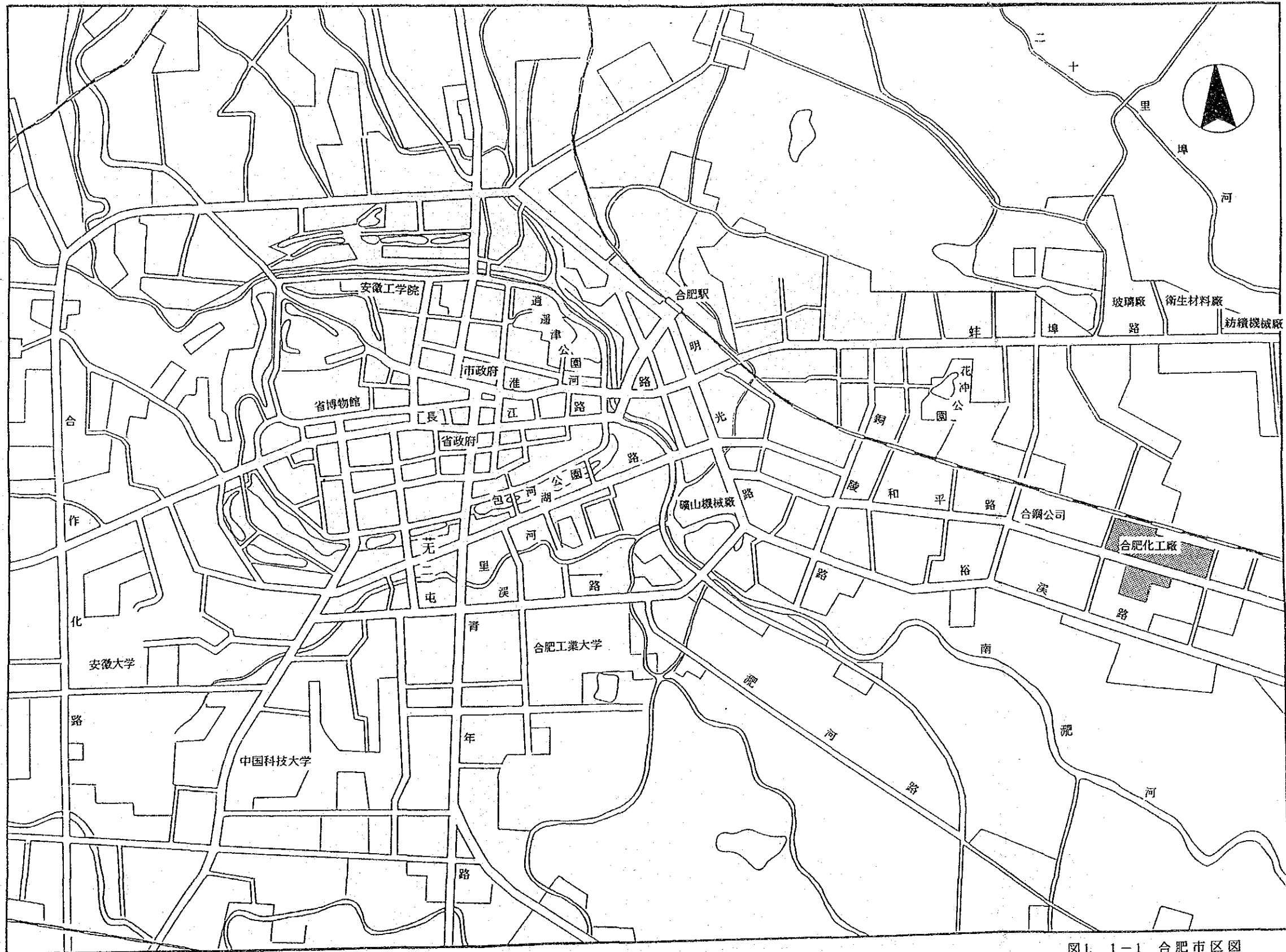


图1. 1-1 合肥市區圖

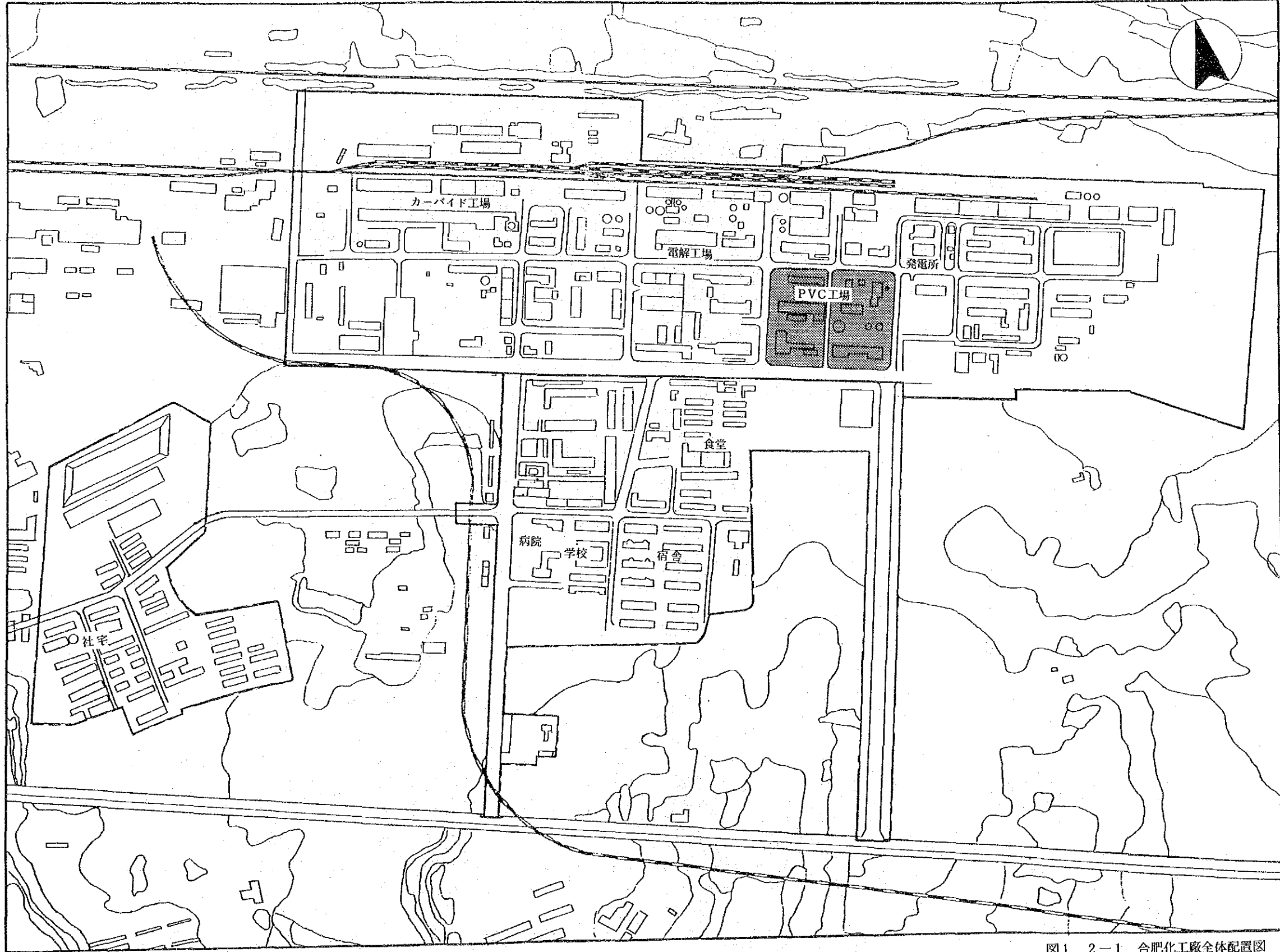


図1. 2-1 合肥化工廠全体配置図



1.2 工場配置

(1) 工場規模

工場占有面積 47.7 万平方メートル

工場建築面積 16.0 万平方メートル

専用鉄道 延 3 キロメートル

合肥化工廠全体配置図を図 1.2-1 に示す。

工場占有敷地の北側、全占有面積の約 6 割、東西約 1100 メートル、南北約 250～300 メートルの区域が生産地区であり、残りの約 4 割が生活地区で、従業員宿舎、病院および教育施設などの敷地に使用されている。

(2) ポリ塩化ビニル工場

ポリ塩化ビニル工場は、工場生産地区のほぼ中央東寄りに位置し、東西 150 メートル、南北 130 メートルの区域を占めている。

ポリ塩化ビニル工場の西側にカーバイド工場、電解工場があり、原料のカーバイド、水素および塩素をポリ塩化ビニル工場へ供給している。

ポリ塩化ビニル工場の各生産工程の主要建物を表 1.2-1 に示す。

表 1.2-1 ポリ塩化ビニル工場の主要建物

建物名称	構造・階数	延面積(m ²)
カーバイド倉庫	鉄筋コンクリート平家建	288
アセチレン発生工室	鉄筋コンクリート 4 階建	336
アセチレン清浄工室	鉄筋コンクリート平家建	284
塩酸合成工室	鉄筋コンクリート 4 階建	768
放散塔工室	鉄筋コンクリート 3 階建	420
モノマー合成工室	鉄筋コンクリート 1 部鉄骨 4 階建	1284
重合・乾燥工室	鉄筋コンクリート 3 階建	1068
増設重合工室	鉄骨 2 階建	310
重合操作室	鉄筋コンクリート 2 階建	108
製品倉庫	鉄筋コンクリート平家建	332
冷凍機室	鉄筋コンクリート平家建	302
ポンプ室	鉄筋コンクリート平家建	264

1.3 製品および生産

合肥化工廠で生産している主要製品と生産能力を表 1.3-1 に示す。

表 1.3-1 主要製品と生産能力

主要製品名	生産能力(トン/年)
カーバイド	27,000
苛性ソーダ	30,000
ポリ塩化ビニル	15,000
無水塩化鉄	3,000
ヒドロサルファイト	1,000
塩化亜鉛	500
セバシン	500
ナイロン	400

合肥化工廠は安徽省の重要企業で、経済効果のよい工場であり、品質管理面でも先進企業に選定されている。

ポリ塩化ビニルでは安徽省で最大の生産工場であり、省内に製品を供給するほか一部は省外にも出荷している。合肥化工廠正門を写真 1.3-1 に示す。

1.4 組織および人員

(1) 組織

合肥化工廠の組織を図 1.4-1 に示す。

工場長、党委員会書記のもとに 4 名の副工場長がおり、生産、建設、販売および経営に分れて担当し、それぞれの責任をもっている。そのほか総工師、総経済師および総会計師がそれぞれ、全工場の技術管理、経営管理および会計管理を総括している。

(2) 人員

合肥化工廠従業員総数は 3,256 名で、そのうち管理者 545 名、技術者 136 名、生産労働者 2,575 名である。この中で男子 2,295 名、女子 961 名で、男女の比率は 70 : 30、平均年齢は 33.75 才である。

(3) 労働条件

1) 労働日数

年間労働日数 306日

週休日数 52日(日曜日は週休日)

公休日数 7日(新正月、春節、メーデー、国慶節)

2) 就業時間および勤務形態

就業時間 日勤 8:00~17:30

3交替 早勤 8:00~16:00

中勤 16:00~24:00

夜勤 0:00~8:00

休憩時間 日勤 1.5~2.0時間

3) 賃金

賃金形態 基本賃金+奨励金

級別賃金 普通工 1~7級 37~111元/月

技術工 1~8級~技師 37~154 "

管理職(幹部) 5~24級 37~185 "

1986年工場年平均賃金 1148元(奨励金含む)

工場平均技術工等級 4.1級

写真 1.3-1 合肥化工廠正門

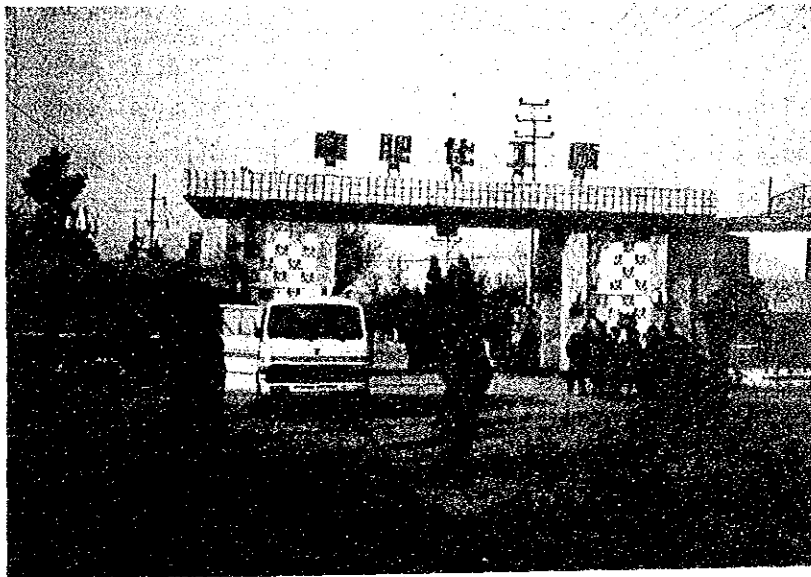
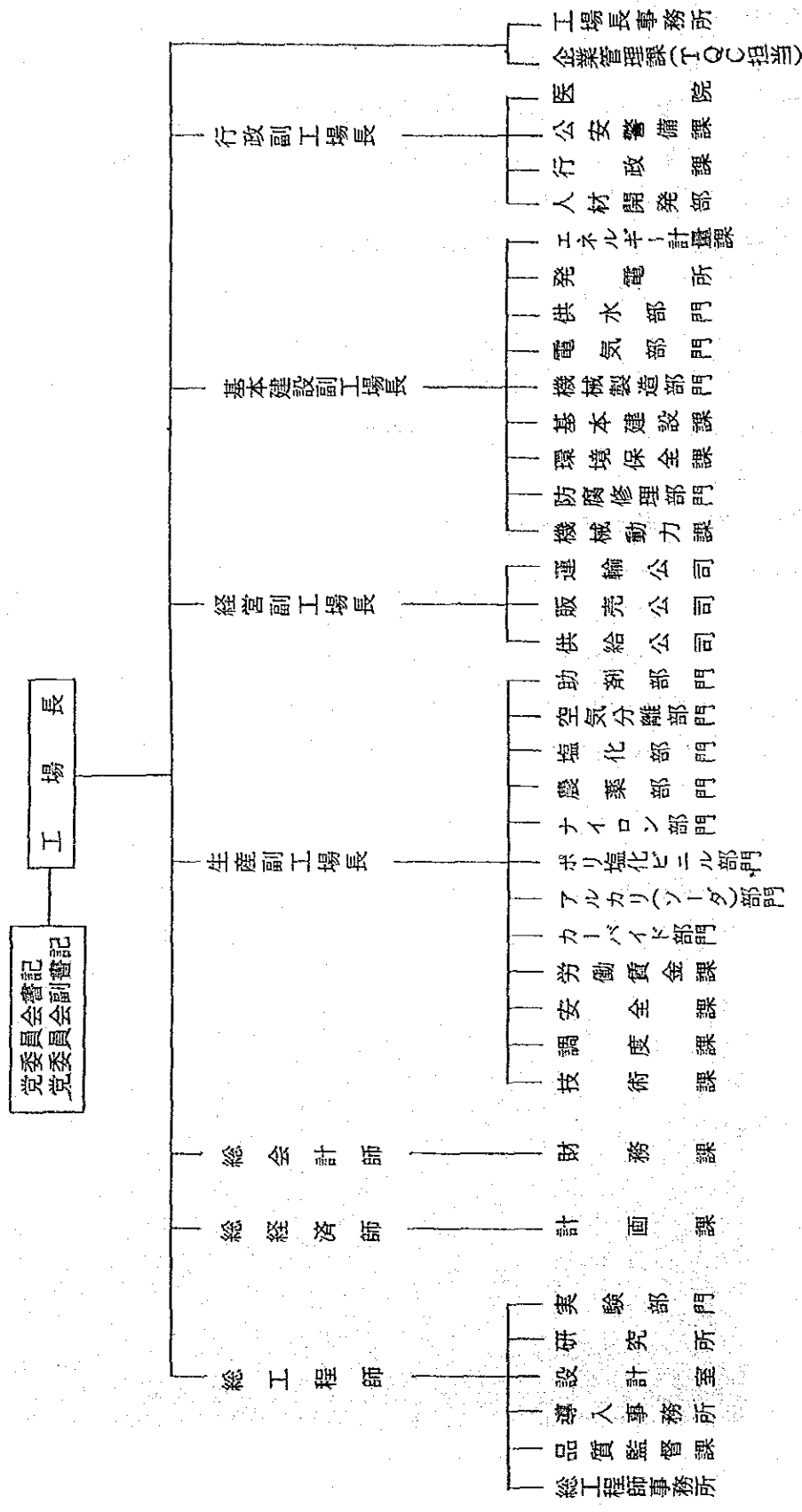


