

8. 近代化計画の実行手順とスケジュール

工場近代化計画の実行手順の考え方は次のとおりである。

- (1) 報告書の評価／全員の意思統一
- (2) 計画と実行の結果について評価を各段階で行う／必要であれば変更計画を立てる。
- (3) 生産管理・財務管理の計画実施は早期に実施することとし、1998年末を目標とする。

(4) 近代化計画実施の日程

①経営方針設定と近代化計画の立案	1997年8月～1997年9月
②計画実施上の評価	1997年10月～2000年12月
③生産／財務管理面の近代化実施	1997年10月～1998年12月
④品質管理面の近代化実施	1997年10月～1998年12月
⑤生産工程面の近代化実施	1997年10月～2000年12月

以上の結果を図-15に示す。

図一15 有機化工廠近代化計画日程

		1997	1998	1999	2000	2001
		評価・準備		計画・実行・評価		
全工程の中の位置づけ						
生産量 (t/年)	ホルマリン	[11,000]	(+1,000/12,000)	(+2,000/14,000)	(+30,000/44,000)	
	フェノール樹脂	[2,000]		(+1,600/3,600)		(+5,000)
	成形材料	[2,000]		(+2,000/4,000)	(+1,000/5,000)	
1. 全般						
(1) 近代化計画評価		→	→	→	→	→
2. 生産工程の近代化						
(1) ホルマリン		↑	↑	↑	↑	↑
	第1案 (改造)					
	第2案 (改造)					
	第3案 (新設)					
	フェノール樹脂					
	第1案 (改造)					
	第2案 (新設)					
(3) 成形材料						
	第1案 (改造)					
	第2案 (新設)					
3. 生産管理・財務管理の近代化						
(1) 技術基盤の整備等						
(2) O A化						

9. 近代化計画実施上の留意点

前章までに有機化工廠の近代化計画と各種の方策について提案したが、本章ではこれらの近代化計画を実施する上での留意点について述べる。

(1) プロジェクトチームの編制による、意識統一／情報共有化

本近代化計画は対象製品毎に、いくつかの段階を経て実行することとなる。一方、対象製品は製品として外販されると同時に、廠内で次の製品の原料として使用される関係にあり、有機的な繋がりががあるので、近代化計画の業務遂行に当たっては、有機化工廠の関係組織を上げて取り組む必要がある。従って、効率的かつ効果的に進めるためには、廠長を総括責任者とした近代化計画実行組織を編成し、さらに、その下に各近代化計画については、担当職場を含む関係者によるプロジェクトチームを編成し、業務の意識統一および情報の共有化を図って取り進める必要があると考える。

(2) コストと品質意識の向上

工場の近代化は設備（ハード）を導入することだけでなく、製造に関する全ての技術力（ソフト）を引き上げる努力が必要である。例えば、技術・設備に対する理解、設備の能力を引き出す技術・工夫を全員の総力を結集して行う必要がある。そのためには、従来の職務分掌により区分された単能職務要員から、車間や廠全体を考えることができる多能職務要員への転換を図り、業務に関しては、常に「競争力のある製品コストと品質」を意識することが重要である。

(3) 外部の技術を利用する技術レベルの向上

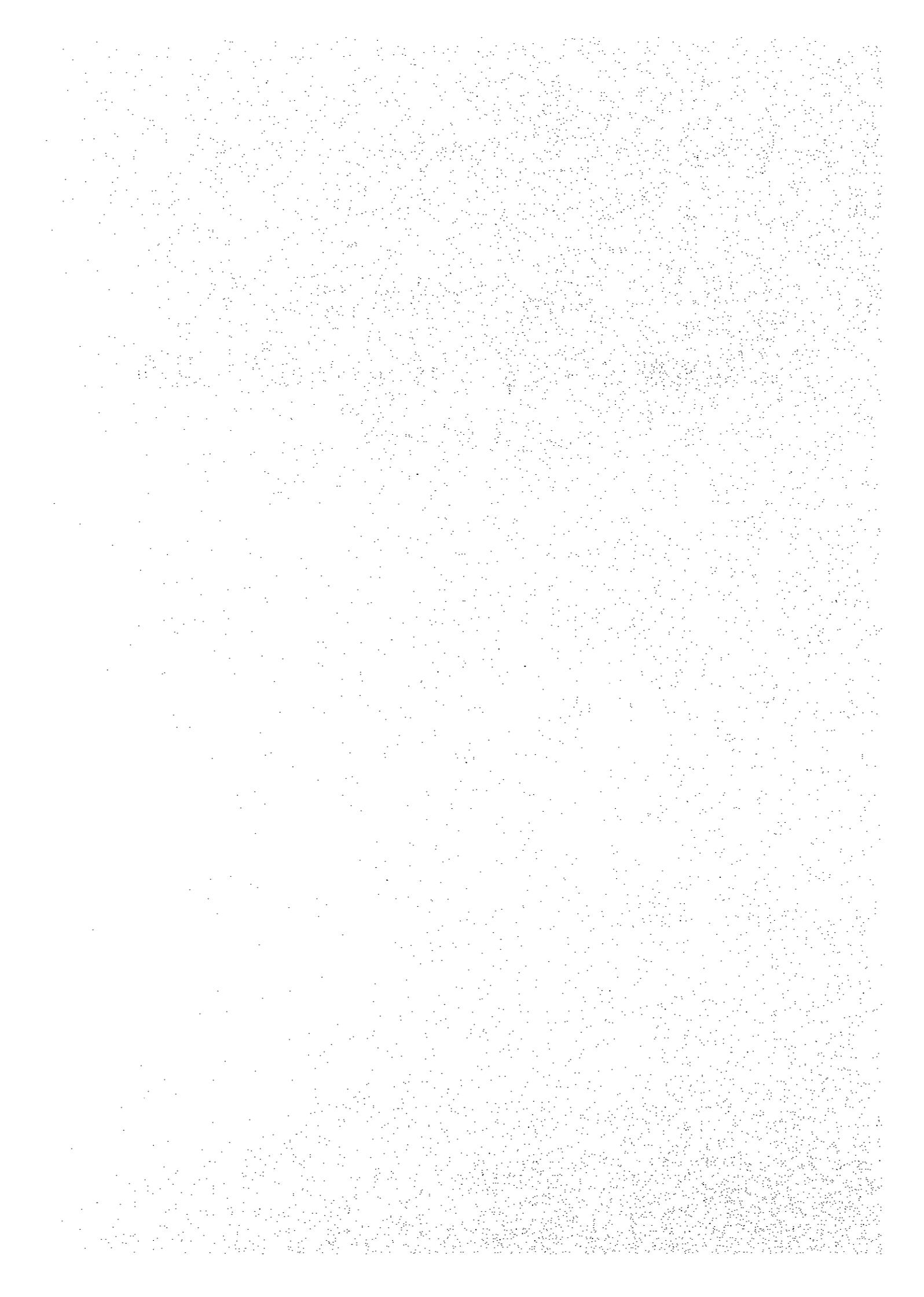
現在、修繕を必要とする機器・計器類が多数ある。近代化計画が実施される場合には、これらの修理・改善は経済効果や費用面で決定するのではなく、外部企業の専門性に関して、その技術力（使用条件面からの判断・故障発生の原因解明・故障の修理方法・再発防止方法・維持管理方法等）を評価し、決定・実施する。そして、その技術経験を廠内に蓄積させ、技術力向上に繋げることが重要である。

(4) プロセスの導入検討は慎重に

本調査で提案した近代化計画の一部には、中国国内で開発されていないプロセスや設備類がある。これらの導入に当たっては、国内及び海外の情報を十分入手し検討を進める。場合によっては、情報を得るために海外の視察も必要である。基本的には技術導入に関して、十分な実績をもつライセンサーと業務を進めることが重要である。

(5) 本報告書の近代化計画に要する費用算出は、現時点での日本国内価格ベースである。そして、この価格に現地調査で入手した情報を基に設定した換算率を使用して計算した、中国価格としての参考値である。実行予算作成時には再度内容の詳細を決定し、積算を行う必要がある。

中華人民共和國
工場(太原化学工業—有機化工)近代化計画
調査報告書



－ 目 次 －

第Ⅰ編 序論	
1. 調査の背景	I - 1
2. 調査の目的	I - 1
3. 調査の対象工場及び対象製品	I - 1
4. 調査の内容（対象範囲）	I - 2
5. 現地調査団の編成、日程、工場面談者	I - 6
第Ⅱ編 工場概要	
1. 山西省の概要	II - 1
1. 1 山西省の自然条件	II - 1
1. 2 山西省の社会的環境	II - 1
1. 3 山西省の経済的環境	II - 2
2. 太原市の概要	II - 3
2. 1 太原市の自然条件	II - 3
2. 2 太原市の社会的環境	II - 3
2. 3 太原市の経済的環境	II - 3
3. 工場概要	II - 5
3. 1 有機化工廠の基本形態	II - 5
3. 2 太原化学工業集団公司の概要	II - 5
3. 3 工場配置（敷地・建物）	II - 10
3. 4 製品及び生産	II - 13
3. 5 製造設備	II - 14
3. 6 組織及び人員	II - 15
3. 7 原材料・副資材	II - 20
3. 8 製品在庫	II - 21
3. 9 販 売	II - 21
3. 10 生産計画及び生産実績	II - 22
3. 11 工場管理	II - 25
3. 12 保全工場	II - 25
3. 13 環境・安全対策	II - 25
3. 14 用 役	II - 26
3. 15 省エネルギー対策	II - 28
3. 16 工場外物流	II - 29
3. 17 問 題 点	II - 29
第Ⅲ編 生産工程（現状と問題点）	
1. ホルマリン	III - 1
1. 1 生産工程概要	III - 1
1. 2 生産設備	III - 14
1. 3 製造プロセス	III - 22
1. 4 生産検査	III - 35