図 1.4-1 合肥化工廠組織図

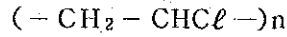


1.5 対象製品と製品の品質

(1) 製品名

懸濁重合法ポリ塩化ビニル (PVC)

(2) 分子式



(3) 規格

国家標準 (GB-5761-86)

1986年10月1日より発効

(4) 品 種

国家標準で規定されている。

品種はSG-1からSG-7までの7品種、それぞれ1級品A、Bおよび2級品に区分。

詳細は表2.3.1-1に示す。

(5) 用 途

管、板、フィルム、くつ材、人造皮革など

(6) 包 装

25kg袋内装 ポリエチレン袋

外装 ポリプロピレン編袋

1.6 対象製品の生産と販売

(1) ポリ塩化ビニルの過去5年間の生産量と販売量を表1.6-1に示す。生産計画は国家計画にしたがって決定され、販売価格も化学工業部で決定される。販売価格の例を表1.6-2に示す。

表1.6-1 ポリ塩化ビニルの過去5年間の生産量と販売量 (単位: トン)

年 度	生 産 計 画	生 産 量	販 売 量
1982	8,000	8,102	7,671
1983	10,000	8,543	8,245
1984	10,000	10,081	10,322
1985	12,000	12,034	12,588
1986	10,500	11,135	11,085

表 1.6-2 ポリ塩化ビニルの販売価格

品 種	販売価格 (元/トン)
SG-3 1級品	1,920
SG-3 2級品	1,880

(2) 1986年の品種別生産量と販売量を表 1.6-3 に示す。新しい国家標準 (GB-5761-86) が 1986年10月1日より発効されたが、1986年は新旧標準の変更期となり、実績としては新旧両標準の品種構成となっている。

表 1.6-3 ポリ塩化ビニル 1986年の品種別生産量と販売量 (単位:トン)

品 種		生 産 量	販 売 量
型 号	級 別		
SG-3	1 級	14.5	14.5
	2 級	12.2	12.2
SG-4	1 級	9.4	9.4
	2 級	98.2	98.2
XJ-1	1 級	4.0	4.0
XJ-2	1 級	375.4	375.4
	2 級	153.2	153.2
XJ-3	1 級	3,476.1	3,476.1
	2 級	1,507.3	1,488.7
XJ-4	1 級	1,620.4	1,619.9
	2 級	1,360.6	1,360.6
XJ-5	1 級	214.5	214.5
	2 級	485.2	485.2
XJ-6	2 級	39.7	39.7
等外品		627.9	597.1
糊専用樹脂		544.4	544.4
その他		592.0	591.9
合 計		11,135.0	11,085.0

(3) ポリ塩化ビニルの販売先と主な用途を表 1.6-4 に示す。

表 1.6-4 ポリ塩化ビニルの販売先と主な用途

販 売 先		主 な 用 途
地 域	比率(%)	
省 内	75	農業用フィルム 板・管・くつ材
江 蘇 省	15	自動車の床材
上 海	5	
輸 出	5	

安徽省内の主な需要家は、東風廠、合肥塑料廠、建材四廠、車備品廠などである。

第2章 生産工程の現状と問題点

2.1 製造設備の概要

ポリ塩化ビニルは1973年から生産を開始した。当初の設備能力は3,000トン/年であったが、次々と増設して現在は15,000トン/年の能力になっている。3,000トン/年能力から逐次増設を行ってきたため、工程別の能力・配置などにアンバランスな面がみられる。表2.1-1に現在の工程別生産能力を示す。

表2.1-1 工程別生産能力

工 程	生産能力 (トン/年)	稼働日数 (日/年)
アセチレン発生	12,000 (PVC換算)	330
アセチレン清浄	25,000 (PVC換算)	330
塩 化 水 素	15,000 (PVC換算)	330
モ ノ マ ー	15,000 (PVC換算)	330
重 合	15,000 以 上	330
乾 燥	15,000	330

主原料のカーバイドはカーバイド工場で生産され、60mm以下に破碎された塊状品で搬入される。塩素と水素は隣接する電解工場で生産され、パイプラインで塩化水素工程へ送られてくる。当工場は原料から製品のポリ塩化ビニルまで一貫した生産工程となっている。

ポリ塩化ビニル製造工程図を図2.1-1に、同工場配置図を図2.1-2に示す。

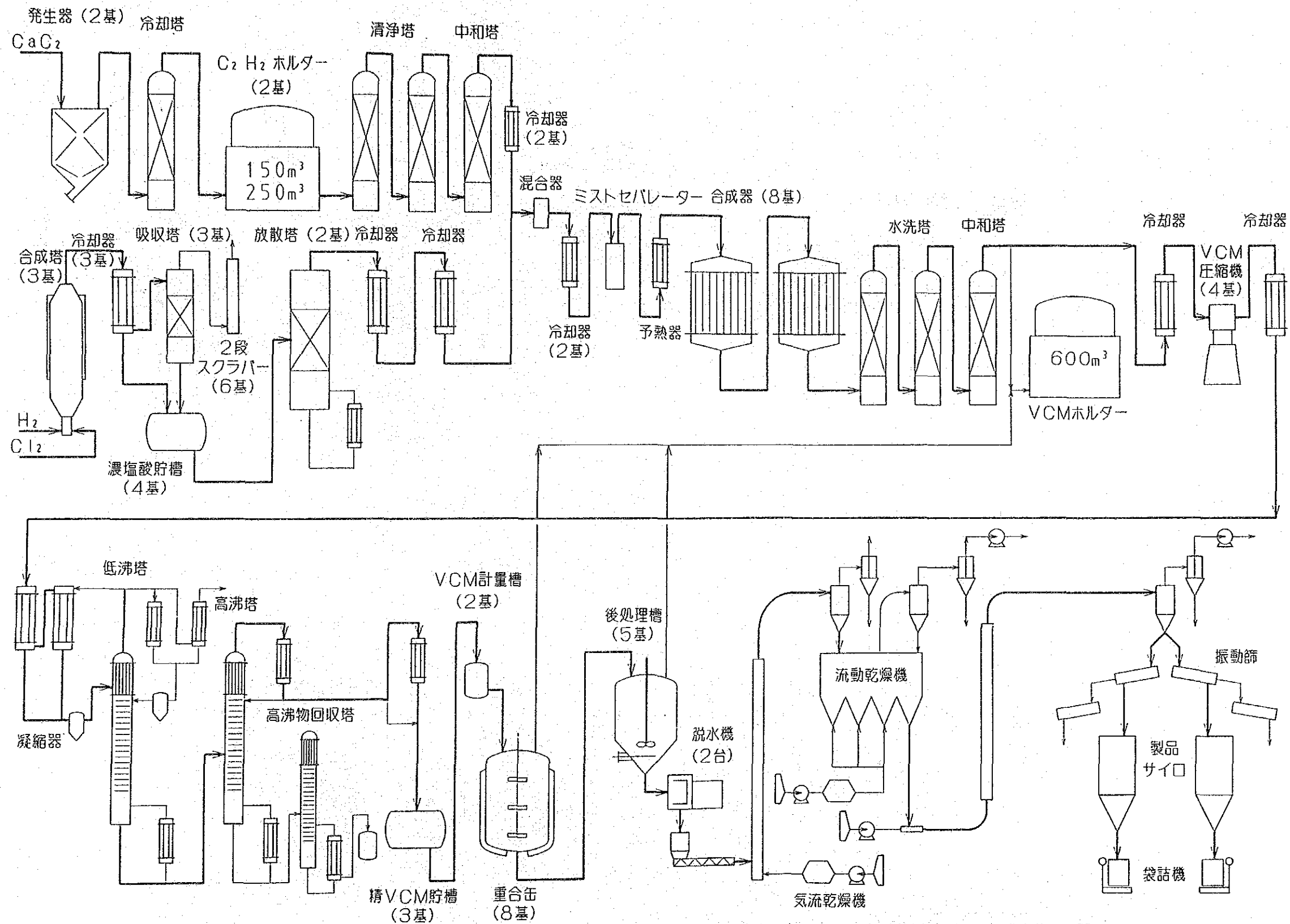


図2・1-1 ポリ塩化ビニル製造工程図

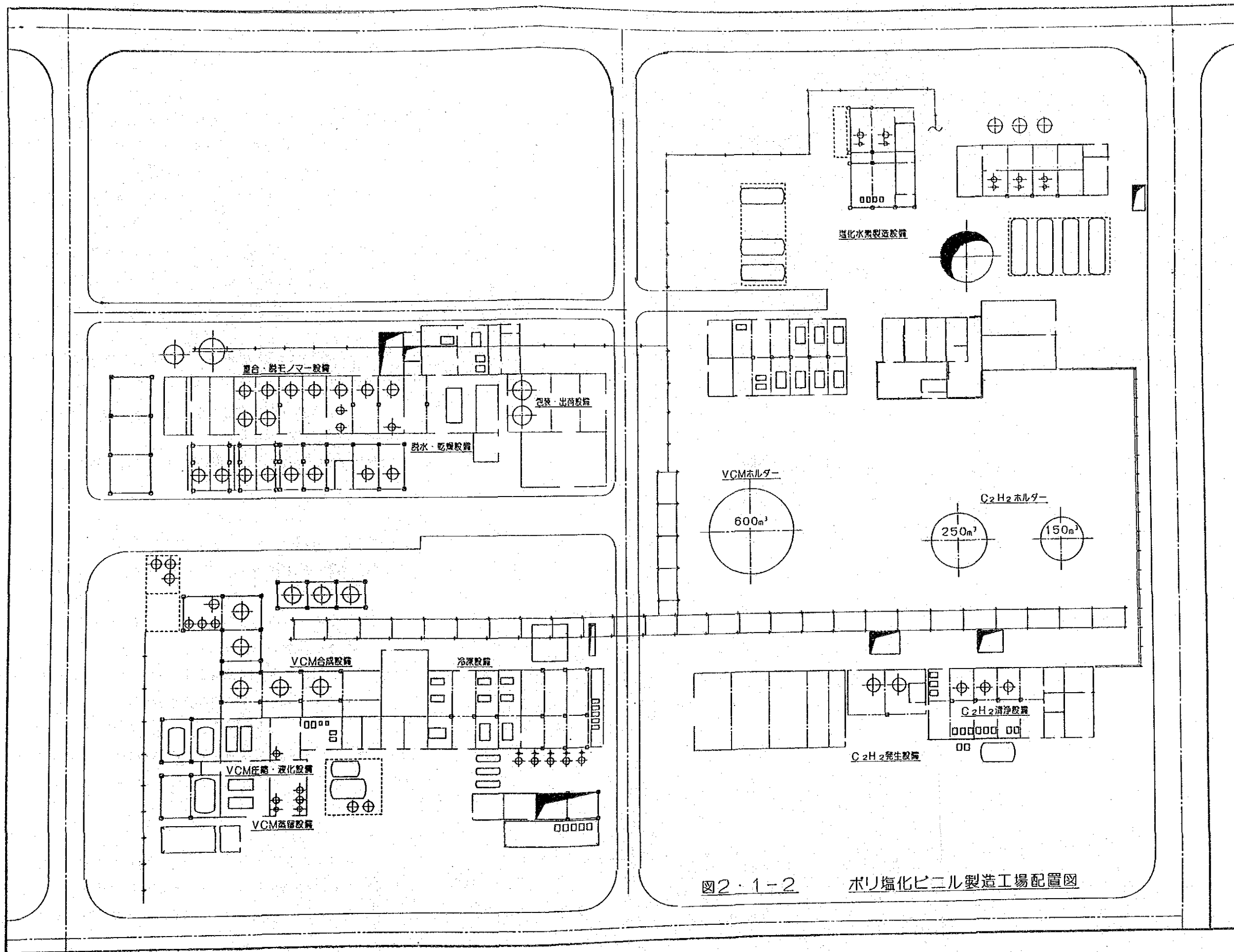


図2・1-2 ポリ塩化ビニル製造工場配置図

2.2 運転概要と運転条件

(1) アセチレン発生・清浄工程

アセチレン (C_2H_2) は湿式発生器にカーバイド (CaC_2) を投入して発生させ、清浄工程で次亜塩素酸ソーダと苛性ソーダを用いて、硫化水素 (H_2S)、燐化水素 (PH_3) などの不純物を除去してモノマー合成工程へ送られる。

発生器内温度は $85 \pm 5^\circ C$ の範囲内に入るよう給水量は手動調節されているが、カーバイド供給量にも変動があり十分な調節ができない。

主な問題点として、アセチレン損失が大きい。他工程に比し発生器の能力が不足しているなどがあげられる。

(2) 塩化水素工程

電解工場から送られてくる水素 (H_2) と塩素 (Cl_2) を合成塔で燃焼反応させ塩化水素 (HCl) とし、さらに、水に吸収させ濃塩酸とする。この濃塩酸を放散塔で加熱蒸留して、吸収している塩化水素を精製してモノマー合成工程へ送る。

水素・塩素モル比は 1.1 ~ 1.15 であり、塩素濃度が 80 ~ 85% と大巾に変動する割合には水素過剰率が小さすぎる。したがって、腐食により設備の寿命が短い。

(3) モノマー工程

塩化ビニルモノマーは精製されたアセチレンおよび塩化水素を等モルよりわずかに塩化水素過剰 (1.05 ~ 1.15 倍) の混合比で、活性炭に塩化第二水銀を担持させた固定床触媒層の合成器を通して合成される。

合成された粗モノマーは未反応塩化水素を水洗塔、中和塔で洗浄除去された後、冷凍水で $8 \sim 12^\circ C$ まで冷却されドレンを除き圧縮機で圧縮液化される。

圧縮液化されたモノマーは蒸留塔で精製される。低沸塔ではアセチレンなど溶解している低沸点不純物を除去し、次いで高沸塔でアセトアルデヒド・塩化エタンなどの高沸点不純物を除去し、塔頂より精モノマーをえている。

モノマーの脱水が十分でないため、蒸留塔で自然重合して閉塞するため精製が十分できずモノマーの品質が悪い。

(4) 重合工程

重合は懸濁重合法で重合缶にモノマー、純水、分散剤、重合開始剤、そのほかの助剤を仕込み攪拌しながら重合反応を行なう。重合反応が終点に達するとスラリーを後処理槽に移し、加熱、送風して脱モノマーを行なう。

現状の重合缶は縦長で $L/D = 3.75$ と極端に大きいため攪拌効果が悪く、また、軸ぶれにより軸封部からの漏れが多い。下部軸受部でのゲル化物の生成、缶壁付着物の生成などにより製品中に異物が混入し、フィッシュアイなどの原因となっている。

(5) 乾燥工程

スラリーは脱水機で脱水された後、2段式乾燥機で乾燥され振動篩で篩分されて製品サイロに入る。製品はすべて25kg袋に袋詰され出荷される。

脱水機は回分式全自動方式であるが、スラリー中に塊状物やゲル化物が混入して安定な供給ができず、作業員が脱水ケーキの状態を監視しながらの手動運転を行なっている。脱水ケーキの水分量が一定せず気流乾燥機供給口での付着、赤焼けの原因となっている。

2.3 製品の品質

ポリ塩化ビニルの品質標準と試験法は国家標準で規定されており国内全工場同一である。時々、見直し改訂されてきている。

現在、効力をもっているのは1986年1月公告し10月実施のものである。

2.3.1 規格

表2.3.1-1に懸濁法PVCの品質標準を示す。

品種の区分は粘度（重合度）によって分けられており品種間にすきまがないので製造すれば必ずいずれかの品種に格付けされるようになっている。現状の各工場の製造技術からみてこうせざるをえないのであろう。

品種はPVC-SG1からSG7まであり数字が多い方が粘度が低いものであり、重合度で表わせば600から1500の範囲である。(表2.3.1-2粘度(VN)と重合度K値等対照表参照)

表 2.3.1-1 懸濁法 PVC 品質標準

GB 5761-86
1986.10.1 實施

外觀白色粉末

NO.	品 種 級別	PVC-SG1		PVC-SG2		PVC-SG3		PVC-SG4		PVC-SG5		PVC-SG6		PVC-SG7		模 查 法 規 定 NO.	
		一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B	一 級 A	一 級 B		
1	粘 度 ml/g	154~144	143~136	135~127	126~118	117~107	106~96	95~85									GB 3401-82
2	比 重 g/ml	≥ 0.42	0.420.40	0.420.40	0.420.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	0.450.40	GB 3402-82	
3	100g PVC 可 塑 劑 吸 收 量 %	25	25 16	25	25 16	25 16	25 16	19 13	14 14	14 14	13 13	14 14	14 14	13 13	GB 3400-82		
4	揮 發 分 %	≤ 0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.5	GB 2914-82	
5	篩 通 率 %	目 篩 0.25 ^{mm} ≥	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	98.0	GB 2916-82	
		目 篩 0.063 ^{mm} ≤	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0		
6	100g PVC 黑 黃 質 和 白 質 %	總 數 ≤	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	GB 5761-86	
		黑 質 數 ≤	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		
7	白 質 %	≥ 90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	GB 2913-82	
8	アツタリ 10 ⁴ cm ² ≤	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	GB 4611-84	
9	10% PVC 抽 出 水 の 電 導 率 μS/cm ≤	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	5 × 10 ⁻⁶	GB 2915-82	
10	殘 留 毛 1 マ - ppm ≤	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	GB 4615-84	
	熱 安 定 性	協 議														GB 2917-82	

表 2.3.1-2 粘度 (VN) と重合度、K 値等対象表

VN	P	K	η_r	$[\eta]$	η
72	460	54.3	1.36	64.1	1.400
74	480	55.0	1.37	65.7	1.417
76	500	55.8	1.38	67.3	1.433
78	530	56.6	1.39	68.9	1.449
80	550	57.2	1.40	70.5	1.465
82	570	57.8	1.41	72.0	1.481
84	590	58.5	1.42	73.6	1.499
86	620	59.4	1.43	75.2	1.518
88	640	60.0	1.44	76.7	1.535
90	660	60.4	1.45	78.2	1.552
92	690	61.2	1.46	79.8	1.570
94	710	61.8	1.47	81.3	1.588
96	730	62.5	1.48	82.8	1.605
98	760	63.2	1.49	84.3	1.624
100	780	63.7	1.50	85.8	1.642
102	800	64.1	1.51	87.3	1.662
104	830	64.8	1.52	88.8	1.680
106	850	65.2	1.53	90.3	1.700
108	870	65.7	1.54	91.8	1.719
110	900	66.4	1.55	93.2	1.737
112	930	67.0	1.56	94.7	1.757
114	950	67.4	1.57	96.2	1.774
116	970	67.9	1.58	97.6	1.793
118	1,000	68.4	1.59	99.1	1.812
120	1,020	68.9	1.60	100.5	1.832
122	1,050	69.4	1.61	101.9	1.854
124	1,080	69.9	1.62	103.4	1.876
126	1,100	70.2	1.63	104.8	1.898
128	1,140	70.9	1.64	106.2	1.921
130	1,170	71.4	1.65	107.6	1.944
132	1,190	71.8	1.66	109.0	1.969
134	1,210	72.2	1.67	110.4	1.992
136	1,240	72.6	1.68	111.8	2.017

表 2.3.1-2 続き

VN	P	K	η_r	$[\eta]$	η
138	1,270	73.2	1.69	113.2	2.042
140	1,300	73.6	1.70	114.6	2.067
142	1,320	74.0	1.71	116.0	2.090
144	1,360	74.6	1.72	117.4	2.118
146	1,390	75.1	1.73	118.8	2.146
148	1,420	75.5	1.74	120.1	2.172
150	1,440	75.8	1.75	121.4	2.198
152	1,480	76.5	1.76	122.8	2.226
154	1,510	76.9	1.77	124.1	2.252
156	1,540	77.3	1.78	125.5	2.280
158	1,570	77.7	1.79	126.8	2.306
160	1,590	78.0	1.80	128.2	2.332
162	1,620	78.4	1.81	129.5	2.359
164	1,650	78.8	1.82	130.8	2.386
166	1,690	79.2	1.83	132.1	2.423
168	1,720	79.6	1.84	133.5	2.466
170	1,750	80.0	1.85	134.8	2.498

2.3.2 品質

現状の品質検査結果を表 2.3.2-1 に示す。

表 2.3.2-1 品質検査結果

品 種		SG 2		SG 3		SG 4	
		平均値	範 囲	平均値	範 囲	平均値	範 囲
粘 度 (CP) *		1.93	0.09	1.84	0.03	1.745	0.07
か さ 比 重		0.45	0.04	0.47	0.04	0.465	0.04
100 g PVC の 可塑剤吸収量 (g)		27	5	25		23	3
揮 発 分 (%)		0.15	0.08	0.23	0.06	0.25	0.07
粒 度	0.25 mm 篩通過 率 (%)	99.86	0.05	99.86	0.06	99.85	0.06
	0.063 mm 篩通過 率 (%)	13	3	12.5	2	13	2.8
異 物	100 g PVC 中 黒黄点 (個)	45	16	47	16	45	12
	100 g PVC 中 黒点 (個)	6	3	7	4	8	4
白 度 (%)		93	2.5	92.5	2.5	91.5	1.3
フィッシュアイ数 (個/1,000 cm ²)		15	5				

* 粘度は旧規格の表現 (HG 2-775-74)

上表記載以外の項目に以下のものがある。

電導率 規格 $5 \times 10^{-5} / \Omega \cdot \text{cm}$ 以下を満足する。

フィッシュアイ：5~50個/1,000 cm²、残留モノマー：20~50ppm。

品質の問題点は次のとおりである。

- 1) かさ比重がわずか小さい
- 2) 粒度が細かい
- 3) 異物が多い
- 4) フィッシュアイが多い
- 5) 残留モノマーが多い
- 6) 重合度の変動が大きい
- 7) 加工性が悪い

以上のうち3)～6)項が重点改善項目である。

2.4 製造成績とコスト

例として1986年度の原単位・原価を表2.4-1に示す。

これは主原料原単位を塩ビモノマーで表わしてあるが、さらに前工程の原料で表わすと

アセチレン 463 kg/t-PVC

塩化水素 730 kg/t-PVC

標準カーバイド 1,464 kg/t-PVC

ただし標準カーバイドはアセチレン発生量 300 l/kgのものをいう。

の成績である。これを収率に換算すると

対アセチレン収率 89.9%

対塩化水素収率 80.0%

対カーバイド収率 86.8%

のようになり改善努力すれば効果は大いに上がる余地がある。カーバイド原単位 1,350 kg/t-PVC を目標に努力すべきである。なお、製造成績は、少なくともVCM工程とPVC工程に分けて正確に把握できるように原料、ユーティリティーの計量装置を充実する必要がある。

表 2.4-1 製造成績

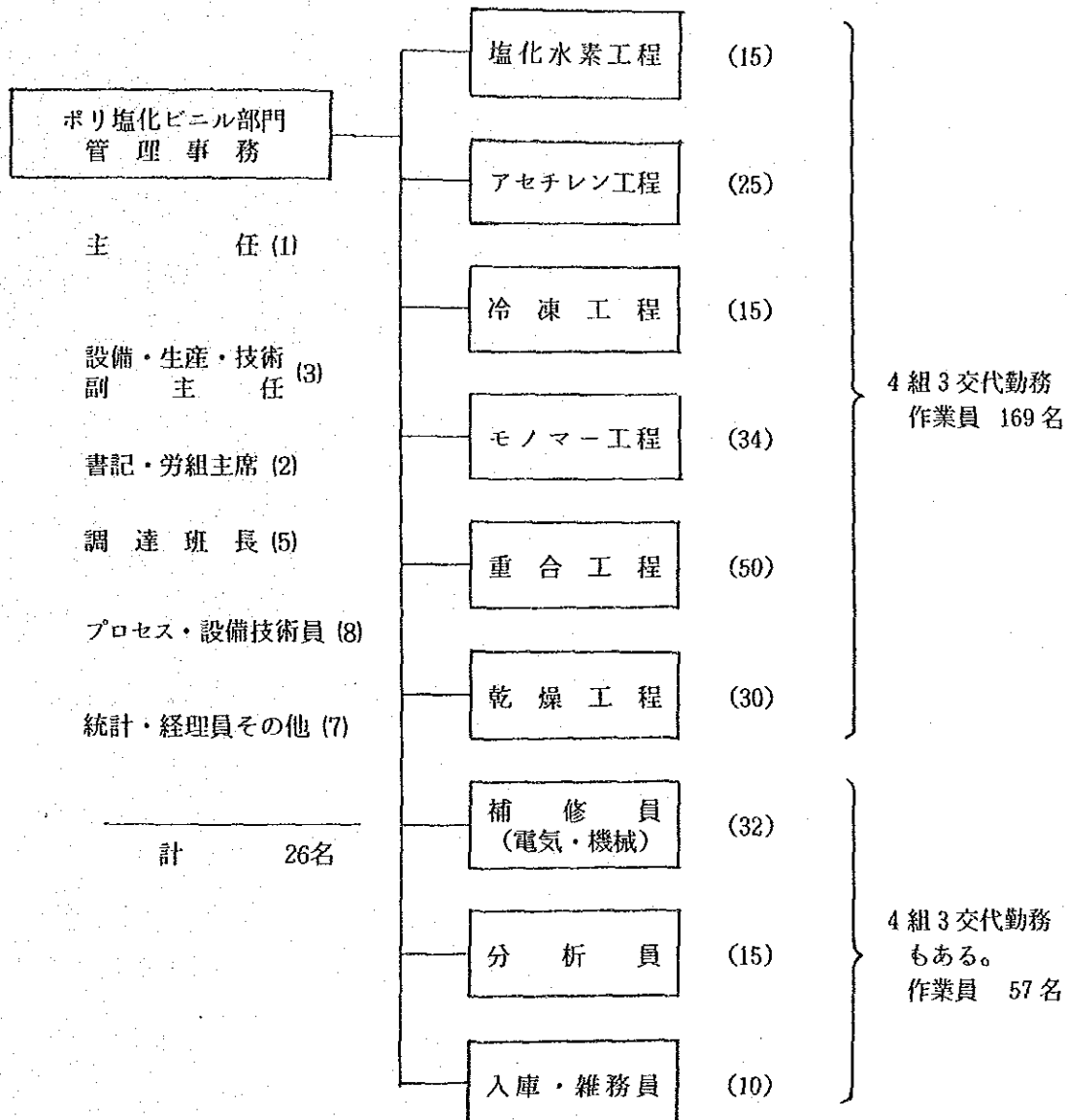
生産量		11,133.5 トン		
項目		原単位	単価	単位原価
原 材 料	塩ビモノマー (t)	1.1	1,386.21	1,524.83
	純水 (m ³)	5.66	1.07	6.06
	分散剤 (kg)	1.53	13.95	21.35
	重合開始剤 (kg)	1.0	26.38	26.38
	その他			13.39
小計				1,592.01
用 役	電気 (KWH)	696	0.138	96.21
	蒸気 (t)	2.337	14.20	33.77
	窒素 (m ³)			5.39
	用水 (m ³)	182	0.099	18.08
小計				153.45
包 装	外袋	41.29	1.04	43.00
	内袋	41.16	0.74	30.61
小計				73.61
労務費				30.24
修繕費				106.06
保険				2.76
工場管理費				174.62
設備償却費				44.23
労働保護費				19.13
工場原価合計 (元/トン)				2,196.11