1. 5	環境・安全対策	Ⅲ - 37
1. 6	ホルマリン生産に関する問題点	Ⅲ - 39
2.	フェノール樹脂	Ⅲ - 41
2. 1	生産工程概要	Ⅲ - 41
2. 2	製造プロセス	Ⅲ - 53
2. 3	生産設備	Ⅲ - 63
2. 4	作業計画と作業指示	Ⅲ - 67
2. 5	生産検査	Ⅲ - 68
2. 6	環境・安全対策	Ⅲ - 73
2. 7	フェノール樹脂生産に関する問題点	Ⅲ - 76
3.	成形材料	Ⅲ - 77
3. 1	生産工程概要	Ⅲ - 77
3. 2	製造プロセス	Ⅲ - 88
3. 3	生産設備	Ⅲ - 98
3. 4	作業計画と作業指示	Ⅲ - 105
3. 5	生産検査	Ⅲ - 106
3. 6	成形材料の研究体制	Ⅲ - 117
3. 7	環境・安全対策	Ⅲ - 117
3. 8	成形材料生産に関する問題点	Ⅲ - 118
第Ⅳ編 生産管理（現状と問題点）		
1.	技術開発	Ⅳ - 1
1. 1	担当部門・体制・人員	Ⅳ - 1
1. 2	技術開発テーマ・開発方法	Ⅳ - 3
1. 3	技術報告書	Ⅳ - 5
1. 4	技術情報	Ⅳ - 5
1. 5	開発実績と今後の予定	Ⅳ - 6
1. 6	技術開発に係わる問題点	Ⅳ - 9
2.	販売管理	Ⅳ - 10
2. 1	担当部門・体制・人員	Ⅳ - 10
2. 2	販売計画（作成方法と生産計画の関係）	Ⅳ - 11
2. 3	販売価格と売掛金回収	Ⅳ - 12
2. 4	クレーム情報	Ⅳ - 13
2. 5	客先からの各種要望状況（販売先調査結果）	Ⅳ - 13
2. 6	販売科に係わる問題点	Ⅳ - 15
3.	調達管理	Ⅳ - 16
3. 1	担当部門・体制・人員	Ⅳ - 16
3. 2	調達計画	Ⅳ - 17
3. 3	調達予算	Ⅳ - 17
3. 4	納期管理	Ⅳ - 18
3. 5	調達業務に関する帳簿・伝票類	Ⅳ - 18
3. 6	発注実績	Ⅳ - 19

3. 7 調達管理に係わる問題点	IV - 19
4. 在庫管理	IV - 20
4. 1 担当部門・体制・人員	IV - 20
4. 2 在庫品の種類・数量	IV - 24
4. 3 在庫管理の方法	IV - 24
4. 4 適正在庫の考え方	IV - 25
4. 5 在庫管理に係わる問題点	IV - 25
5. 工程管理（生産計画と実績管理）	IV - 27
5. 1 担当部門・体制・人員	IV - 27
5. 2 生産計画立案方法	IV - 29
5. 3 生産実績管理（管理の目的）	IV - 30
5. 4 工程技術管理	IV - 31
5. 5 工程管理に係わる問題点	IV - 31
6. 品質管理	IV - 32
6. 1 担当部門・体制・人員	IV - 32
6. 2 品質管理体系	IV - 32
6. 3 品質検査	IV - 34
6. 4 不合格品処理方法	IV - 35
6. 5 クレーム処理方法	IV - 35
6. 6 品質管理に係わる問題点	IV - 36
7. 設備管理	IV - 37
7. 1 担当部門・体制・人員	IV - 37
7. 2 設備の保全基準（基準／計画）	IV - 38
7. 3 設備保全業務	IV - 41
7. 4 設備保全に係わる問題点	IV - 44
8. 安全管理	IV - 46
8. 1 担当部門・体制・人員	IV - 46
8. 2 安全管理体系	IV - 47
8. 3 安全教育	IV - 48
8. 4 安全活動の状況	IV - 49
8. 5 安全管理に係わる問題点	IV - 52
9. 教育・訓練	IV - 53
9. 1 担当部門・体制・人員	IV - 53
9. 2 階層別教育体系	IV - 53
9. 3 教育・訓練の方法	IV - 54
9. 4 教育訓練の状況（訓練の実態／TQC等を含む）	IV - 55
9. 5 教育訓練に係わる問題点	IV - 56
10. 環境対策	IV - 57
10. 1 担当部門・体制・人員	IV - 57
10. 2 適用法規と基準	IV - 58
10. 3 集団会社との関係	IV - 58
10. 4 環境対策設備	IV - 59

10. 5	環境対策の将来計画	IV - 59
10. 6	環境対策に関する問題点	IV - 60
第V編 財務管理（現状と問題点）		
1.	財務管理状況	V - 1
1. 1	集团公司における有機化工廠の会計上の位置づけと 会計処理準拠基準	V - 1
1. 2	財務管理担当組織・体制・人員	V - 6
1. 3	財務管理の体系	V - 7
1. 4	予算統制、利益管理状況	V - 15
1. 5	資金管理状況	V - 17
1. 6	1993年～1996年度財務諸表推移表	V - 18
2.	製品製造原価ならびに製品別損益管理状況	V - 22
2. 1	製造原価計算体制	V - 22
2. 2	部門別、製品別、グレード別計算手順	V - 22
2. 3	要素別原価計算手順	V - 23
2. 4	1996年度計画ならびに実績製品別、グレード別販売総利益計算	V - 24
3.	財務管理から見た経営上の問題点	V - 29
3. 1	1993年～1996年財務諸表経営比率分析	V - 29
3. 2	収益力の問題点	V - 30
3. 3	支払能力の問題点	V - 31
第VI編 近代化計画		
1.	近代化計画の目標と前提	VI - 1
1. 1	近代化計画の目標	VI - 1
1. 2	近代化計画の前提	VI - 2
2.	工場側より提示された近代化計画の構想	VI - 4
3.	近代化の重点課題	VI - 5
4.	生産工程面の近代化計画	VI - 6
4. 1	ホルマリン	VI - 7
4. 1. 1	近代化計画概要	VI - 7
4. 1. 2	第1案（現状設備における連続安定生産化）	VI - 10
4. 1. 3	第2案（第1案を織込んだ、能力増強）	VI - 15
4. 1. 4	第3案（新設計画）	V - 20
4. 2	フェノール樹脂	VI - 31
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	VI - 31
4. 2. 2	第1案	VI - 34
4. 2. 3	第2案	VI - 40
4. 3	成形材料	VI - 47
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	VI - 47
4. 3. 2	第1案	VI - 50
4. 3. 3	第2案	VI - 57

5. 生産管理面の近代化計画	VI-69
5. 1 技術開発	VI-69
5. 2 販売管理	VI-79
5. 3 調達管理	VI-81
5. 4 在庫管理	VI-82
5. 5 工程管理 (=生産管理)	VI-82
5. 6 品質管理	VI-95
5. 7 設備管理	VI-95
5. 8 安全管理	VI-96
5. 9 教育管理	VI-96
5. 10 環境対策	V-96
5. 11 生産管理全般の近代化のまとめ	VI-96
5. 12 生産管理の近代化計画導入による期待効果	VI-99
6. 財務管理面の近代化	VI-100
6. 1 財務分析から見た問題の所在	VI-100
6. 2 収益改善対策	VI-101
6. 3 経営管理手法による管理体制強化	VI-102
6. 4 収益達成目標の設定	VI-121
7. 設備投資額の試算	VI-122
7. 1 設備積算の前提	V-122
7. 2 総所要投資総額概要	VI-123
7. 3 近代化計画に要する費用	VI-125
7. 4 近代化計画導入による収益改善評価	VI-128
8. 近代計画の実行手順とスケジュール	VI-136
9. 近代化計画実施上の留意点	VI-138

— 表目次 —

表Ⅱ-1	主要建屋面積	Ⅱ-12
表Ⅱ-2	生産量推移(過去10年間)	Ⅱ-13
表Ⅱ-3	有機化工廠製品設備能力	Ⅱ-15
表Ⅱ-4	主要原材料の購入方法	Ⅱ-20
表Ⅱ-5	主要原材料の保管方法	Ⅱ-20
表Ⅱ-6	過去10年間の生産計画と実績	Ⅱ-24
表Ⅱ-7	冷却水の分析結果	Ⅱ-27
表Ⅱ-8	廠内用役価格	Ⅱ-28
表Ⅲ-1	ホルマリン車間の業務分担	Ⅲ-6
表Ⅲ-2	主要機器の履歴	Ⅲ-7
表Ⅲ-3	ホルマリンプラント停止状況	Ⅲ-9
表Ⅲ-4	原料精メタノール規格	Ⅲ-11
表Ⅲ-5	原料メタノール品質の実績例	Ⅲ-12
表Ⅲ-6	製品ホルマリン規格	Ⅲ-13
表Ⅲ-7	製品ホルマリン品質の実績例	Ⅲ-14
表Ⅲ-8	機器リスト(1)(2)(3)	Ⅲ-16
表Ⅲ-9	計測器リスト(1)(2)	Ⅲ-19
表Ⅲ-10	主要原単位実績	Ⅲ-22
表Ⅲ-11	ホルマリン分析用機器	Ⅲ-37
表Ⅲ-12	1991年～1996年の銘柄別生産実績	Ⅲ-47
表Ⅲ-13	過去1年間の月次生産実績	Ⅲ-48
表Ⅲ-14	主要設備の改造記録	Ⅲ-49
表Ⅲ-15	フェノール樹脂の銘柄別反応触媒	Ⅲ-55
表Ⅲ-16	真空ポンプの仕様	Ⅲ-58
表Ⅲ-17	代表的な樹脂 3銘柄の用途と技術標準	Ⅲ-58
表Ⅲ-18	代表的な樹脂 3銘柄の仕込み量と樹脂収量	Ⅲ-59
表Ⅲ-19	代表的な樹脂 3銘柄の合成条件	Ⅲ-59
表Ⅲ-20	フェノールの物質収支基礎データ	Ⅲ-61
表Ⅲ-21	フェノール樹脂車間の機器リスト(1)～(5)	Ⅲ-63
表Ⅲ-22	原料の受入検査項目(1)(2)	Ⅲ-68
表Ⅲ-23	原料の購入価格	Ⅲ-69
表Ⅲ-24	フェノール樹脂 中間管理基準	Ⅲ-70
表Ⅲ-25	分析組の分析器具 一覧表	Ⅲ-70
表Ⅲ-26	ノボラック樹脂の検査基準	Ⅲ-71
表Ⅲ-27	レゾール樹脂の検査基準	Ⅲ-71
表Ⅲ-28	ノボラック樹脂 BQ-205の検査基準	Ⅲ-72
表Ⅲ-29	1994年～1996年のフェノール樹脂の品質状況	Ⅲ-73
表Ⅲ-30	反応廃液の処理方法	Ⅲ-75
表Ⅲ-31	1991年～1996年の銘柄別成形材料の生産量	Ⅲ-84
表Ⅲ-32	1996年の月次 銘柄別 成形材料の生産量	Ⅲ-85