2.5 組織と人員

ポリ塩化ビニル部門の組織と人員を図 2.5-1 に示す。

図 2.5-1 ポリ塩化ビニル部門の組織と人員

() 人数



合計 252名

人員については、将来計装化がすすみ保安設備が整備されたならば、この三分の一程度の人員で運転可能であろう。20,000トン/年に能力アップしても十分現陣容で対応できると考えられる。

第3章 生産管理の現状と問題点

3.1 調達管理

(1) 購入原料の規格と受け入れ検査

原料規格は主要原材料技術標準に定められているが、一般的に規格項目が少なく規格数値もゆるやかのように思われる。これは合肥化工廠のみで解決するのは困難であるが、より高度の製品品質をうるためには原料品質も高度化することが必要条件であり、規格項目および規格数値は随時見直しを行ないより高レベルのものに改訂することが重要である。

受け入れ品の分析測定は供給担当からの申請に基づいて実施されているが、定常時は検査基準による厳密な検査が行なわれていない。この分析結果の製造部門への定常的連絡もなされていない。

(2) 化工倉庫の保管状態

全体として在庫品が塵埃などで汚れやすい環境にあり、特に袋入りの物は使用時に袋に付着した塵埃がそのまま反応系へ混入する危険性がある。

3.2 在庫管理

(1) 荷扱いが全て人手によるものであることおよび工場内道路に未舗装部分があるため、以下のような問題がある。

- a) 雨天時にぬれる。
- b) 工場内運搬時に製品袋に泥が付着し、そのままユーザーまで持ち込まれることがある。
- c) 倉庫内荷扱いまたはトラックや列車に積み込む時に作業員の土足の汚れが製品袋に付着する。

(2) 生産技術の関係で品種区分が雑であること、また、在庫管理者への情報伝達が不十分なことなどに起因して、ユーザーの要求に一致しない製品を出荷することがある。

3.3 工程管理

(1) 運転基準

運転基準、原料技術指標などはあるが、全員に配布されていないため、運転条件、操作方法、監視すべき項目などの周知徹底が不十分と思われる。また、運転基準などは数年前に制定されたままで、現場の変化が組み込まれていない。

(2) 生産停止

工程ごとの生産停止が統計的に記録されていない。停止の原因、停止による時間的、生産量的および金額的損失などを統計的に把握して対策に結びつけることが重要であろう。

3.4 品質管理

(1) 品質管理教育

TQC事務局、人材開発部があり教育の体制としては整っていると思われるが、現場の品質管理水準はまだ不十分である。現場の水準を上げるにはより高い知識の取得・実践に努めるとともに、関係者全員のレベルを向上させる必要がある。そのため、まず課長、現場主任クラスの教育を徹底的に行ない、このクラスで作業員の指導が行なえるような水準に達することが有効であろう。

教育内容も品質管理の目標と現実的な品質管理手法との区分があいまいであり、目標と手法を明確に認識させ、それぞれの内容を理解させるようなテキストの整備が重要である。

(2) 現場計器、分析機器類の不足

生産工程における温度、圧力、流量、成分組成などを測定表示する現場計器が不足している。これらは製品の品質に直接影響を与えるものなので早急な整備が望まれる。

また、中間品・最終製品の分析・物性測定を行なう機器類も十分とはいえない。

(3) 整理整頓

製造現場の整理整頓状態に改善を要する。工室の床、通路、工室内の道路に資機材や使用済み物品の放置、油類の汚れ、PVC粉の飛散などがみられる。これらは、製品中に混入し異物となるほか、作業安全や環境保全にも良くない影響を与える。

また、工室屋上にも使用済み資機材や物品の放置がある。これらは振動や風によって落下・飛来する恐れがあり、製品中の異物混入や事故災害の原因となりうる。

3.5 設備管理

(1) 保全管理について

保全管理の目的は設備を常時最良の状態に維持管理して、円滑な運転を支援し生産を上げることである。

その成果として突発故障が減少し、設備の稼働率が向上し、修理費が減少するなど数値であられるわけであるが、現状は不十分のように思われる。

(2) 故障などの統計的処理

設備個々の故障記録はとられているが、これらの統計的な処理がなされていない。設備の種類別故障原因、停止時間、修理費用、停止による機会損失（生産量、金額）などを統計的に把握し、原因の究明、対策立案へ結びつける必要がある。

(3) 保全状況

全体的に設備、配管類の保全状況が不十分である。設備の使用方法、保全方法について運転員、保全員など関係者全員に対するきめ細かな教育訓練を行なうことが望まれる。

配管および設備シール部分での漏れが多い。漏れ防止について工場でも努力しているが効果が十分ではない。1個所の漏れは少量であっても、常に漏れることや漏れ個所の数が多いことを考えると全体の損失は大きなものとなることを認識して対策を講ずることが重要である。また、内容物の漏れは経済的損失のみならず、火災などの危険性や環境汚染にも結びつくものである。シール材、パッキング材の材質改良、密封部分の仕上精度向上、組立技術の向上などが望まれる。

(4) 安全対策

回転部分の露出、通路の凹凸や大きな開口部、階段の急角度や固定不足など安全対策不備な点が多い。整備費用との関係もあろうが早急な改善が望まれる。

(5) 保温保冷材の使い方

保温保冷材の選択、施工方法など不備な点が多い。特に冷凍機、冷凍配管には保冷材の外部まで結氷した個所が多く、断熱効果を低下させるとともに大きなエネルギー損失をもたらしていると思われる。

3.6 教育訓練

(1) 安全教育

プラント内に多数の不安全な個所がある。また、作業方法も安全対策を十分配慮したとはいえない面がある。

ハード面の充実とあわせて、現状ではどのような作業方法をとるべきか、ハードの改善はどのような考え方で行なうべきかといったようなソフト面の教育が望まれる。

また、災害統計が大きな災害のものしかない。小災害まで含めた統計を整備し、災害防止対策や安全教育に役立てることが大切であろう。

(2) 運転基準

運転基準は現在、生産部門の技術員以上のクラスが作成し、作業員は作成に関与していない。将来的には作業員自身の手で基準を作成できるように水準を高めることが期待される。

(3) 手法教育

業務上の目標、問題点などの教育は行なわれているが、具体的な問題点抽出の手法や解決の手法に対する教育が少ない。

第4章 工場近代化計画

4.1 近代化の背景と必要性

86年からはじまった第7次5カ年計画は、中国特有の社会主義を建設するという全般的な要求に基づき、また、対内的には経済の活性化、対外的には開放の実施という全般的方針にしたがって、経済発展戦略と経済管理体制との古いモデルから新しいモデルへの転換をひきつづき推進することに重点がおかれている。

投資構造と投資政策については、固定資産投資の規模を適切に確定して、投資構造の合理的調整をはかり、建設の重点を既存企業の技術改造と改築、拡張に移し、内包型を主とする拡大再生産の道をあゆむことを基本としている。

企業の技術改造は経済効率の向上を中心として、製品の品質と性能を大いに高め、エネルギーを節約し、原材料の消耗を減らし、新品目を開発し、良質ブランド品と品不足の製品の生産能力を高めると同時に、労働保護措置を強化、改善し、環境汚染を防止することに重点をおいている。

このような方針のもとに、国民経済の全局にかかわりがあり、技術の立ち遅れた古くからの企業で、技術レベルの向上により模範的な卒先の役割をはたせるような大型・中型中堅企業を技術改造の重点企業に選定している。

このような背景のもとで、外国技術（日本・三井東圧・信越化学）導入によるエチレン法20万トン/年塩化ビニル工場が山東省・齊魯と上海・呉淞の2カ所で建設中であり、1987年末~~より~~あいついで完成し生産を開始する予定である。

この大型新鋭プラントが稼動すると、カーバイド法の既存中型工場は大きな影響をうけるので、海外技術の導入による早急な技術改造が望まれている。

4.2 近代化の目標と考え方

4.2.1 近代化の目標

(1) 重点目標

合肥化工廠の近代化の重点目標は、ポリ塩化ビニルの品質を高めることである。すなわち、国家標準に適合し、かつ、ユーザーの要求を満足するようにプロセス技術のレベルを高め、高品質で多くの種類のポリ塩化ビニルを生産できるよう技術改造を行なうことである。

これにより工場の経済的、社会的効果をあげ利益を高めることに寄与する。

(2) 具体的目標

1) 品質・品種

国家標準に適合し、SG1からSG7までの品種を製造できるようにする。

品質については国内標準をクリアーし、さらに、国際水準にチャレンジする。

2) 品質の目標値

a) 残留モノマー 5 ppm 以下 (国家標準 1級 10 ppm)

できれば 2 ppm 以下を希望する。

b) フィッシュアイ 5～6 個 / 1,000 cm³ (国家標準 10 個 / 1,000 cm³)

c) 平均分子量のロット間のバラツキを少なくすること。

d) 加工安定性をますこと。

3) 将来の用途

透明包装材、高性能ケーブル被覆材など。

4.2.2 近代化の考え方

ポリ塩化ビニルの品質を高め、多くの品種を生産するためには、重合・乾燥工程の改善はもちろん必要であるが、原料となるモノマーの品質を高めること、さらには、アセチレン、塩化水素の品質を高める必要がある。

このためには最適な運転条件の設定と、この条件を維持できる安定した運転を行なうことが不可欠で、これに適合するよう設備の改造、生産技術の改善、向上および生産管理の充実が必要である。以上の基本的な考え方に基づき最適な近代化計画を策定する。

4.3 生産工程の近代化計画

4.3.1 生産工程の主要問題点

第2章で問題点と近代化費用を算出できないものについて改善の考え方を述べたが、ここでは問題点を整理して主要なものについて以下に記す。

(1) アセチレン発生・清浄工程

1) アセチレンの損失が大きい。

2) 発生器の能力が他工程に比し少なく、PVC 15,000 トン / 年生産のネックとなっている。

(2) 塩化水素工程

- 1) 設備の寿命が短い。特に、合成塔バーナーの寿命は約15日、塔本体の寿命が約1年である。

放散塔本体はフェノール樹脂製で信頼性が低く、寿命のばらつきがある。

- 2) 生成塩酸中の鉄分は約300 ppm と多い。
- 3) 生成塩酸の濃度は31～33%と低い。

(3) モノマー合成・圧縮液化・蒸留工程

- 1) モノマーの品質が一定しておらず不純物が多いので自然重合しやすい。
- 2) 蒸留塔はモノマーの自然重合により閉塞しやすく、不純物の分離もよくない。
- 3) 合成器の腐食が大きい。触媒の寿命が短い。

(4) 重合・脱モノマー工程

- 1) PVC品質が均一でない。1級品率、正品率が低い。
- 2) 低粘度品が製造できない。
- 3) 重合缶の構造および制御システムが適切でない。
- 4) 重合処方適正でない。分散剤の消費量が多い。
- 5) 後処理槽の軸封部の漏れが多く、十分な脱モノマーができない。下部軸受部でゲル化物が生成する。

(5) 脱水・乾燥・袋詰・出荷工程

- 1) 脱水機は回分式で、スラリーフィードの不調から自動運転ができない。脱水ケーキの状態を監視する必要上、ケーキ排出シュート部は開放されており、ケーキの飛散が多く異物混入の機会も多い。汨液に逃げるPVCも多い。
- 2) 気流乾燥機での赤焼け品の発生が多い。流動乾燥機は蒸気の消費量が多い。
- 3) サイクロンからのPVC飛散が多い。
- 4) 袋詰機は手詰め方式であり異物混入の機会が多い。目増し量が多い。

(6) ユーティリティー設備

- 1) 買電系統は年1～2回の停電があり、この影響で工場が停止する。

(7) 検査、分析設備

- 1) 製品PVCの現場分析が十分でなく、迅速なアクションがとれない。
- 2) テスト用成形設備が十分でないため、ユーザーの要求に対応できない。
- 3) ガスクロ設備が不足のため微量成分の測定に時間がかかる。

以上が現地調査結果の生産工程の主要問題点であるが、工場側があらかじめ準備していた導入希望技術および改善希望事項は下記のとおりである。

- 1) 重合の改造（攪拌、軸封、缶清掃技術）

- 2) 多種タイプ樹脂、専用樹脂の調整方法
- 3) 重合システムのインヒビター投入技術および自動制御システム
- 4) 樹脂乾燥技術

4.3.2 生産工程の近代化計画

近代化計画の実施が急がれているが、生産技術の改善、設備改造の重要度、緊急性、実施の難易度および中国側の工場近代化計画に対する希望を考慮して次の3段階に分けた計画を提案する。

(1) 各段階における近代化の方針

1) 第1段階

既存設備の利用に重点をおき、運転条件最適化と安定化に関するもので、生産技術の改善、向上とこれに必要な設備の改造、新設および自動制御装置の設置が中心である。

これによって、近代化の目標にかなり近づくことができ、大巾なレベルアップとなるが最終目標達成までには至らない。ただし、次の段階にすすむためには必要条件である。

2) 第2段階

最終目標を達成するため、重合～乾燥全系列を新設するものである。すなわち、重合・脱モノマー・脱水・乾燥・袋詰までの設備新設と回収VCMホルダーなど関連設備の増強を行なう。

新設備能力は15,000トン/年とするが、脱モノマーおよび乾燥設備能力は第3段階まで見込んで20,000トン/年とする。

なお、重合缶は既設の13.5㎡缶4缶を使用するものとし、新設重合缶は30㎡缶と60㎡缶の2案で計画する。ただし、既設のほかの工程は現状のままの能力とする。

3) 第3段階

将来を見通した各工程設備の近代化に関するもので、生産能力アップ、ユーザー要求の高度化・多様化および労務費アップに対処するため設備の近代化を提案する。生産能力はポリ塩化ビニル製造の全工程を20,000トン/年となるよう計画する。

各段階における工程別の近代化計画を表4.3.2-1に示す。

なお、中国側は工場近代化計画として、重合・乾燥全系列の新設計画をもっている。概要は次のとおりである。

- a) 現在の重合・乾燥設備の北側に新重合・乾燥設備を新設する。
- b) 最終設備能力は20,000トン/年とし、重合缶は段階的に増強する。
- c) 新設重合缶は30㎡缶を予定している。当面は既設14㎡ガラスライニング缶2缶