表Ⅲ-33	代表銘柄による原料仕込み技術標準	Ⅲ-91
表Ⅲ-34	代表銘柄による仕込み量の例	Ⅲ-91
表Ⅲ-35	一工場の主要機器リスト(1)~(3)	Ⅲ-98
表Ⅲ-36	二工場の主要機器リスト(1)~(3)	Ⅲ-101
表Ⅲ-37	三工場の主要機器	Ⅲ-103
表Ⅲ-38	ウロトロピン粉碎工程の主要機器	Ⅲ-103
表Ⅲ-39	成形材料車間の主原料の受入検査規格	Ⅲ-107
表Ⅲ-40	中国 国家標準 GB 1403-86の抜粋	Ⅲ-108
表Ⅲ-41	中国 国家標準 GB 1404-86の抜粋	Ⅲ-110
表Ⅲ-42	1994年~1996年度の主要な銘柄の品質状況	Ⅲ-115
表Ⅳ-1	開発実績(八五計画)	Ⅳ-7
表Ⅳ-2	廠内開発業務状況(95年度)	Ⅳ-7
表Ⅳ-3	九五製品開発企画一覧	Ⅳ-8
表Ⅳ-4	十五製品開発企画一覧	Ⅳ-8
表Ⅳ-5	97年概略調達予算	Ⅳ-17
表Ⅳ-6	倉庫別貯蔵能力	Ⅳ-25
表Ⅳ-7	過去3年間の主原料消費実績	Ⅳ-30
表Ⅳ-8	96年度大修理計画	Ⅳ-40
表Ⅳ-9	調査対象車間における故障の発生しやすい設備箇所	Ⅳ-44
表Ⅳ-10	過去の修理費用	Ⅳ-44
表Ⅳ-11	調査対象車間の潜在故障の修理・改善状況	Ⅳ-50
表Ⅳ-12	災害実績	Ⅳ-52
表Ⅳ-13	階層別教育体系	Ⅳ-54
表Ⅳ-14	1996年 各部門の教育実績	Ⅳ-55
表Ⅳ-15	有機化工廠における適用基準	Ⅳ-58
表Ⅳ-16	環境対策設備	Ⅳ-59
表Ⅴ-1	勘定・帳簿体系	Ⅴ-8
表Ⅴ-2	貸借対照表推移(1)(2)	Ⅴ-19
表Ⅴ-3	損益計算書推移	Ⅴ-21
表Ⅴ-4	要素別原価計算手順	Ⅴ-24
表Ⅴ-5	1996年度計画 製品別販売総利益表(1)(2)	Ⅴ-25
表Ⅴ-6	1996年度実績 製品別販売総利益表(1)(2)	Ⅴ-27
表Ⅴ-7	経営分析比率とりまとめ表	Ⅴ-30
表Ⅵ-1	計画案における生産量・課題の相関	Ⅵ-6
表Ⅵ-2	現状の問題点と対応	Ⅵ-9
表Ⅵ-3	ホルマリンプラントの近代化計画の全体像	Ⅵ-10
表Ⅵ-4	追加更新計器リスト	Ⅵ-11
表Ⅵ-5	使用済み触媒の蛍光X線分析結果	Ⅵ-12
表Ⅵ-6	能力増加の試算	Ⅵ-17
表Ⅵ-7	適用プロセスの比較	Ⅵ-21

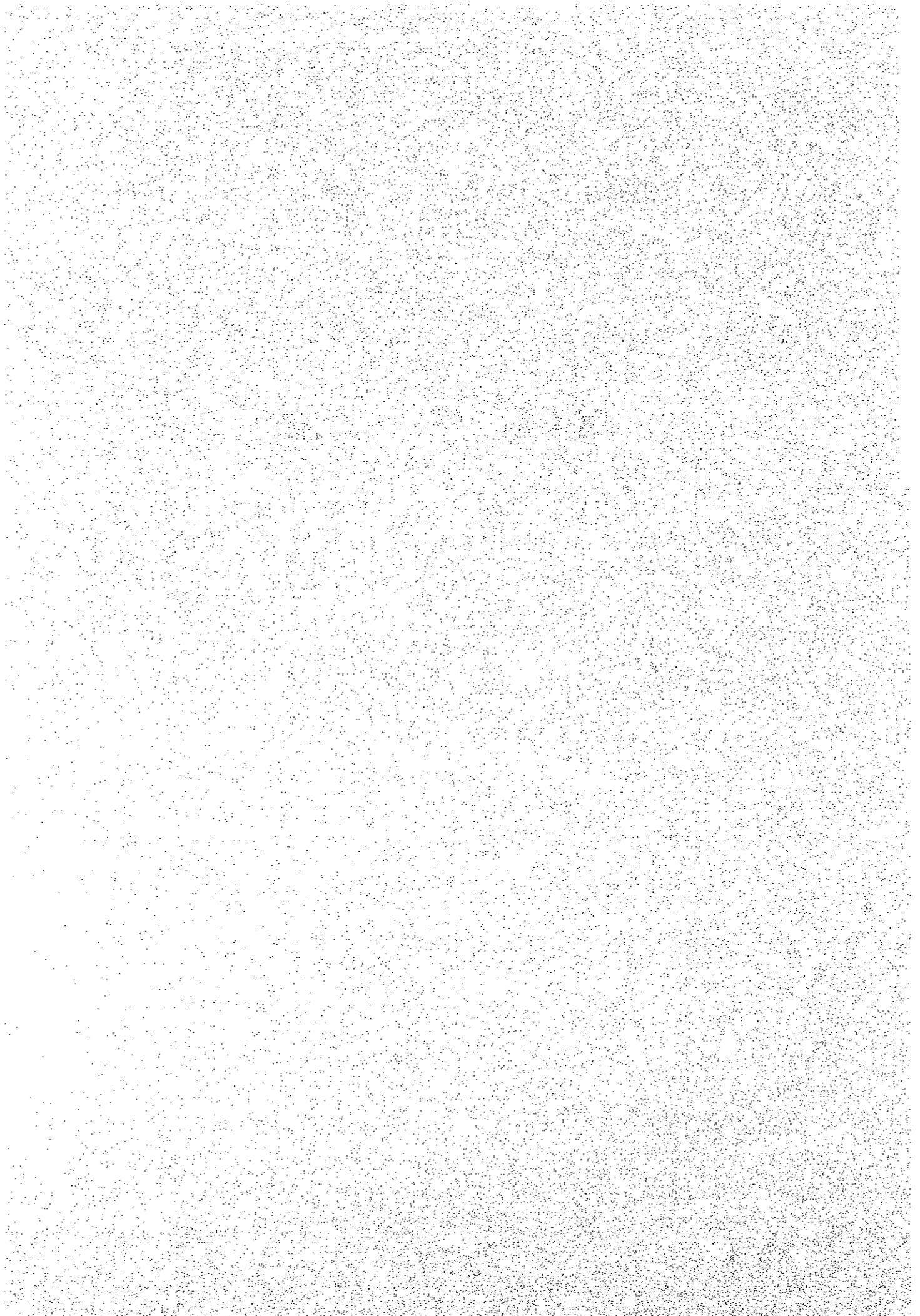
表VI-8	ホルマリン新プラント機器リスト	VI-28
表VI-9	ホルマリン新プラント計器リスト	VI-29
表IV-10	フェノール樹脂工場の近代化計画の全体像	IV-32
表VI-11	フェノール樹脂工場の問題点と近代化計画の対応	VI-33
表VI-12	フェノール樹脂の近代化「第1案」(1)(2)	VI-34
表VI-13	第1案に必要な主要機器リスト	VI-36
表VI-14	マテリアル バランスの比較	VI-39
表VI-15	フェノール樹脂の近代化「第2案」	VI-40
表VI-16	第2案に必要な主要機器リスト(1)~(3)	VI-41
表VI-17	5m3反応缶によるマテリアル バランスの例	VI-43
表VI-18	成形材料工場の近代化計画の全体像	VI-50
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	VI-50
表VI-20	一工場の集塵機の改善計画	VI-52
表VI-21	二工場の集塵機の改善計画	VI-52
表VI-22	第1案に必要な機器リスト	VI-56
表VI-23	ガラス フェノール製造工場の機器リスト(1)(2)	VI-68
表VI-24	開発科に必要な試作設備、分析機器のリスト	VI-70
表VI-25	化学プラントの生産要素技術	VI-74
表VI-26	化学生産会社の企業技術体系	VI-75
表VI-27	日本企業の技術要員配置	VI-79
表VI-28	中国企業(有機化工廠)の技術要員配置	VI-80
表VI-29	化学プラントの生産業務	VI-87
表VI-30	化学プラントの運転操作	VI-88
表VI-31	経営分析比率主指標	VI-102
表VI-32	93年~1996年度財務諸表(1)(2)	VI-108
表VI-33	96年実績 経営 損益 分析 表	VI-113
表VI-34	97年度計画 経営 損益 分析 表	VI-115
表VI-35	直接原価計算による製品別収益力比較例	VI-118
表VI-36	製品別・グレード別直接原価計算ならびに変動費利益計算(1)(2)	VI-119
表VI-37	97年度製品別変動費利益率表	VI-121
表VI-38	フェノール樹脂グレード別直接原価・変動費利益率比較	VI-121
表VI-39	フェノール樹脂 原価差異	VI-122
表VI-40	近代化費用集計表	VI-126
表VI-41	ホルマリンプラントの近代化計画に要する費用	VI-127
表VI-42	フェノール樹脂プラントの近代化計画に要する費用	VI-128
表VI-43	成形材料プラントの近代化計画に要する費用	VI-129
表VI-44	ホルマリンの販売価格・変動費原価等	VI-131
表VI-45	フェノール樹脂・成形材料の販売価格・変動費原価等	VI-132
表VI-46	ホルマリンプラント改善・新設収益性評価計算	VI-134
表VI-47	フェノール樹脂・成形材料プラント改善・新設収益性評価計算	VI-135
表VI-48	フェノール樹脂改善&成形材料自動車用新設総合収益性評価計算	VI-136
表VI-49	フェノール樹脂改善&成形材料自動車用新設総合収益性評価計算	VI-137

— 図目次 —

図 I - 1	調査フローチャート	I - 5
図 II - 1	太原位置図	II - 7
図 II - 2	集团公司構成主要企業図	II - 8
図 II - 3	化学製品関連図	II - 9
図 II - 4	集团公司からの原料確保のフロー	II - 10
図 II - 5	全体配置図	II - 11
図 II - 6	工場内製品授受フロー	II - 13
図 II - 7	有機化工廠 組織 (旧)	II - 16
図 II - 8	有機化工廠 組織 (新)	II - 17
図 II - 9	生産計画の構成	II - 23
図 II - 10	廠内蒸気圧力系統	II - 28
図 III - 1	銀法の一般的ブロックフロー	III - 1
図 III - 2	鉄法の一般的ブロックフロー	III - 2
図 III - 3	有機化工廠ホルマリンプラントブロックフロー	III - 3
図 III - 4	ホルマリン車間の組織と人員	III - 5
図 III - 5	プロセスフローシート	III - 15
図 III - 6	ホルマリン車間配置図	III - 21
図 III - 7	物質収支	III - 23
図 III - 8	圧力・熱バランス	III - 24
図 III - 9	フェノール樹脂・生産工程のブロックフロー	III - 43
図 III - 10	フェノール樹脂車間の組織	III - 45
図 III - 11	フェノール樹脂車間の全体平面図	III - 51
図 III - 12	フェノール樹脂車間・主建屋 2 階、3 階平面図	III - 52
図 III - 13	フェノール樹脂車間のフローシート	III - 56
図 III - 14	代表的な樹脂 3 銘柄の合成操作方法	III - 60
図 III - 15	フェノール樹脂 製品検査 分析報告書	III - 72
図 III - 16	成形材料・生産工程のブロックフロー	III - 79
図 III - 17	成形材料車間の組織と人員配置	III - 82
図 III - 18	フェノール樹脂成形材料車間の全体配置図	III - 86
図 III - 19	フェノール樹脂成形材料車間のフローシート	III - 89
図 III - 20	クラール法 流動性試験器	III - 114
図 IV - 1	技術開発科組織	IV - 1
図 IV - 2	技術改造科組織	IV - 1
図 IV - 3	開発業務分担	IV - 2
図 IV - 4	販売科組織	IV - 10
図 IV - 5	調達科組織	IV - 16
図 IV - 6	貯蔵運輸科組織	IV - 20

図IV-7	受注から出荷までの流れ	IV-22
図IV-8	生産計画部門の組織(企業管理科)	IV-27
図IV-9	生産状況管理部門の組織(生産科)	IV-27
図IV-10	生産実績管理部門の組織(技術開発科/エネルギー計量科)	IV-27
図IV-11	品質管理指導組	IV-32
図IV-12	設備科の組織人員	IV-37
図IV-13	エネルギー計量科	IV-37
図IV-14	機械修理車間の組織人員	IV-37
図IV-15	日常点検修理手順	IV-42
図IV-16	安全管理上部体系	IV-46
図IV-17	有機化工廠安全管理体制	IV-46
図IV-18	安全消防科	IV-46
図IV-19	事故処理	IV-51
図IV-20	人事労資料の組織	IV-53
図IV-21	廠内教育訓練連絡組織	IV-53
図IV-22	環境管理の組織	IV-57
図V-1	財務管理担当組織図	V-6
図V-2	会計報告書体系図	V-7
図V-3	中国税務体系図	V-13
図V-4	製造原価計算体制図	V-22
図V-5	原料・製品フロー	V-23
図VI-1	空気加熱器設置変更部	VI-13
図VI-2	配管変更部	VI-14
図VI-3	新設製品貯槽配置図	VI-19
図VI-4	鉄触媒法ホルマリン製造プロセスフロー	VI-25
図VI-5	鉄触媒法ホルマリン製造物質収支	VI-27
図VI-6	新設ホルマリンプラント配置図	VI-30
図VI-7	推定 ノボラック合成パターン	VI-39
図VI-8	フェノール樹脂新工場のフローシート	VI-45
図VI-9	フェノール樹脂新工場の配置図(1)(2)	VI-46
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	VI-60
図VI-11	ガラスフェノールの製造工程図	VI-65
図VI-12	ガラスフェノール製造工場の機器配置図(1)(2)	VI-66
図VI-13	製造部 Man-Hour 月報解析(例)	VI-90
図VI-14	損益分岐点図表	VI-111
図VI-15	96年度実績損益分岐点図表	VI-114
図VI-16	97年度計画損益分岐点図表	VI-116
図VI-17	近代化計画日程	VI-139

第 I 編 序 論



第 I 編 序 論

1. 調査の背景

中華人民共和国は1979年以来「調整・改革・整頓・向上」の方針のもとに、新しい社会主義経済体制下における経済開発のため、工業の活性化に取り組むとともに、1982年の党大会で、西暦2000年までに農工生産を1980年の4倍に拡大するとの計画を発表した。

さらに、同国政府は、この目標達成の一環として投資効果の高い既存工場の近代化を図ることとし、わが国に対しても協力を要請してきた。これを受けて国際協力事業団（以下事業団と称す。）は1981年度から1995年度にかけて104の既存工場の近代化計画調査に協力してきた。

本件調査は、上記近代化計画調査事業の一環として、1996年度中国政府より要請のあった「太原化学工業－有機化工」に対して近代化計画を実施するものであり、事業団は1996年7月に予備調査団を派遣し、1996年10月9日付で中華人民共和国国家経済貿易委員会と署名した、「中華人民共和国（太原化学工業－有機化工）工場近代化計画調査実施細則」に則り、実施したものである。

2. 調査の目的

工場調査および調査結果の分析に基づき既存設備の有効利用に重点を置いた、生産能力、生産工程技術、生産管理および財務管理の向上・改善に関する近代化計画を提案することを目的とする。

また、本調査の期間中、調査に参画する中国側専門家に対し、現地調査業務を通じ工場近代化に関する技術移転を行う。

3. 調査の対象工場及び対象製品

本調査で対象とする工場及び製品は次の通りである。

- 対象工場 : 山西省 太原化学工業集团公司有機化工廠
- 対象製品 : ホルマリン、フェノール樹脂、成形材料(*)

(*)：当初アルキルフェノールを対象製品としていたが、第1次現地調査時、当該プラントは原料事情により運転していないため、成形材料への変更を事業団の了解の基、調査団および有機化工廠双方で合意した。

4. 調査の内容

調査は中国における現地調査と日本における国内調査により構成される。

4.1 現地調査

現地調査においては、主に以下の作業を行った。

(1) 工場概要調査

- 1) 工場所在地の概要
- 2) 太原化学工業集団会社の概要と関係
- 3) 建物・敷地
- 4) 製品
- 5) 製造設備
- 6) 組織及び人員
- 7) 原材料, 副資材
- 8) 製品在庫
- 9) 販売
- 10) 生産計画及び生産実績
- 11) 工場管理
- 12) 保全工場
- 13) 環境・安全対策
- 14) 用役
- 15) 省エネルギー対策
- 16) 工場外物流
- 17) 工場関連法規及び規格

(2) 生産工程調査

調査対象製品であるホルマリン・フェノール樹脂・成形材料のプラント別及び工程別に、生産工程に関する以下の項目を調査する。

- 1) 基本的事項
- 2) 製品別課題：各々の生産に付随する課題
- 3) 検査工程：製品別に受入・中間・製品検査

(3) 生産管理調査

対象工場の生産管理について、以下の項目を調査する。

- 1) 全般的事項
- 2) 技術開発（実施細則記載の「設計管理」を工場の特質から技術開発とする。）
- 3) 調達管理
- 4) 在庫管理
- 5) 工程管理（生産計画と製造管理）
- 6) 品質管理
- 7) 設備管理
- 8) 安全管理
- 9) 教育・訓練
- 10) 環境対策

(4) 財務管理調査

対象工場の財務管理について、以下の項目を調査する。

- 1) 財務管理状況
- 2) 製造原価分析

(5) 近代化目標の確認調査

- 1) 有機化工廠の希望する計画の目標、前提等内容
- 2) 近代化計画の実施スケジュール
- 3) 近代化に要する投資額
- 4) 近代化計画実施上の留意点（環境配慮を含む）

(6) 工場改善に関する提案

- 1)生産工程面からの提案・協議
- 2)生産管理面からの提案・協議
- 3)財務管理面からの提案・協議

(7) 販売先調査

- 1)客先が抱えている問題点（価格・品質・包装形態・納期 等）
- 2)客先が希望する要望点（価格・品質・納期 等）
- 3)客先の用途

4.2 国内調査

日本国における国内調査においては、中国における現地調査の結果を踏まえ、以下の項目により構成される報告書を取りまとめた。

- (1) 工場の概要
- (2) 工場近代化計画の目標
- (3) 生産工程の現状と問題点
- (4) 生産管理の現状と問題点
- (5) 財務管理の現状と問題点
- (6) 工場近代化計画
 - 1) 生産管理の近代化計画
 - 2) 生産工程の近代化計画
 - 3) 財務管理の近代化計画
 - 4) 実施スケジュール
 - 5) 経費
 - 6) 実施上の留意点（環境配慮を含む）

さらに、現地調査で提案した工場改善提案及びさらに将来実施可能な改善策等を整理・纏めて、改善事例集を作成する。

4.3 調査の基本的流れ

事前調査より最終報告書の作成に至る、調査全体の基本的流れを図1-1に示す。

5. 現地調査団の編成、日程、工場面談者

現地調査は第1次調査として1996年12月14日から同月26日の13日間、第2次現地調査として1997年2月23日から3月29日の35日間で実施した。

現地調査団の編成、調査日程及び有機化工廠の主要面談者は次の通りである。

(1) 調査団の編成

総括	佐藤 晋	三菱化学エンジニアリング(株)
生産工程 (ホルマリン)	今野 力	三菱化学エンジニアリング(株)
生産工程 (フェノール樹脂、成形材料)	武内 邦夫	フドー(株)
生産管理	佐久間邦夫	三菱化学エンジニアリング(株)
財務管理	辻 隆明	三菱化学エンジニアリング(株)
設備積算	市原 史郎	三菱化学エンジニアリング(株)
通訳	平山 梅芳	(株)日本開発サービス (1・2次)
通訳	斉 新代	三菱化学エンジニアリング(株)(3次)