および 13.5 m²ステンレス鋼缶 4 缶を併用するが、将来は既設缶は共重合用に転用する計画である。

表 4.3.2-1 生産工程の近代化計画

段 階	工 程	近 代 化 計 画 の 内 容	* 近代化に要する 機器代(万円)	近代化スケジュール
第 1 段 階 既存設備の利用に重点をおき 運転条件最適化と安定化に関 するもの。	アセチレン発生・清浄	1) 発生器内温度を設定温度の範囲内で安定させる。 a) カーバイド供給の連続・定量化のため、カーバイドホッパーレ ベル計の設置。 b) 給水量の自動制御による温度一定化のため、給水自動制御装置の 設置。 2) 発生温度の最適化 a) 排水中のアセチレン溶解損失を少なくするため、設定温度 85 ± 5 $^{\circ}\text{C}$ から $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$ にアップする。電磁フィーダーと発生器との接続フ レキシブルゴムを耐熱性のものと取り替える。 3) 1パス排水の再使用。配管改造が必要。 4) アセチレン発生効率の向上。発生器内部構造の改造が必要。 5) 安全対策強化 a) ガス漏れ検知警報器の設置。 b) カーバイドホッパーのダンパーインターロック機構の取り付け。 アセチレン発生工程近代化計画図を図4.3.2-1に示す。	(4台) 260 (2式) 360 (2式) 40 — — (4点) 150 (2式) 130 小 計 940	1987年9月 ~ 1988年12月
	塩 化 水 素	1) 腐食環境を改善し、運転の長期安定化を計る。 a) 水素中の水分を少なくし、塩素濃度の変動を少なくするよう電解 工場側の改善を進める必要がある。 b) 水素・塩素流量自動制御装置の設置。 c) 水素・塩素供給配管および合成塔塔頂に圧力指示警報計の設置。 2) 合成塔燃焼条件の改善 a) 水素・塩素の混合比率の適正化。 b) バーナー構造の改善。 3) 生成塩酸濃度アップのため冷却強化と管理強化 a) 冷却塔の設置。 b) 塩酸濃度管理用装置の設置。 塩化水素工程近代化計画図を図4.3.2-2に、合成塔バーナー参考 図を図4.3.2-3に示す。	— (3式) 1800 (5点) 750 — (3式) 650 (1基) 700 (3式) 1,250 小 計 5,150	

段 階	工 程	近 代 化 計 画 の 内 容	*近代化に要する 機器代(万円)	近代化スケジュール
(第1段階続き)	塩化ビニルモノマー	1) アセチレン、塩化水素の脱水を強化し、流量の比率制御を行なうことにより、運転の安定化を計る。 a) アセチレン・塩化水素流量比率制御装置の設置 b) アセチレン脱水設備の設置 c) 塩化水素脱水設備の設置 2) 塩ビモノマーの脱水強化および粗VCM貯槽、蒸留塔の自動制御装置の設置により蒸留運転の安定化を計る。 a) VCM脱水設備の設置 b) 粗VCM貯槽の設置 c) 蒸留塔自動制御装置の設置 3) 現場運転管理の強化 a) 各種ガス検知管および酸素、水分、モノマー分析計の設置 塩化ビニルモノマー工程近代化計画図を図4.3.2-4~6に示す。	(1式) 950 (1式) 930 (1式) 2,710 (1式) 2,580 (1基) 370 (1式) 2,000 (1式) 700 小計 10,240	
	重合・脱モノマー	1) 重合条件および処方の改善 導入技術により改善必要 2) 品種切り替え時の掃除強化と洗缶方法の改善 a) 既設ステンレス鋼重合缶の内面パフ仕上実施 b) ジェットクリーナーの設置 3) 重合温度の安定化 a) 重合温度、圧力自動制御装置の設置(9、10号缶) 4) 脱モノマー条件の改善 後処理槽軸封漏れ改善と脱モノ条件の改善 ポリ塩化ビニル重合～乾燥工程近代化計画図を図4.3.2-7に示す。	— — (1式) 2,300 (2式) 1,390 — 小計 3,690	
	脱水・乾燥・袋詰	1) 脱水機へのスラリー供給の安定化 a) スラリー循環ポンプおよび汚過器の設置 2) 乾燥機運転の安定化・省エネルギー化 a) 乾燥熱風温度自動制御装置の設置 3) 開口部の密閉化と飛散防止による損失減少および環境汚染、コンタミの防止	(2式) 420 (1式) 360	

段 階	工 程	近 代 化 計 画 の 内 容	*近代化に要する 機器代(万円)	近代化スケジュール
(第1段階続き)	(脱水・乾燥・袋詰) 続き	a) 脱水機出口シュート、テーブルフィーダー出口、振動篩上面の密閉化 b) 乾燥機空気ろ過器強化 c) サイクロン下ロータリーバルブの設置 d) 気流乾燥機に解砕機設置	— (1式) 120 (7式) 450 (1基) 120 小 計 1,470	
	検 査	1) 現場分析の充実 a) 水分計、ガスクロマトグラフの設置 b) かさ比重測定器、異物測定容器、赤焼試験などの設置 <div style="text-align: right;">第1段階</div>	(1式) 270 — 小 計 270 計 21,760	

段 階	工 程	近 代 化 計 画 の 内 容	* 近代化に要する 機器代(万円)	近代化スケジュール
第 2 段 階 重合～乾燥全系列の新設に関するもの。	塩ビモノマー 重合～乾燥・袋詰	<p>新設備能力は15,000トン/年とするが、脱モノマーおよび乾燥設備能力は第3段階まで見込んで20,000トン/年とする。なお、重合缶は、既設13.5㎡缶4缶を使用するものとし、新設重合缶は30㎡缶と60㎡缶2案で計画する。ただし、既設の他工程は現状のままの能力とする。</p> <p>1) 回収VCMホルダーの増設 1,500㎡VCMホルダー 1基 増設</p> <p>1) 重合設備新設 30㎡缶の場合 60㎡缶の場合</p> <p>2) 脱モノマー設備新設 3) 脱水設備新設 4) 乾燥設備新設 5) 袋詰設備新設</p> <p>重合缶は下部攪拌方式、ステンレス・クラッド鋼製、内面電解研磨仕上げとする。 乾燥機は1段内熱式流動乾燥機とする。 第2段階近代化計画図を図4.3.2-8～9に示す。</p> <p style="text-align: right;">第2段階</p>	<p style="text-align: center;">—</p> <p>(2式) 26,730 (1式) 26,270 (1式) 5,200 (1式) 1,500 (1式) 11,270 (1式) 2,100</p> <p style="text-align: right;">計</p> <p>30㎡缶の場合 46,800 60㎡缶の場合 46,340</p>	1988年6月 ～1989年12月

段 階	工 程	近 代 化 計 画 の 内 容	* 近代化に要する 機器代(万円)	近代化スケジュール	
第 3 段 階 将来を見通した各工程設備の 近代化に関するもの	アセチレン発生・清浄	アセチレン発生器増設による能力増強	(1式) 1,100	1990年1月 ～ 1990年12月	
	塩 化 水 素	1) 合成塔をカーボン製に更新 (30 t/d × 3 基)	(3 基) 8,700		
		2) 放散塔をカーボン製に更新 (30 t/d × 2 基)	(2 基) 3,800		
	塩 ビ モ ノ マ ー	1) 合成器を加圧熱水方式に変更	(4 式) 1,840		
		2) 合成ガス洗浄水中の塩酸を回収する設備の設置	(1 式) 4,490		
	重 合 ・ 脱 モ ノ マ ー	1) 重合缶の増設	30 m ³ 缶の場合		(2 缶) 14,830
			60 m ³ 缶の場合		(1 缶) 12,880
		2) DDC (Direct Digital Control) システムの導入	30 m ³ 缶の場合		(1 式) 9,410
			60 m ³ 缶の場合		(1 式) 9,030
	脱 水 ・ 乾 燥 ・ 袋 詰	1) 脱水機の増設	(1 式) 1,500		
2) 自動計量袋詰設備の設置		(1 式) 4,400			
3) フレコン充填・ローリー出荷設備の設置		(1 式) 2,100			
ユ ー テ ィ リ テ ィ ー	1) 非常用電源設備の設置	(1 式) 3,800			
	2) 計装用空気槽の設置	(1 式) 480			
		第 3 段階	30 m ³ 缶の場合	計 56,450	
			60 m ³ 缶の場合	54,120	

* 近代化に要する機器代とは、各計画図、機器仕様表に示す機器、電動機および計器・分析機器で、日本における現時点でのFOB価格とし、技術料、設計費および現地における諸工事費は含まれていない。

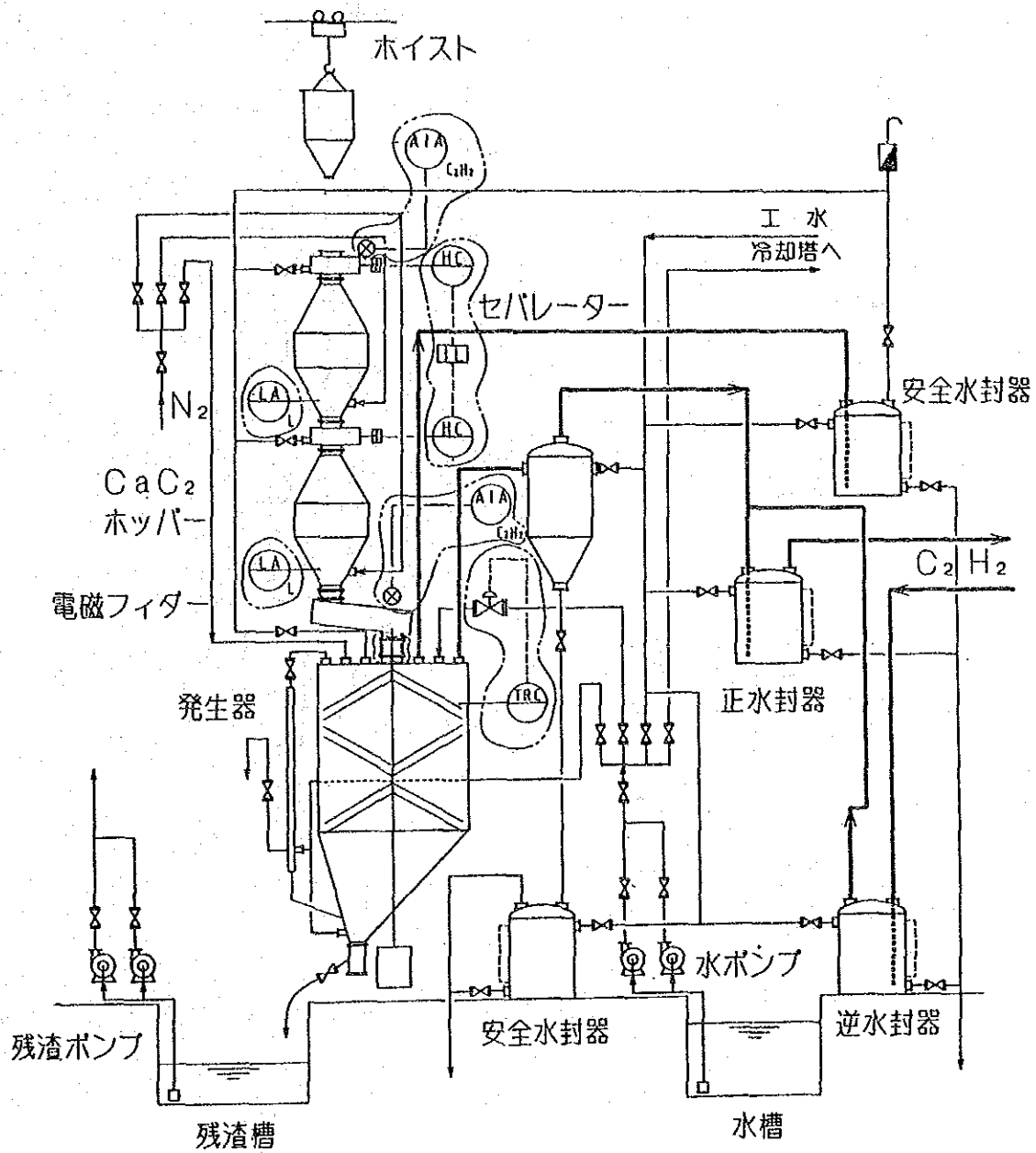


図4・3・2-1 アセチレン発生工程近代化計画図

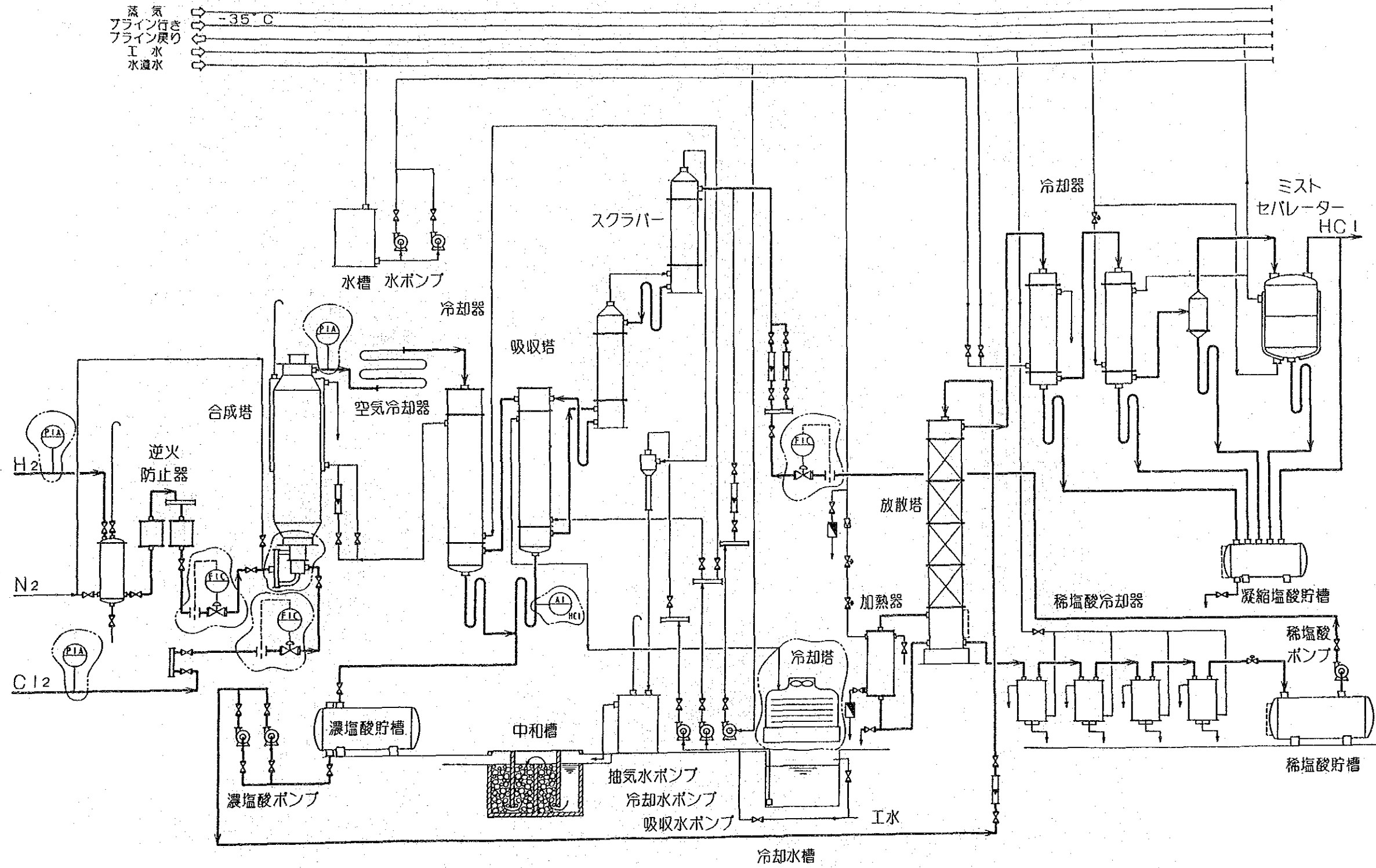


図4・3・2-2

塩化水素工程近代化計画図

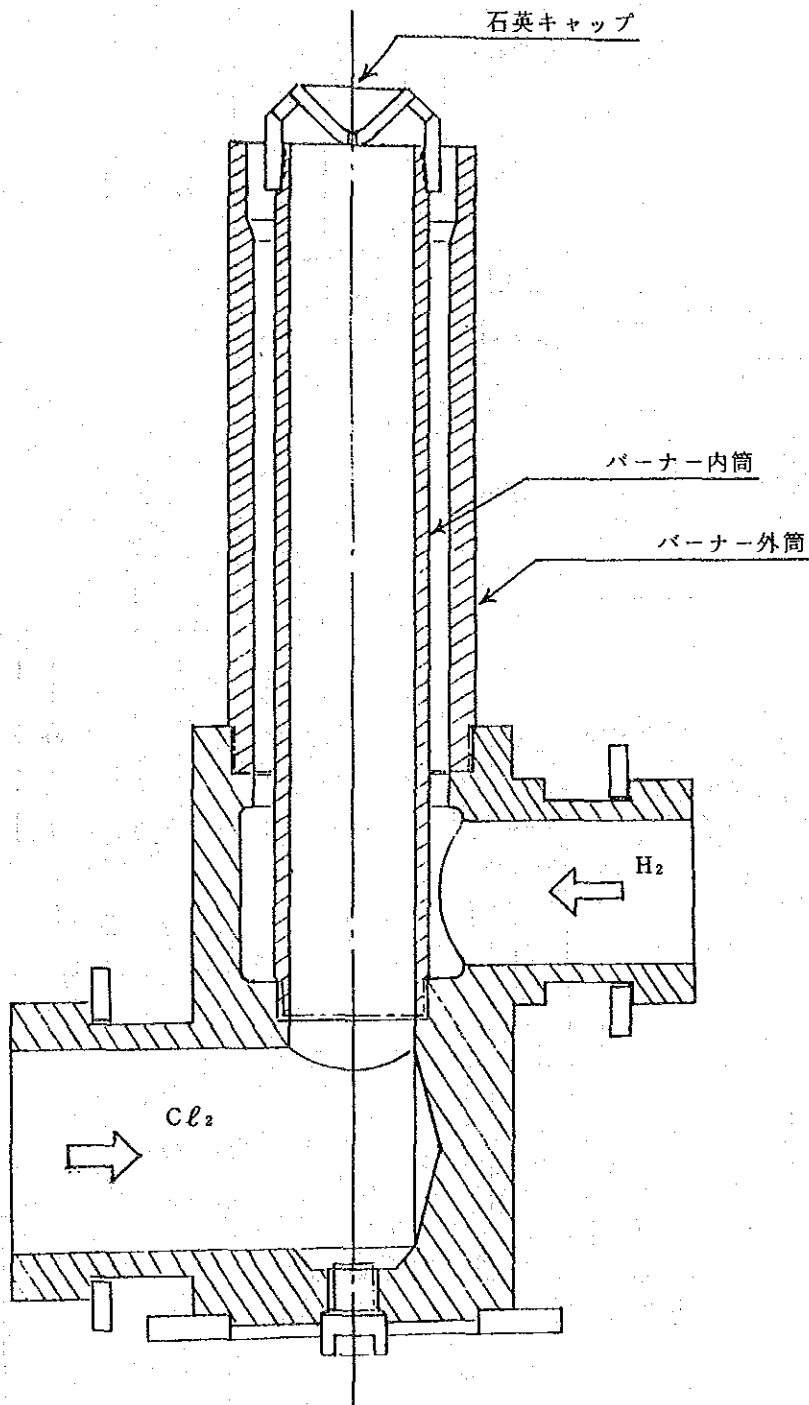


図 4.3.2-3 合成塔バーナー参考図

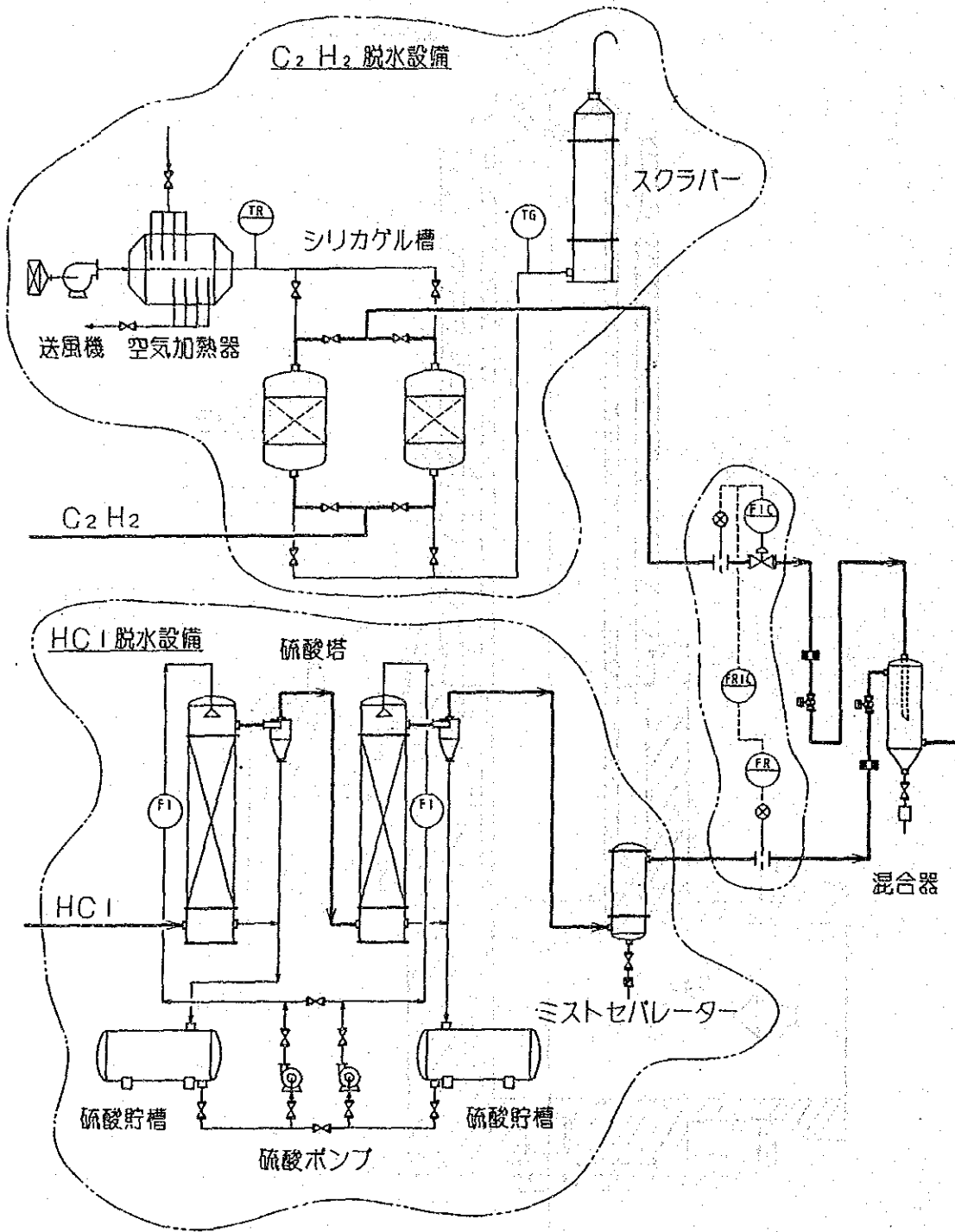


図4・3・2-4

塩化ビニルモノマー合成工程近代化計画図

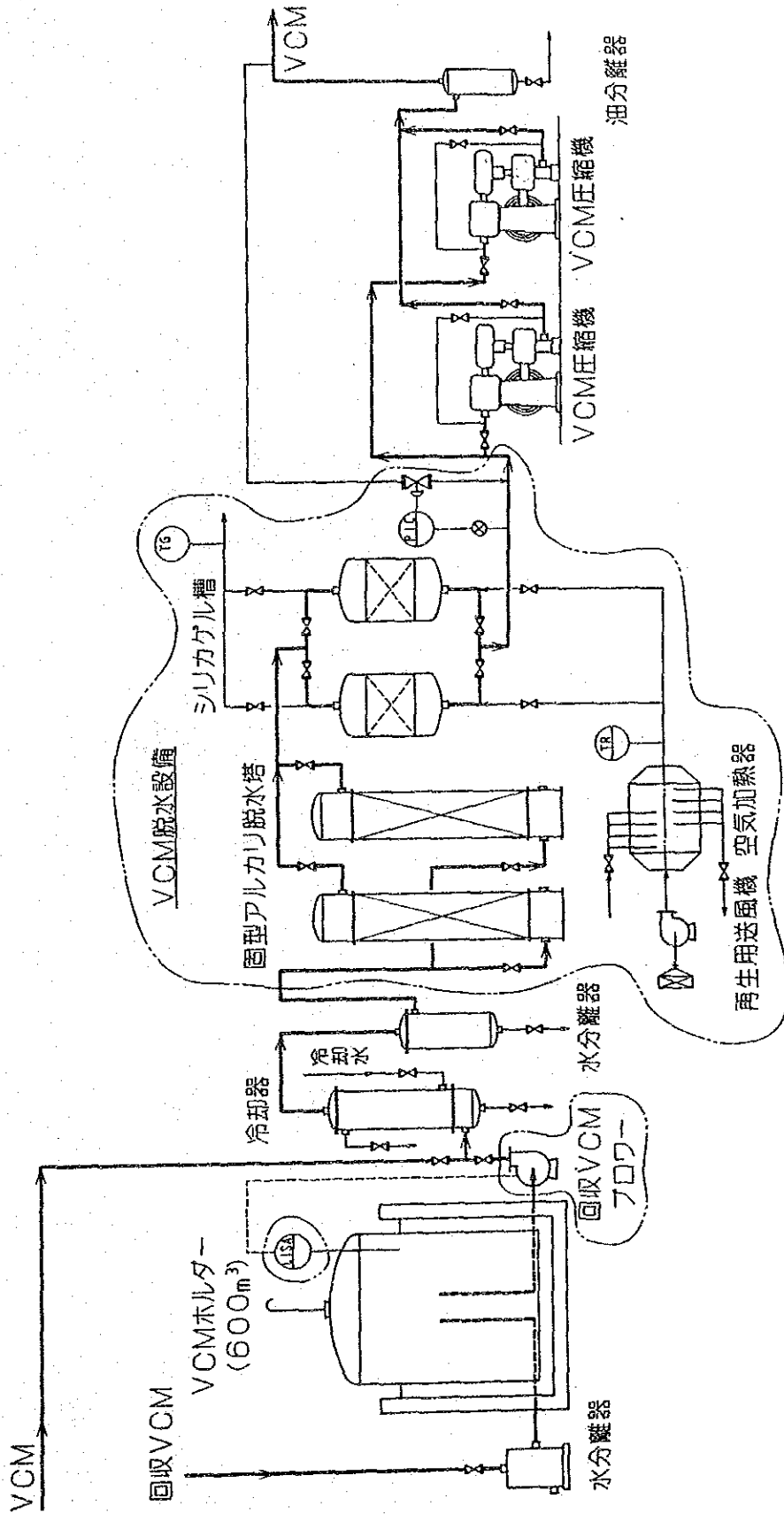


図 4 · 3 · 2 - 5 塩化ビニルモノマー圧縮・液化工程近代化計画図

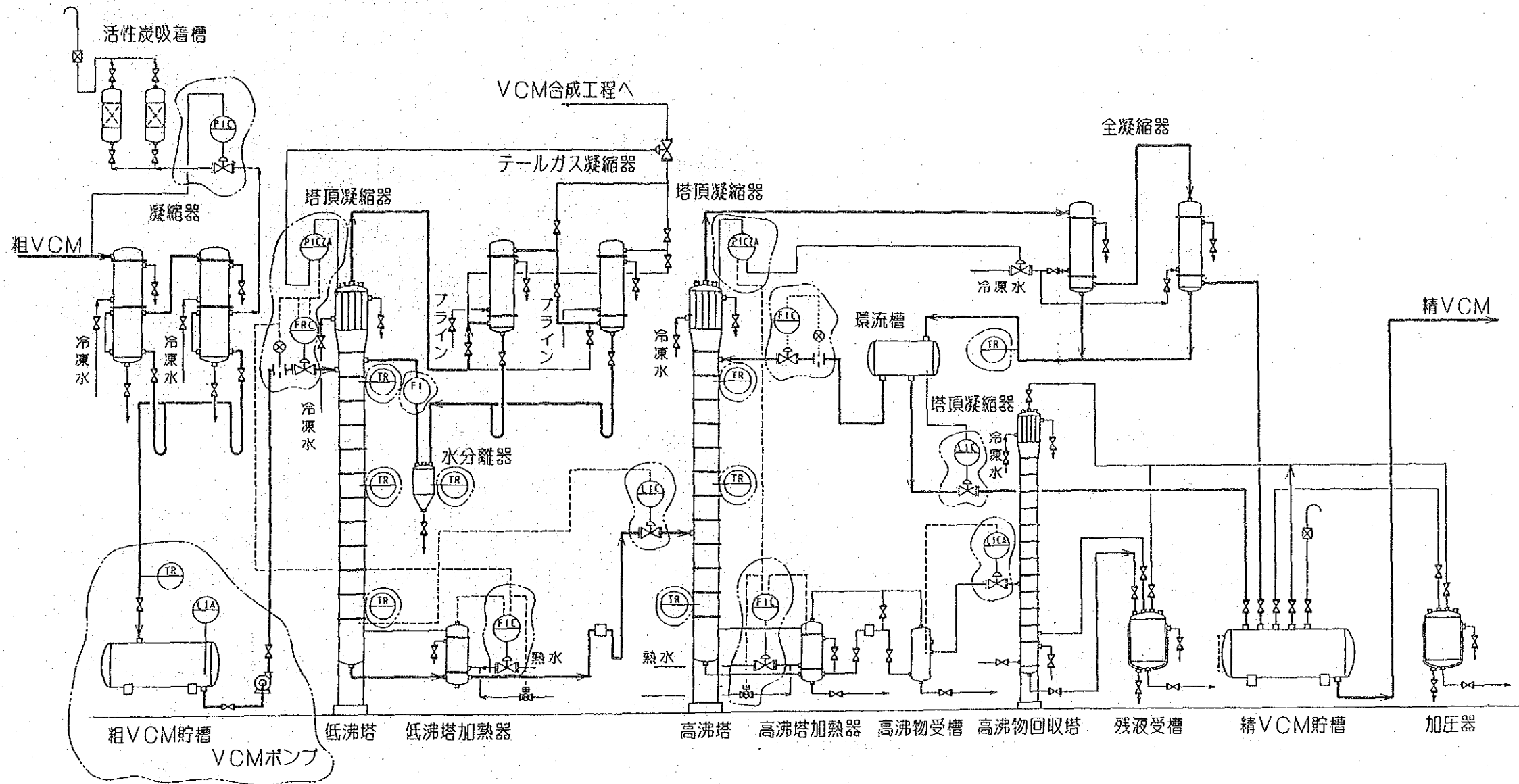


図4-3-2-6

塩化ビニルモノマー蒸留工程近代化計画図