(2) 現地調査の日程

o 第1次現地調査

1996年12月14日	移動(成田→北京→太原)
16日～24日	有機化工廠工場調査
25日	移動(太原→北京) 中華人民共和国国家経済貿易委員会
26日	国際協力事業団中国事務所へ報告 移動(北京→成田)

o 第2次現地調査

1997年2月23日	移動(成田→北京→太原)
2月24日～3月26日	有機化工廠工場調査
3月10日	設備積算担当: 移動(成田→北京→太原)
3月27日	移動(太原→北京)
28日	中華人民共和国国家経済貿易委員会 国際協力事業団中国事務所へ報告
29日	移動(北京→成田)

(3) 中国側主要面談者

1. 有機化工廠

廠長	徐慶魁	副工場長	劉会敏
總工程師	劉清利	總會計師	梁躍飛
廠長助理	田文卿	副總工程師	程立惠
財務科長	原晋英	生產科長	王好昌
副總工程師	何家駒	品質管理科長	李文清
勞資科長	趙瑾瑜	設備管理科長	武雲德
計量能源科長	暴愛忠	清欠弁	王晋祥
技術改造科長	高錫田	供應科	郝春燕
物管科長	李健	環境管理工程師	閻新萍
技術開發科副科長	張巧玲	動力車間主任	段欽讓
經營部副部長	程美群	／科長	王潔
ホルマリン車間主任	雷繼承		
フェノール樹脂車間主任	李永祥		
成形材料工程師	胡学林	／車間主任	沈忠武
助劑車間主任	張沢民		
通 訊	王永禮		
通 訊	石衛東		

2. 太原化学工業集团公司

總經理	武樹和	科技部部長	張文智
-----	-----	-------	-----

3. 山西省化工設計院

院 長	牛振奎	副 院 長	張家陶
副 院 長	程林長	總工程師	杜從讓

4. 陽曲人造板廠

廠 長	載建忠		
-----	-----	--	--

5. 太原砂輪廠

副 廠 長	李記堂	經 理	王俊才
-------	-----	-----	-----

6. 国营經緯紡机廠配件二廠

技術副廠長	車 広軍		
-------	------	--	--

第Ⅱ編 工場概要

第Ⅱ編 工場概要

1. 山西省の概要

1.1 山西省の自然条件

1.1.2 山西省の地勢・面積

山西省は中華人民共和国の北部に位置し、北京市の西南方、黄河の中流に位置する内陸省で、北は内蒙古自治区、西は陝西省、南は河南省、東は河北省と接している。東西 290km、南北550 kmの平行四辺形に近い形であり、山西省の面積は156,266 Km²である。

山西省の標高は、800 mから1500mで山西高原といい、黄土高原の一部である。呂梁・太行・五台・恒山・太岳・中条などの山があり、この中で五台山は海拔3,058 mで華北地方の最高峰である。山西省は山地40%、丘陵地40.3%、平地19.7%であり、黄河が西面と南面を流れており、山西省内では黄河の支流である汾河・沁河などが流れている。

1.1.3 山西省の気候

山西省の気候は、大陸性気候に属し、南東にある山脈が海からの風を阻む為、隣接している華北平野の気候より気温が低く乾燥している。夏の平均気温は23.4℃で乾燥している為酷暑はなく冬の平均気温はマイナス6.4℃でやや厳しい寒さである。大陸性気候の為、昼と夜の気温差および年間の夏と冬の気温差が激しい。

年間降雨量は330 mmから600 mmで、降雨量は東南部から西北部に行くに従って少なくなる。

1.2 山西省の社会的環境

山西省は1990年の統計によれば人口は28,759,000人であり、主要な都市は、太原市・大同市・朔州市・長治市・晋城市等である。山西省の交通は鉄道が石太線・南同蒲線・北同蒲線・京原線・候月線があり、また国道が多数ある。航空路は太原市から北京・西安・蘭州・重慶等への便がある。

山西省には大学が25校あり、学生数は約5万2千人であり、各種専門学校が124校、工業学校（職業訓練校）が372校、中学校（高校を含む）が3,823校で生徒数は約143万4千人である。

1.3 山西省の経済的環境

山西省は地下資源が豊富に賦存し、特に石炭は炭質の秀れた石炭を産出し、埋蔵量は全国の3分の1を占め中華人民共和国の中でエネルギーと重化学工業の基地となっている。他の地下資源としてはアルミニウム・チタン・鉄鉱石・銅・石灰石の埋蔵量は豊富で全国有数である。

但し、最近の経済改革の中にあり、著しい発展を遂げた沿海地域に比べ、内陸部に属する山西省は経済の発展が遅れている。この沿海地域と内陸部の経済較差の是正は中華人民共和国の重要な経済政策となっており、今後の山西省の経済発展が期待されている。

2. 太原市の概要

2.1 太原市の自然条件

2.1.1 太原市の地勢・面積

太原市は山西省の省都で、省のほぼ中央に位置し晋中盆地の北端にある。太原市の総面積は6,988km²で北城・南城・河西という市内の区があり、また北と南の郊外には北郊と南郊という郊外区がある。そのほかにこれらの区のまわり3県が太原市に属している。

2.1.2 太原市の気候

太原市は1.1.3 項山西省の気候で述べた通り大陸性気候に属し、昼と夜の気温差、夏と冬の気温差が激しく、年平均気温は9～10℃であるが夏期最高は39.4℃、冬期最低は-25.5℃である。

2.2 太原市の社会的環境

太原市の総人口は272万人であり、このうち市内人口は204万人である。歴史的には古く晋陽にはじまり冀州、併州、太原都、太原府という名を経て1927年に現在の太原市と呼ばれるようになった。

太原市の交通は鉄道が同蒲線と石太線が交叉する場所であり、また京原線がある。一方道路は7本の幹線道路を有し、全国の各地と結ばれており、航空路は全国20の都市と結ばれている。太原市は省の政治・経済・文化の中心である共に重要な工業都市でもある。

2.3 太原市の経済的環境

太原市の工業は、1892年に清の政府が近代工業の原型ともいえる工場の雛形を作ったのが始まりである。

その後250億トンにも及ぶ石炭を始めとした石膏・石灰石・耐火粘土、鉄鉱石等豊かな鉱産資源を背景に、太原の工業は石炭・冶金・機械・化学工業を4大中心産業とし発展し、電力・鉄鋼を始めとする14の大型工業を抱える重工業都市となった。

また建国後の第1次5ヶ年計画期間中には、太原市は吉林市・蘭州市と並ぶ中華人民共和国の3大化学工業基地として工業投資が進み、化学工業は太原市の重要な産業として位置付けられている。

製鉄業では中華人民共和国でも最新鋭の特殊鋼生産基地であり、軽工業も盛んで、紡績業・製紙・皮革・陶器等も生産されている。

一方、太原市の農業は、耕地面積が約131万ヘクタールで1993年の農業生産額は9.3億元に達している。

3. 工場概要

3.1 有機化工廠の基本形態

本調査の対象工場である、太原化学工業集团公司－有機化工廠（以後、有機化工廠と称す。）は1958年創立された。当初は煉瓦を製造し、その後に炭素工場となり、1970年代にソ連の技術応援でホルマリン等を製造する有機化学工場となった。

市の管轄下であった有機化工廠は、1992年から太原化学工業集团公司に所属する企業となった。以下に有機化工廠の基本的形態を纏める。

- (1) 所在地 : 山西省太原市許坦東街33号
- (2) 所有制 : 国有制
- (3) 主管部門 : 中央部 - 省 - 市 -
中国化学工業部 - 山西省化学工業庁 - 太原化学工業集团公司
- (4) 設立時期 : 1958年
- (5) 敷地面積 : 20 万 m²
- (6) 建屋面積 : 5 万 m²
- (7) 年間生産額 : 5,000万元
- (8) 従業員数 : 811人
- (9) 主要製品 : ホルマリン、ウロトロピン、フェノール樹脂、
フェノール成形材料、アルキルフェノール樹脂
- (10) 固定資産原価 : 2,214万元
- (11) 流動資産 : 2,070万元

3.2 太原化学工業集团公司の概要

3.2.1 太原化学工業集团公司

(1) 設立

太原化学工業集团公司（以後、集团公司と称する。）は、1950年代にソ連の援助で建設された、太原化学工業公司を中心とした、大型化学工業生産基地であり、吉林化学工業、大連化学工業 等と並ぶ規模であった。

1992年 9月太原地区の化学企業24社を集約して「太原化学工業集团公司」を設立した。傘

下の企業を含む全体の規模は、従業員数は約34,000名、各種生産品目は230余種、年間販売高は12億元である。傘下の企業を管理する集团公司自体の人員は350名である。

所属する企業は次の構成で成り立っている。

- ①核心企業(国の国有企業で委託法人12社)
- ②緊密企業(省又は市の国有企業で独立法人8社)
- ③半緊密企業(集団所有制で独立法人4社)

集团公司が位置する太原市街図を図Ⅱ-1、および集团公司に所属する主要企業の構成を図Ⅱ-2に示す。

(2)運営

所属企業(廠)は独立採算制を採用しているが、集团公司は各廠長の任命権を持っており、さらに経営の指導と財務管理等を行う。所属企業間での製品売買は必要量が優先的に確保され、価格の設定は市場最低価格が適用される。集団内で競合する製品は集团公司が調整する。有機化工廠を中心とした製品関連を図Ⅱ-3に示す。

(3)投資計画

各廠の中・長期計画発展計画及び生産設備投資計画は重複しないよう集团公司が調整し、統一して作成する。3000万元以上を要する計画には国の許可が必要となる。

(4)生産計画

投資計画と同様に各廠が作成し、集团公司が調整し最終決定をする。

(5)研究開発関係

中国の大企業では研究機能を企業内に持っていることが多いが、太原化学工業集团公司にはないので、現在、技術センターをつくり、研究開発体制を強化すべく計画を進めている。特色のある製品を研究し競争力を持たせたいとの希望を持っている。