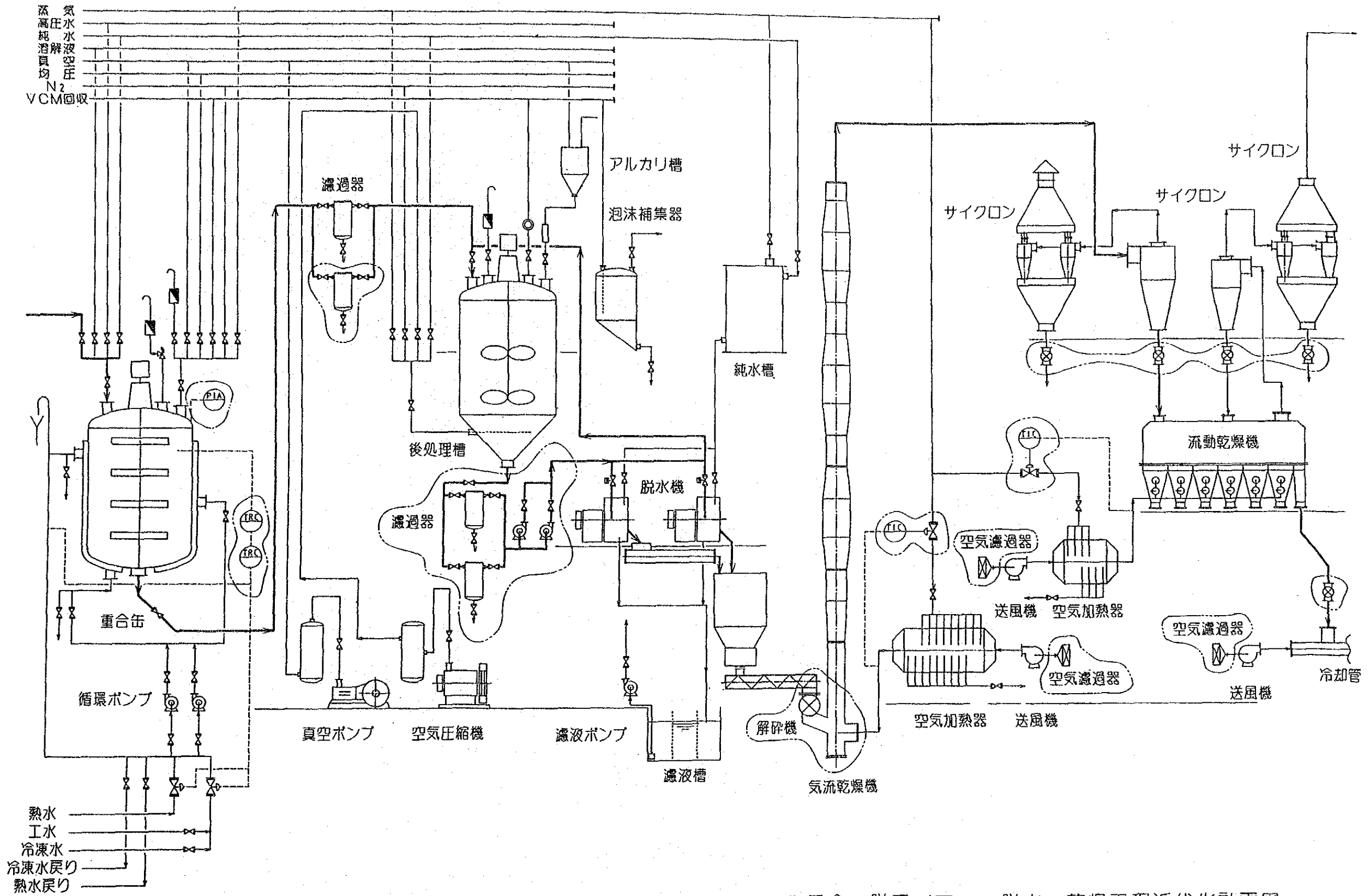


図4・3・2-7 ポリ塩化ビニル重合・脱モノマー・脱水・乾燥工程近代化計画図

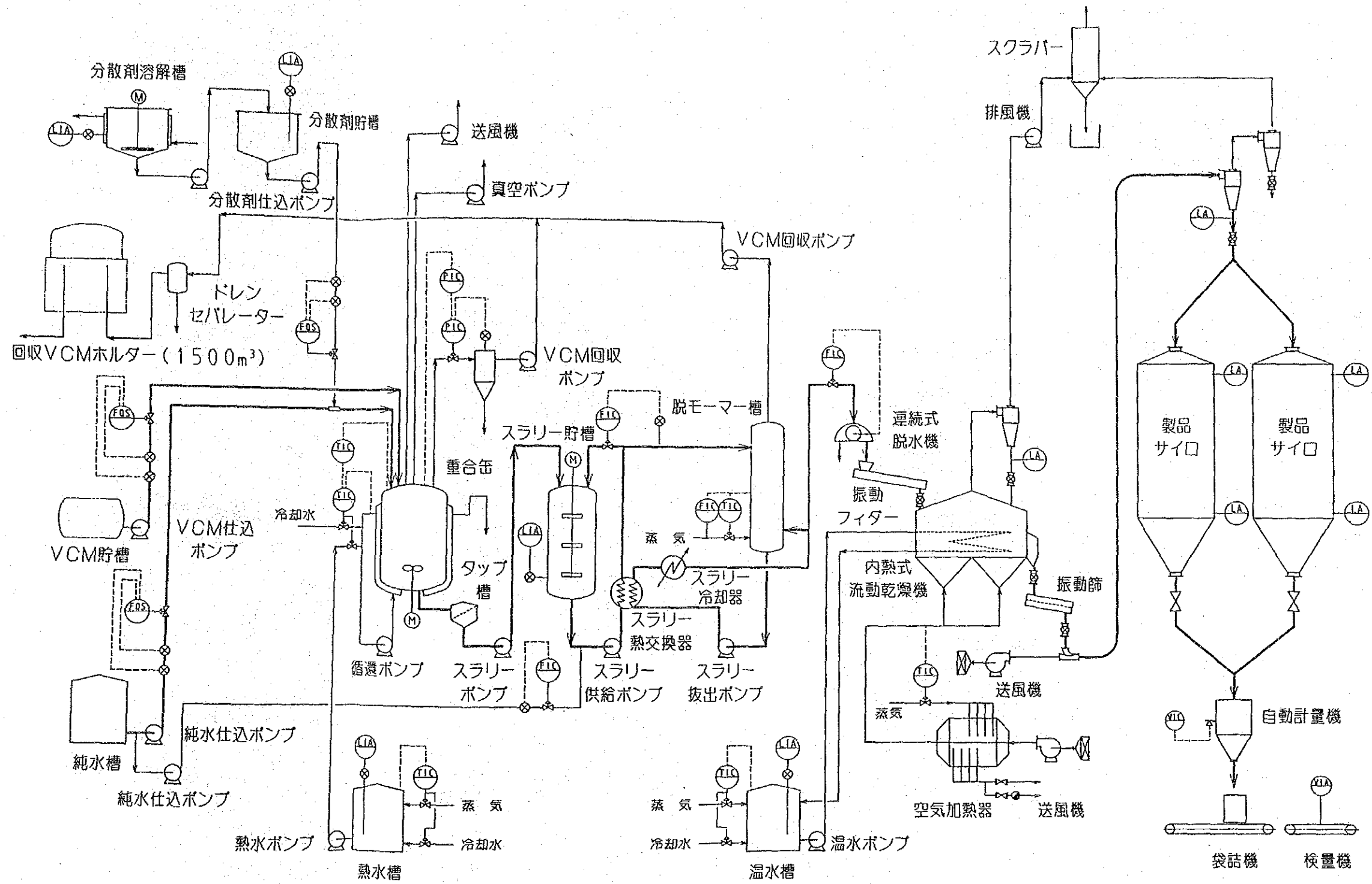


図4・3・2-8

ポリ塩化ビニル製造設備近代化工程計画図

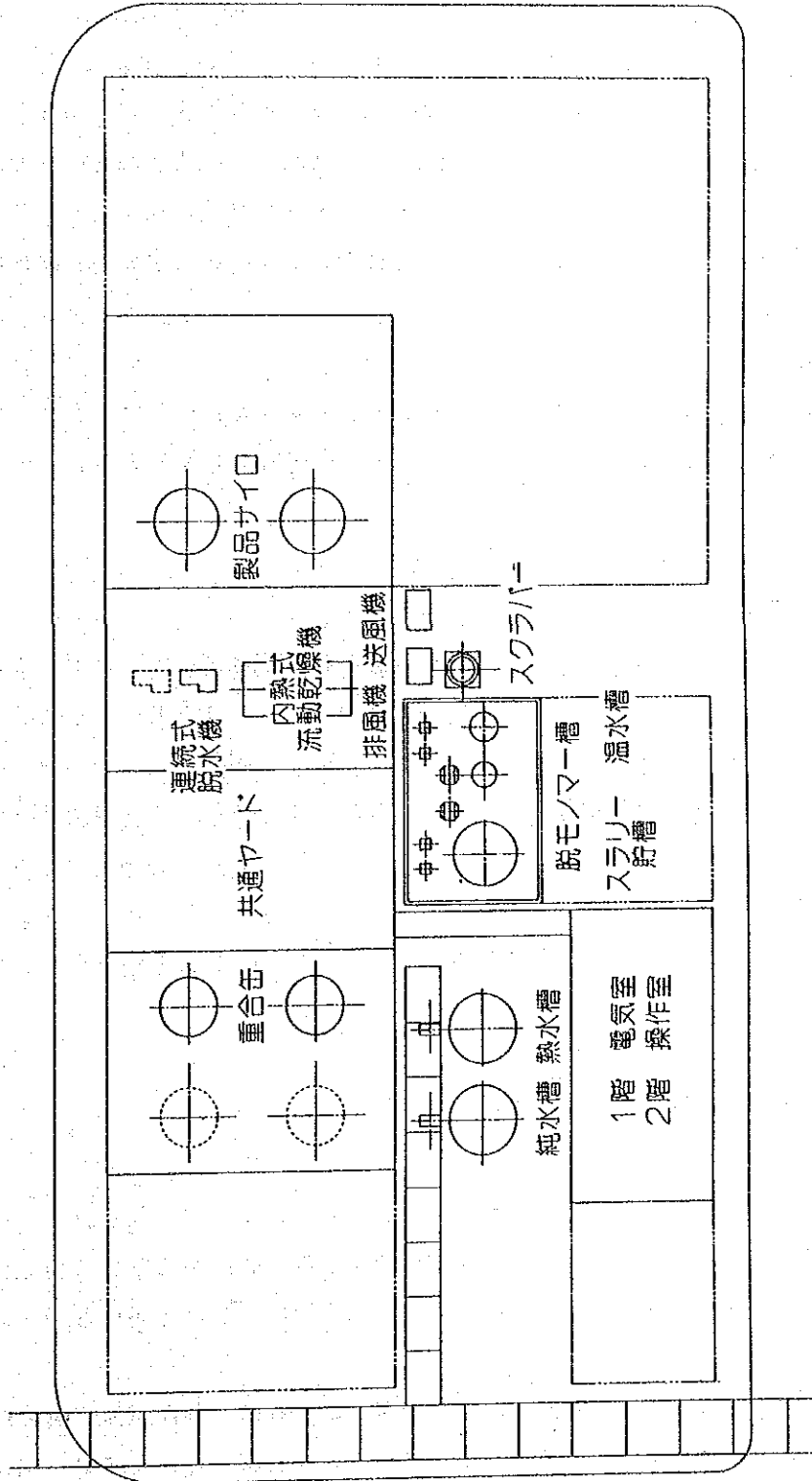


図4・3・2-9 ポリ塩化ビニル製造設備近代化配置計画図

4.4 生産管理の近代化計画

4.4.1 調達管理の近代化計画

(1) 原料規格と受け入れ検査

原料規格は単なる分析値の記載から品質保証規格的なものへ移行するのが望ましい。受け入れ検査の結果は品質監督課、供給会社と同時に製造部門へも連絡されるべきである。購入原料の品質確認がどの程度行なわれているかを知るため品質確認チェックリストを四半期ごとに（望ましくは毎月）記入すると品質確認状況を把握しやすく、改善に結びつけることができる。