例えば、有機化工廠ではファインケミカルを中心に展開をはかる。メタノール系ではゴムの助剤、フェノール樹脂、成形材料などを発展させる計画である。

研究開発費用は、九五計画では売り上げの1.5%に定められている(国の基準)。全国平均では1.0~1.5%であるが、集团公司は0.5%と低く、従って、独自の技術力が不足しているので大学、国立研究所との共同研究を行っている。

图 II-1 太原市街地案内图

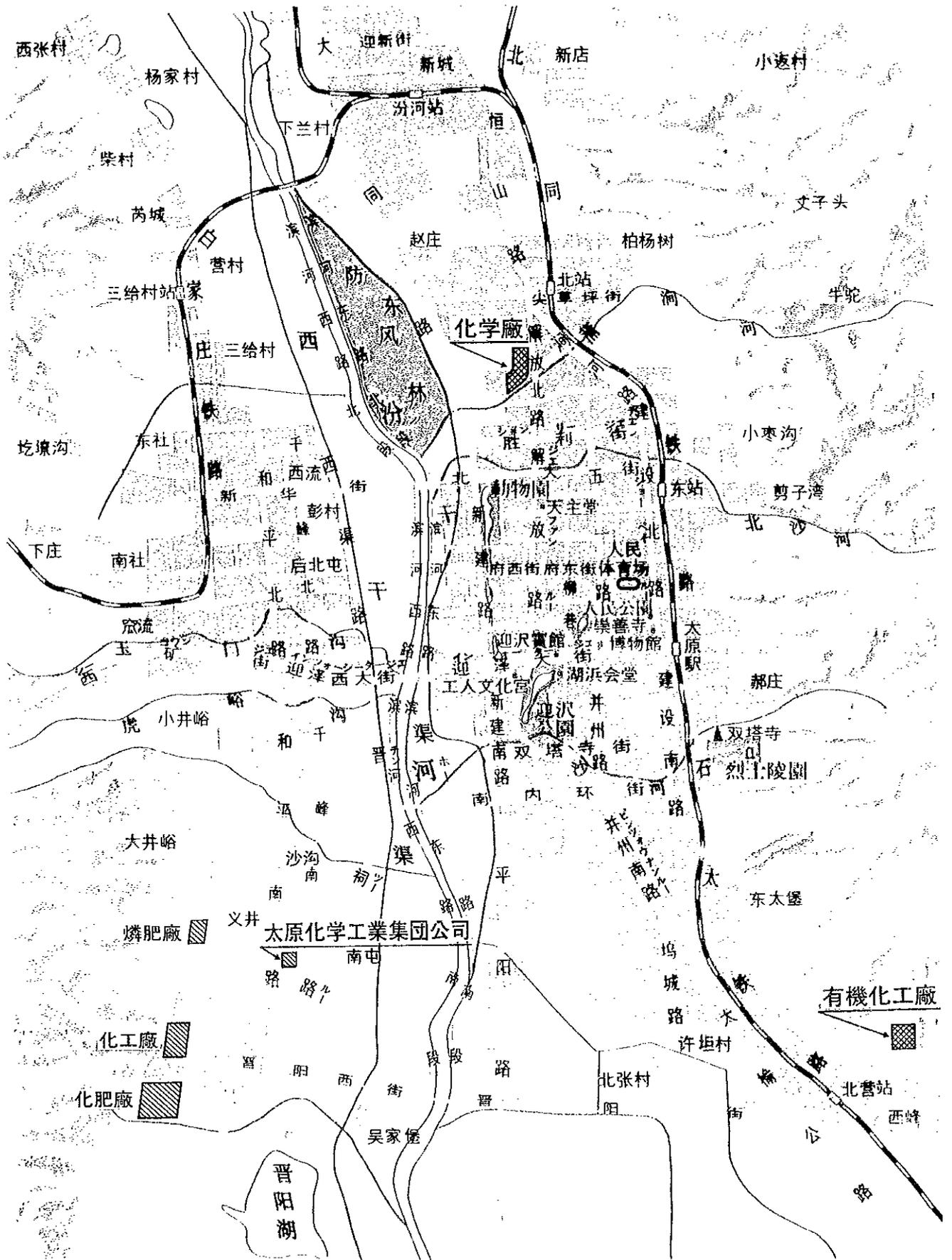


図 II - 2 集团公司構成主要企業図

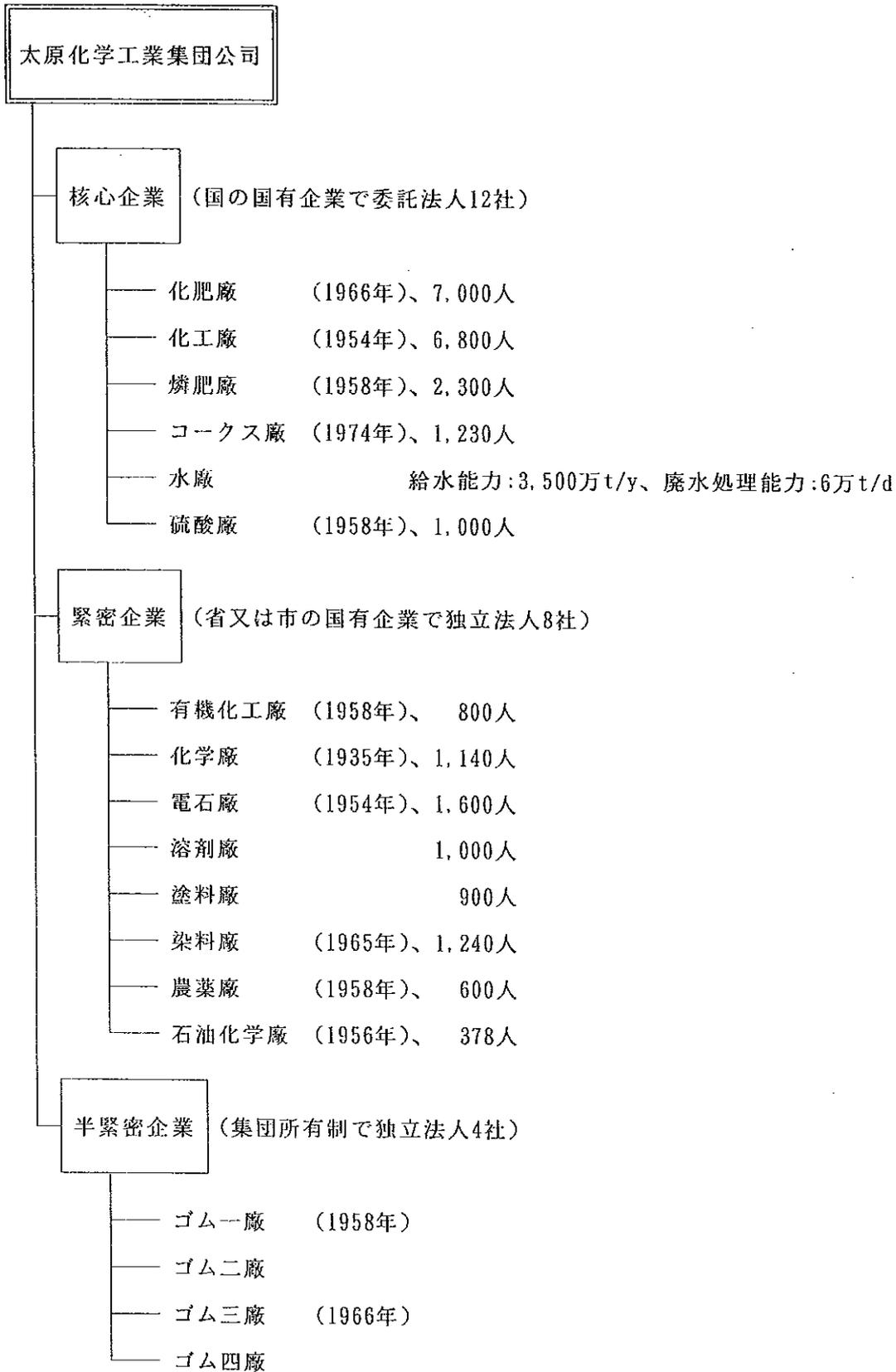
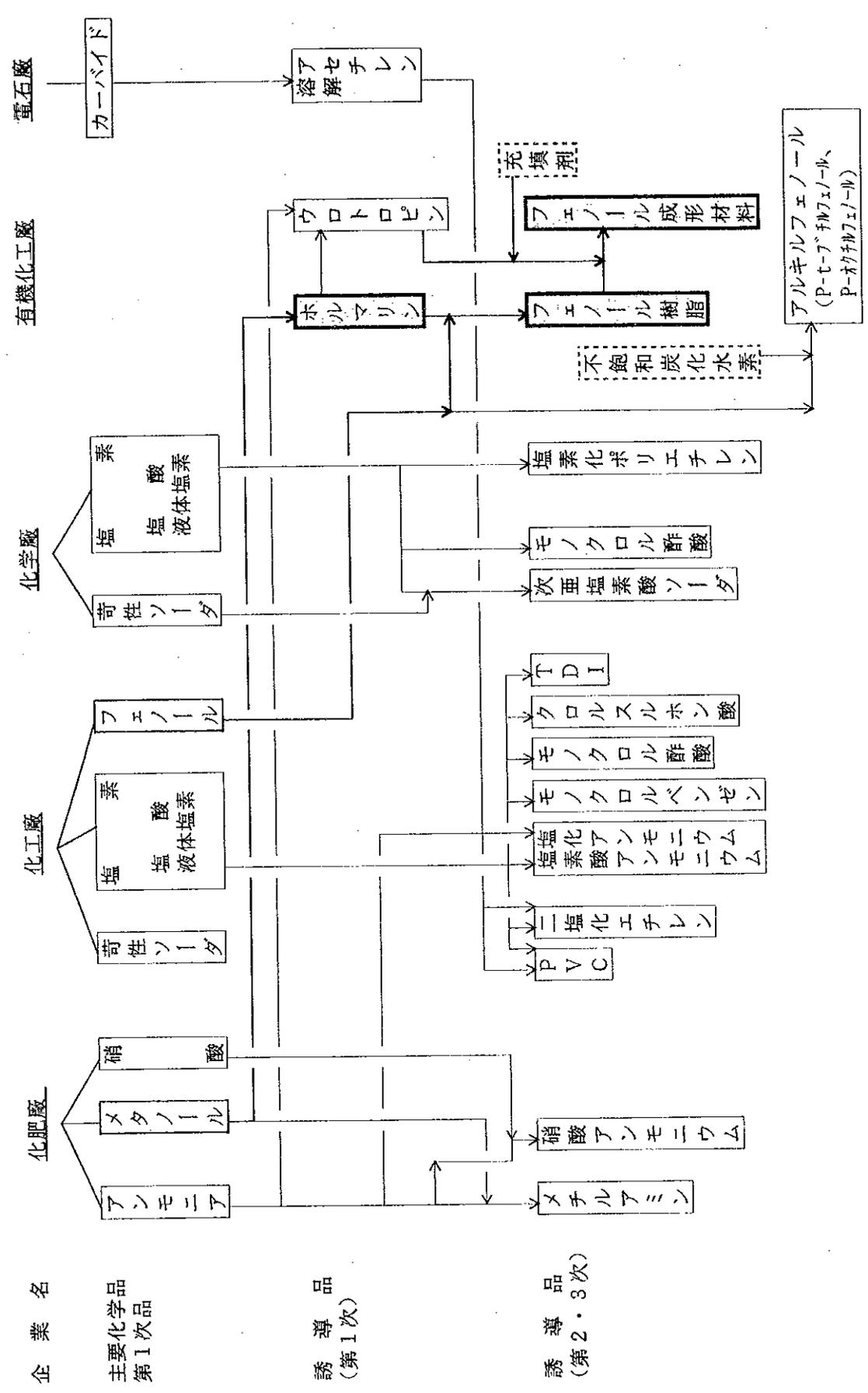


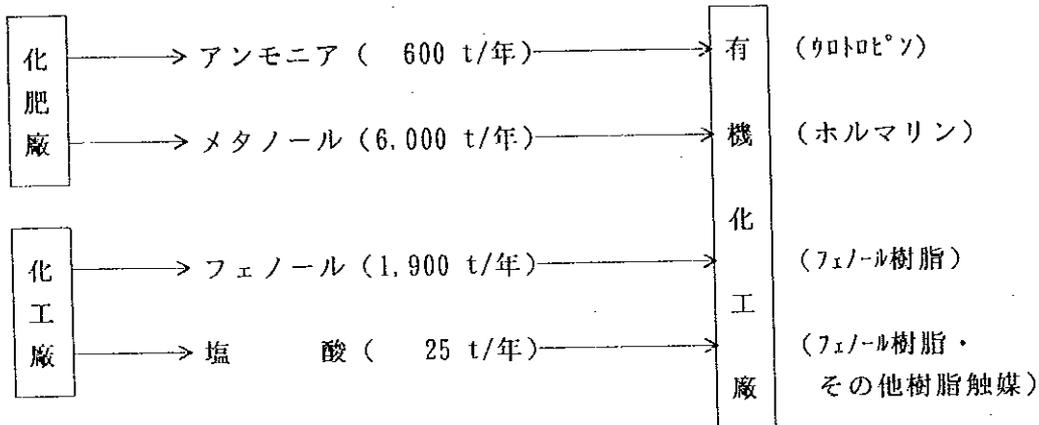
図11-3 調査対象品を主体とした集団公司内の化学品運開図



3.2.2 有機化工廠と集團公司の關係

現在、当廠ではメタノール、アンモニア、フェノール等の原料を集團公司傘下の企業（化肥廠、化工廠）より確保している。原料授受フローを図Ⅱ-4に示す。

図Ⅱ-4 集團公司からの原料確保のフロー



3.3 工場配置（敷地・建物）

有機化工廠は太原市の東南に位置する。廠の北東部には、北京-太原間を結ぶ高速道路が96年11月に開通し、同区間を約6時間で移動が可能となった。また、廠から車で約15分の位置に太原空港があり、中国内の主要都市へ毎日移動が出来る。

鉄道利用に関しては、太原駅まで約8kmの位置である。

ただし、廠の位置（住所）は太原市郊外にあり、周辺の道路整備は不十分である。

(1) 敷地

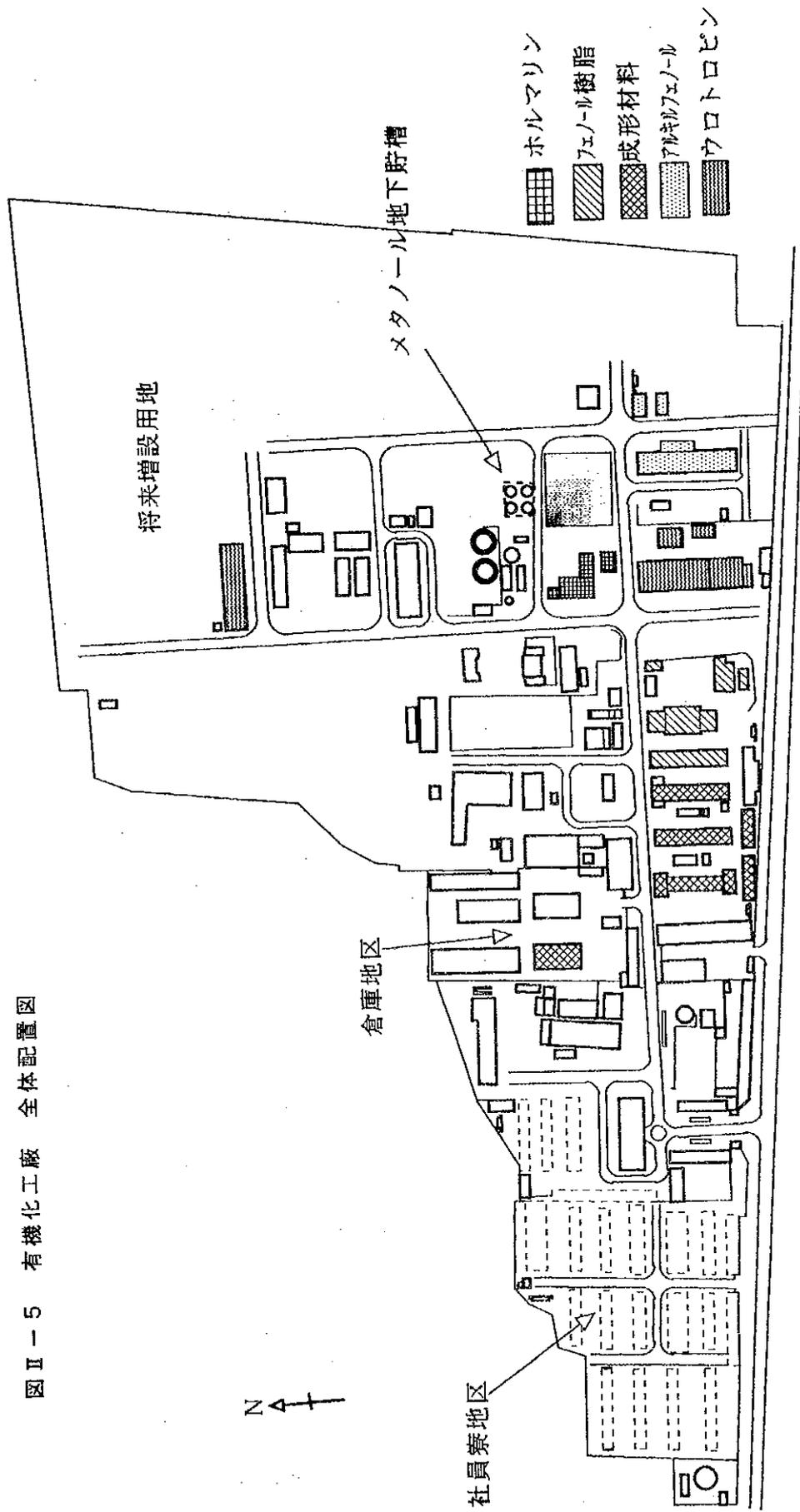
当廠の敷地面積は20万㎡であり、敷地内には生産関連部門以外に社宅・果樹園等がある。さらに、将来の新設備用地も十分ある。

(2) 建物

当廠の生産関連部門の建物は、主に事務・食堂・研究開発・品質管理等の管理部門、各製品の製造に必要な建物、並びに各種倉庫等から構成されている。

全体配置および主要建屋面積を図Ⅱ-5、表Ⅱ-1に示す。

図 II-5 有機化工廠 全体配置図



表Ⅱ-1 主要建屋面積

No	名称	面積	No	名称	面積
1	幼稚園・医務所	218	41	動力修理車間	245
2	閲覧室	176	42	動力車間計器組	64
3	幼稚園	115	43	成形材工房	465
4	事務所	1,647	44	成形材工房	614
5	独身宿舎	317	45	成形材工房	654
6	独身宿舎	317	46	成形材更衣室	137
7	独身宿舎	256	47	成形材修理車間	166
8	独身宿舎	70	48	風呂場	210
9	母子宿舎	233	49	樹脂工房	654
10	小型車車庫	92	50	樹脂工房	1,418
11	トラック車庫	485	51	フェノール溶解建屋	50
12	乗用車車庫	84	52	樹脂修理車間	200
13	交安事務所	82	54	廃水処理操作室	120
14	小型車車庫	36	58	計量室	34
15	食堂事務所	82	59	ホルマリンポンプ室	40
16	ボイラー室	52	61	ホルマリン工房	431
17	大食堂	568	62	軟水建屋	80
18	食堂	226	63	電気組	142
19	来賓食堂	128	64	ホルマリン車間修理組	201
20	自転車置き場	60	65	ウロトロピン工房	1,753
21	自転車置き場、建材庫	433	66	ウロトロピン修理工房	84
22	建材倉庫事務所	25	69	助剤工房	1,680
23	臨時宿舎	60	70	助剤溶解建屋	58
24	守衛所	32	71	助剤ポンプ室	12
25	品質検査事務所	604	72	助剤簡易倉庫	80
26	機械修理建屋	636	73	助剤修理工房	80
27	生産安全事務所	222	74	配電室	144
28	倉庫事務所	64	78	水処理ポンプ室	72
29	成形材倉庫	413	82	電玉粉工房	972
30	五金倉庫	413	83	電玉粉修理工房	58
31	倉庫	698	84	電玉粉ポンプ室	18
32	倉庫	445	86	加工事務所	120
33	倉庫	404	87	加工工房	120
34	倉庫	536	88	木粉倉庫	231
35	小五金倉庫	60	89	木粉倉庫	114
36	倉庫	94	90	加工修理組	204
37	中間試験事務所	736	91	洗桶工房	112
40	動力ボイラー室	668	92	ウロトロピン倉庫	576
			総合計		