(2) 化工倉庫の保管

化工倉庫での在庫品の汚れ・破損を防ぐためパレットの使用を勧めたい。また、現場での物品名・入庫年月日・数量などを示す表示板の整備充実も必要である。

4.4.2 在庫管理の近代化計画

(1) 製品荷扱いの改善

3.2(1)に述べたごとく荷扱いがすべて人手であることに起因する問題点がある。この対策として、まず製品用パレットの採用を勧めたい。パレットの使用により製品袋の汚れ付着や破袋の防止、在庫管理の正確さの向上などが期待される。

また、工場全体のレイアウトや投資費用との関係もあるが、将来的には袋詰工程の直近に製品倉庫のあることが望ましい。

(2) 誤出荷の防止

誤出荷防止のため、在庫品種が一目でわかるように品種ごとに表示を行なうことが望ましい。

4.4.3 工程管理の近代化計画

(1) 運転基準

運転基準は1981年10月版のものが使われているが、その後改訂が行なわれていない。製品に対する要求、原料規格、製造設備などは常に変化する可能性があり、この変化に対応して随時改訂を行なう必要がある。そのためには部分的に差し換え可能なルーズリーフ式のものが望ましい。

内容的には、工程図、プロセスの説明、操作手順などとともに、各作業員の職務内容、プラント運転開始と停止の手順、緊急時の対応策などを折り込んだものを全員に配布し、制改定の都度再教育する必要がある。全員に配布するためにはポリ塩化ビニル部門全体

のものである必要はなく各工程別の分冊でもよい。

将来的には作業員の代表が運転基準を作成するのが望ましい。

(2) 生産停止の統計処理

生産停止の原因、停止による時間、生産量、金額の損失などを統計にとり、関係者に知らしめるとともに対策に結びつけるようにすべきである。

4.4.4 品質管理の近代化計画

(1) 問題点の抽出

品質管理には限らないが、業務のレベルを向上させるためには、問題点を正確に把握して解決策を講ずる必要がある。問題点の抽出手法としては、不良の原因別、職場別集計表を作成する。これは種々の不良現象を、発生した職場別にそれぞれの原因別件数を集計するものである。この表から不良の多い職場、原因の主たるものがわかるので対策を講じやすい。

(2) 試験機器の充実

製品PVCの品質を向上させるためには、製造部門で良品製造につとめると同時に、品質監督課がその評価を行ない、さらにユーザーの要求をより正確に製造部門へフィードバックするための成形加工試験が行なえるようにすることが望ましい。

製造部門における検査機器類については4.3項で述べているので、本項では品質監督課へ新たに設置することが望ましいものを表4.4.4-1に示す。

(3) 品質管理要員の分析

品質管理に関係する要員の経験・能力などについて把握し、要員配置や要員教育に役立てることが望まれる。

表 4.4.4-1 試験機器一覧表

機 器 名	用 途	仕 様
回 転 翼 混 合 機	配 合	Henschelタイプ、容量10ℓ
リボンブレンダー	配 合	ジャケット加熱式、容量100ℓ
押 出 機	配合品の押出	40mm径、スクリー-20~80rpm
押出機用ダイス	配合品の押出	ペレットストランド用、シート用
造 粒 機	ストランドの切断	処理能力40kg/h
シート造粒機	シートの切断	処理能力40kg/h
プラストグラフ	熔融特性測定など	Bravender PLV151 相当
フローテスター	熔融特性測定	定荷重押出式、10~500kg/cm ²
引 張 試 験 機	強伸度測定など	ロードセル形、5~500kg荷重
衝 撃 試 験 機	衝撃強度測定	Charpy形、50~150kg-cm
油 圧 プ レ ス	試料作成用	加熱プレス用 40トン
油 圧 プ レ ス	試料作成用	冷却プレス用 40トン
試 料 調 製 機	試験片作成用	試験片切出し用
硬 度 計	硬度測定用	Shore 硬度 A・D用
水 分 計	水分測定用	Karl Fischer 形

(4) 品質管理実施計画表の作成

品質管理の基本方針に基づいて、職場別に個別項目の実施計画表を作成することを勧める。この表の具体項目には「収率の1%向上」のように記し、管理項目には実施上の重要なものを記す。各年度末に達成率をだし、未達項目についてはその原因と対策を十分討議して次年度の参考とする。

(5) 品質週間の設定

工場全体または各職場ごとの品質週間設定を勧める。これは工場または各職場で最も有効と思われる時期に年数回の品質週間をもうけ、1日当り数項目の点検を行ない、前回は比して改良された点、さらに改良を要する点を明らかにすることにより全員へのアピールと一層の向上に結びつけるものである。

(6) 試験・計測機器管理規定の充実

検査、品質管理の上で、製造条件の測定、中間品や製品の物性評価を行なう試験・計測機器の管理は重要である。これの管理規定の充実が必要である。

(7) 品質管理の現場指導

部下を持つ役職者は常に現場において品質管理の実施状況をチェックし、従業員を指導する必要がある。

4.4.5 設備管理の近代化計画

(1) 保全管理について

設備管理については年間の管理目標をたて、主要指標の達成に努力されている。この結果として突発故障が減少し、設備の稼働率が向上し、修理費が減少するなど数値としてあらわれることが必要である。例えば修理費については年々増加しており、この原因が何であるか把握して対策をとる必要がある。修理費データの取り方としては、原因別（突発保全、事後保全、予防保全、小修理など）、要素別（材料費、労務費）、機種別などに分類してデータがとれるようにすると、重点的に対策をたてやすくなる。

日本の保全管理は予防保全から生産保全を経て、TPM（Total Productive Maintenance－全員参加のPM）へと展開してきた。TPMは人間尊重・全員参加による設備の総合的効率化をねらったものである。すなわち、

- 1) 設備効率を最高にすること。
- 2) 設備の一生涯をととしたPMのトータルシステムを確立し、ライフ・サイクル・コスト・ミニマムを達成すること。
- 3) 設備部門、製造部門の全員が参加して、小集団活動でPMを推進すること。

である。今後、保全管理の充実を計るためTPMの導入について研究されることを勧めたい。

まず「自分の設備は自分で自主的に保全する」との考え方を製造部門の作業員に徹底させることが重要である。また、設備の日常の管理状態が一目瞭然でわかるような「目で見える管理」を行なうとか5S（整理、整頓、清掃、清潔、習慣）を定着させることがTPM活動の第一歩である。簡単にできることなので是非実行してほしい。

「目で見える管理」とは、減速機や油圧ユニットの油面計に上限、下限の表示を行ない、油種ラベルを張り付けるとか、配管の色分け表示や、バルブの開閉表示板の取り付けなどがその代表例である。

(2) 故障などの統計的処理

設備の種類別（例えば圧縮機類、ポンプ類、塔槽類などに分類）故障原因を統計的に把握し、原因の究明や対策立案に結びつけることを勧める。この統計の結果は関係者全員に周知徹底させ、設備の種類別対策や原因別対策を全員に考えさせる。

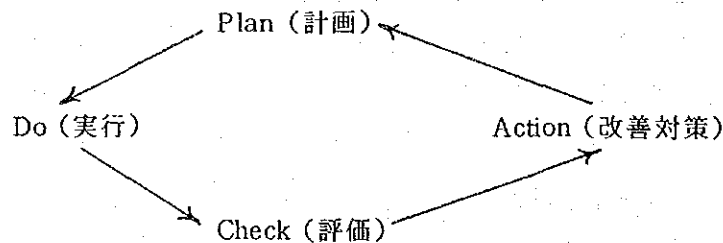
(3) 設備管理規定の充実

設備の種類別に管理規定を作成することを勧める。

4.4.6 教育訓練の近代化計画

(1) 問題解決手法の改善

各部門の業務レベルを向上させるには、PDCA サイクルの理解と実行が基本である。以下に述べる PDCA サイクルについて各階層への教育を実施することが望まれる。



(2) 安全教育の充実

化学工場における災害の原因としては、

- a) はさまれ、巻き込まれ
- b) 転倒、転落
- c) 物品の飛来、落下
- d) 高低温物や有害物との接触

などが多い。これらの原因別に予防対策や災害への対処方法の教育が重要である。

安全教育の基本として災害が発生した場合は、その大小にかかわらず報告書を現場で作成し提出させるべきである。

また、災害統計をまとめた結果は安全対策の基礎資料となるばかりでなく、安全教育の教材としても非常に有効である。

(3) 教育計画書の充実

各種の教育を行なうに際して、誰が見てもわかりやすい教育計画書を作成し、指導者のみならず教育を受ける人にも知らしめることが望ましい。

(4) 小集団活動の教育

小集団活動は現場の活性化などに非常に有用であるが、計画的に運営していくことにより効果的なものとなる。QCサークル運営計画書は各部門で原案を作り、教育部門が全工場の調整を行なうのが望ましい。

(5) 能力チェックリストの整備

教育の成果を上げるためには、教育対象者の能力を知ることが大切である。品質管理関係者の能力チェックリストを作り、これを適当な期間ごとにチェックすることにより教育の効果を知るとともに教育方法の検討にも役立つ。

(6) 自己診断表作成

教育対象者が自己診断を行なうことは本人の自覚をうながすとともに、指導者にとっても教育効果を知り、教育方法を改善するための良い資料となる。職位階層によって診断項目の内容は適当なものを選ぶべきである。

4.5 近代化計画のスケジュール

近代化計画のスケジュールを表 4.5-1 に示す。

スケジュールの概要は下記のとおりである。

- | | |
|----------------|------------------|
| (1) 近代化基本計画の立案 | 1987年4月～12月 |
| (2) 生産工程の近代化 | |
| 第1段階の近代化 | 1987年9月～1988年12月 |
| 第2段階の近代化 | 1988年6月～1989年12月 |
| 第3段階の近代化 | 1990年1月～1990年12月 |
| (3) 生産管理の近代化 | 1987年9月～1989年12月 |

表 4.5-1、近代化計画のスケジュール

年		1987	1988	1989	1990	
1.	近代化基本計画の立案	4月	12月			
2.	生産工程の近代化					
(1)	第1段階の近代化					
	既存設備の改造	9月	6月			
	生産技術の改善		1月	12月		
	自動制御装置、新設備導入		1月	12月		
(2)	第2段階の近代化					
	設備の新設		6月	12月		
	関連設備の補強		6月	6月		
(3)	第3段階の近代化					
	設備の能力増強				1月	12月
	近代化設備の導入				1月	12月
3.	生産管理の近代化					
	作業環境整備・安全対策	9月	12月			
	生産管理の充実・改善		1月	12月		

4.6 近代化計画実施上の留意点

- (1) 近代化計画の実施が急がれているが、技術改造の重要度、緊急性、実施の難易度から3段階に分けた計画を提案する。

各段階の計画内容については前述したとおりであるが、第1段階は既存設備の利用に重点をおき、運転条件最適化と安定化によりレベルアップを計るもので、ある段階までの改善、向上は期待できるが、最終目標の達成はできない。

第2段階は重合・乾燥全系列を新設するもので、多額の投資と建設期間が必要となるが、重合設備の根本的改善が行なわれるので最終目標の達成が可能となる。最終目標達成のため、本計画に対する評価、実施方針の決定を迅速に行ない、本計画が早急に実施されることを期待する。

第3段階は、将来にそなえた近代化計画であり、中国におけるポリ塩化ビニルの需要動向を見きわめて進めるべきものであるが、日本における経緯をみてもユーザーの要求の高度化、多様化および労務費の上昇は近い将来かならずくるべきものであり、現段階より研究すべき課題と考える。

- (2) 近代化計画のスケジュールについては、4.5項で提案したが、これは合肥化工廠の全体将来計画により再編成してほしい。

なお、生産管理面からの近代化は、生産工程面の近代化の第2段階改造が終了するまで完了していることが望ましい。

- (3) 近代化計画における設備の改造は、資金を投入すれば比較的容易に形はできあがるが、生産技術および生産管理の改善、向上は、工場の方針と従業員の資質による面が大きく、その向上のためには努力と時間が必要である。

まず、近代化計画の第1段階で導入技術を決定し、これに基づき従業員の教育・訓練を十分に行ない、また、生産管理面の向上を行なうことにより、第2段階の新設備が初期の計画どおりの効果が発揮できることになる。

優秀な設備、レベルの高い生産技術および生産管理の歯車がかみ合っこそ近代化の目標が達成できるということを工場幹部から全従業員まで認識することが重要である。

- (4) 近代化された設備を円滑に運転し生産を維持してゆくためには、設備管理の充実が必要である。特に、自動化された設備の保全には計装技術者・技能者が必要であり、また、脱水機のような高速回転機械、重合缶のメカニカルシールなどの保全のためには優秀な仕上技能者が必要である。

- (5) 近代化に要する費用については、機器代は日本における現時点のFOB価格とし、技術料、設計費および現地における諸工事費は含まれていない。

実際の予算作成時には、海外から導入しなければならない技術料、設計費、機器資材

費と中国で調達できる設計費、機器資材費、現地工事費とに分けて予算を組む必要がある。

第5章 結論と勧告

1. 本調査の結果、合肥化工廠のポリ塩化ビニルの品質は、カーバイド法同業他社に比し、1級品率、正品率において中低位にあり、フィッシュアイ数および残留モノマー量においても国家標準の基準値を越えるものもある。

品種については、国家標準ではSG1からSG7までの7品種を規定しているが、合肥化工廠では現在SG2からSG4までの3品種しか製造できずSG5からSG7までの低重合度品種が製造できない。

したがって近代化の最重点目標は、品質の向上と7品種のポリ塩化ビニルを製造できるように設備の改造、生産技術の改善、向上および生産管理の充実を行なうことであり、以下に述べる第2段階までは是非、実施する必要がある。

2. 近代化の計画は、技術改造の重要度、緊急性、実施の難易度から3段階に分けた計画を提案した。

第1段階は、既存設備の利用に重点をおき、運転条件最適化と安定化によりレベルアップを計るもので、比較的少ない設備投資である段階までの効果が期待できるので早急に実施することを提案する。

第2段階は重合、乾燥全系列を新設するもので、多額の投資と建設期間が必要となるが、重合設備の根本的改善が行なわれるので、最終目標の達成が可能となる。ただし、この設備に見合った生産技術のレベルアップと生産管理の充実があってこそ達成できるということを確認する必要がある。

第3段階は、将来にそなえた近代化計画であるが、近い将来かならずくるべきものとの認識で研究を進めてほしい。

合肥化工廠は、安徽省では最大のポリ塩化ビニル工場で経済効果もよく、品質管理面でも先進企業に選定された指導的立場にある企業である。工廠方針目標展開図にも表示されているように工廠方針目標はしっかりしたものがあるので、本報告書による近代化計画を実施することにより早期にその期待値を達成できると確信する。工場幹部から全従業員までのなお一層の努力を期待したい。

JICA