3.4 製品及び生産

(1) 生産実績

有機化工廠における生産品目はホルマリン、フェノール樹脂（ユリア樹脂を含む）、フェノール成形材料、ウロトロピン、およびアルキルフェノール樹脂（助剤）等であり、最近10年間の生産実績を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2 生産量推移（過去10年間）

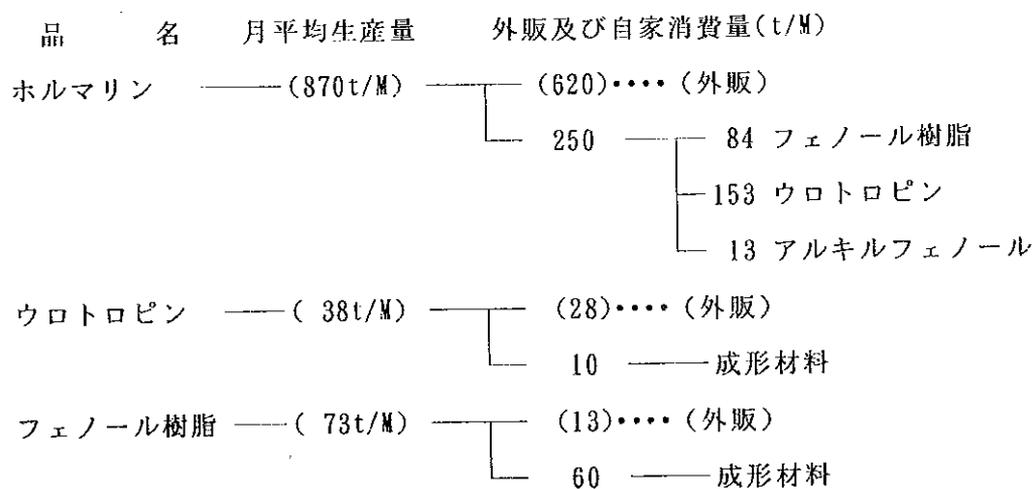
[単位：トン]

製 品	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ホルマリン	2,724	2,847	4,141	5,200	4,940	5,781	9,302	9,563	10,432	11,423	10,438
フェノール樹脂(*)	981	1,028	1,262	1,348	1,122	1,180	1,090	807	967	1,109	875
成形材料	1,898	2,310	2,801	2,728	2,677	2,572	2,420	1,967	2,206	2,440	2,056
ウロトロピン	142	114	124	277	311	424	1,224	532	532	1,104	452
アルキルフェノール	-	-	8	14	21	56	64	143	249	400	409

(*)：フェノール樹脂のみ

原料の購入-製造-販売だけでなく、自廠内製造品を原料として付加価値向上をはかっている。このため、上記生産品目の廠内での授受フローを図Ⅱ-6に示す。

図Ⅱ-6 工場内製品授受フロー



(2) 製品の仕様

当廠の主要製品に関する、製品規格を下記に示す。

○ ホルマリン		特 級	一級品	合格品
	含有量%	37.0~37.4	36.7~37.4	36.5~37.4
	メタノール%	12以下	12以下	12以下
	酸 度%	0.02以下	0.04以下	0.05以下
○ フェノール樹脂	軟化点	°C	80~90	
(Pf2-1)	重合時間	sec.	40~60	
	粘度	cp	90~160	
	遊離フェノール	%	7	
○ 成形材料	湾曲強度	MPa	70	
(Pf2A2)	衝撃強度	KJ/m ²	1.5	
	耐電圧	Mv/m	3.5	
	流動性	mm	140	
○ ウロトロピン		特 級	一級品	合格品
	純 度 % ≥	99.3	99.0	99.0
	水 分 % ≤	0.5	0.5	1.0
	灰 分 % ≤	0.03	0.03	0.03
	外 観	白色結晶或いは結晶性粉末		
○ オクチルフェノール増粘樹脂 (アルキルフェノール樹脂)				
	軟化点	°C	85~100	GB4507-84
	灰 分	% ≤	0.5	GB 114097
	酸 価	mgKOH/g	55±10	YJQ/JOP-007-93
	メタノール含量	% ≤	10	YJQ/JOP-006-90
	外 観	淡黄色から淡褐色透明タイル・フレーク状 目視法		

注：YJQ/JOPは廠基準

3.5 製造設備

有機化工廠における現在の生産プラント規模とその稼働率を表II-3に示す。

全てのプラントで、稼働率が全般的に低い値を示しているが、生産能力を示す設計資料等の一部が散逸していることが、生産工程調査で判明したので、正確な評価は困難である。

表 II - 3 有機化工廠製品設備能力

No	製品名	生産能力 (t/y)	96年生産量 (t/y)	平均稼働率 (%)
1	ホルマリン	15,000	10,438	69.6
2	フェノール樹脂	5,000	875	17.5
3	成形材料	4,800	2,056	42.8
4	ウロトロピン	1,500	452	30.1
5	アルキルフェノール	1,000	409	40.5

また、各設備は建設以来のままで生産をしているのではなく、社会情勢に沿って廠内で改造計画を立て実施されている。改造の時期について下記に示す。

製品名	建設時期	改造時期	目的
ホルマリン	'78年	'85年 '87年	排ガスボイラ設置
フェノール樹脂		'89年 '95年	尿素樹脂設備増設 補強樹脂設備増設
成形材料		'68年	原料の空気輸送化
アルキルフェノール	'94年新設		

3.6 組織及び人員

(1) 有機化工廠組織

組織に関して第1次現地調査(96年12月)、第2次現地調査(97年2月)に入手した資料を図II-7、8に各々示す。組織変更の主目的は、生産調整を円滑にするとの説明があった。旧・新の組織を比較すると、工場の大多数の人員が生産部に所属することで、変更目的は達成できると思われる。一方、技術開発科・技術改造科および品質管理科・安全消防科等、生産部門と機能が異なる部門も一体となっている。

以下に各部門の主要な役割分担、職務所掌を示す。

図 II - 7 有機化工廠 組織 (旧)

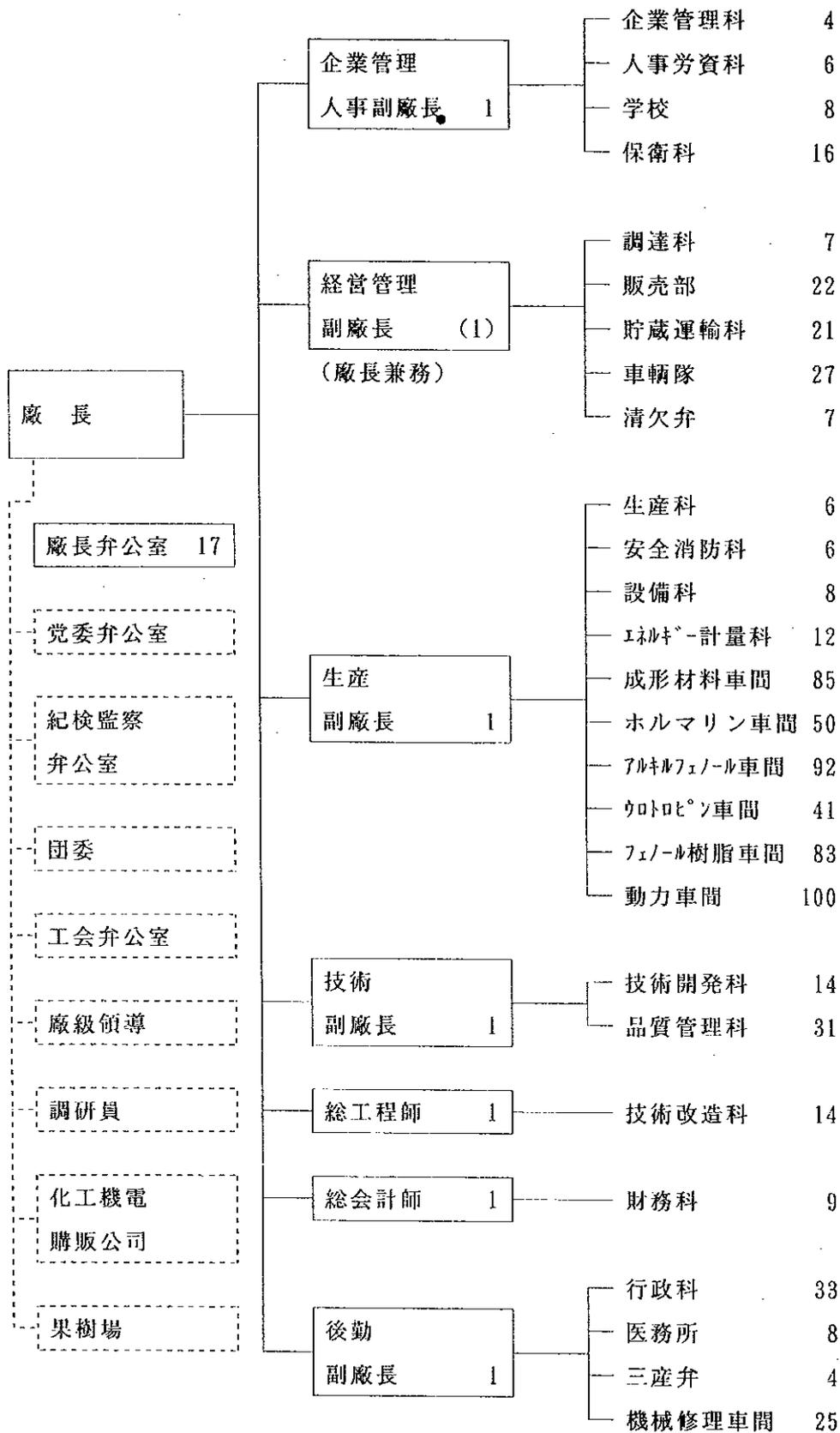
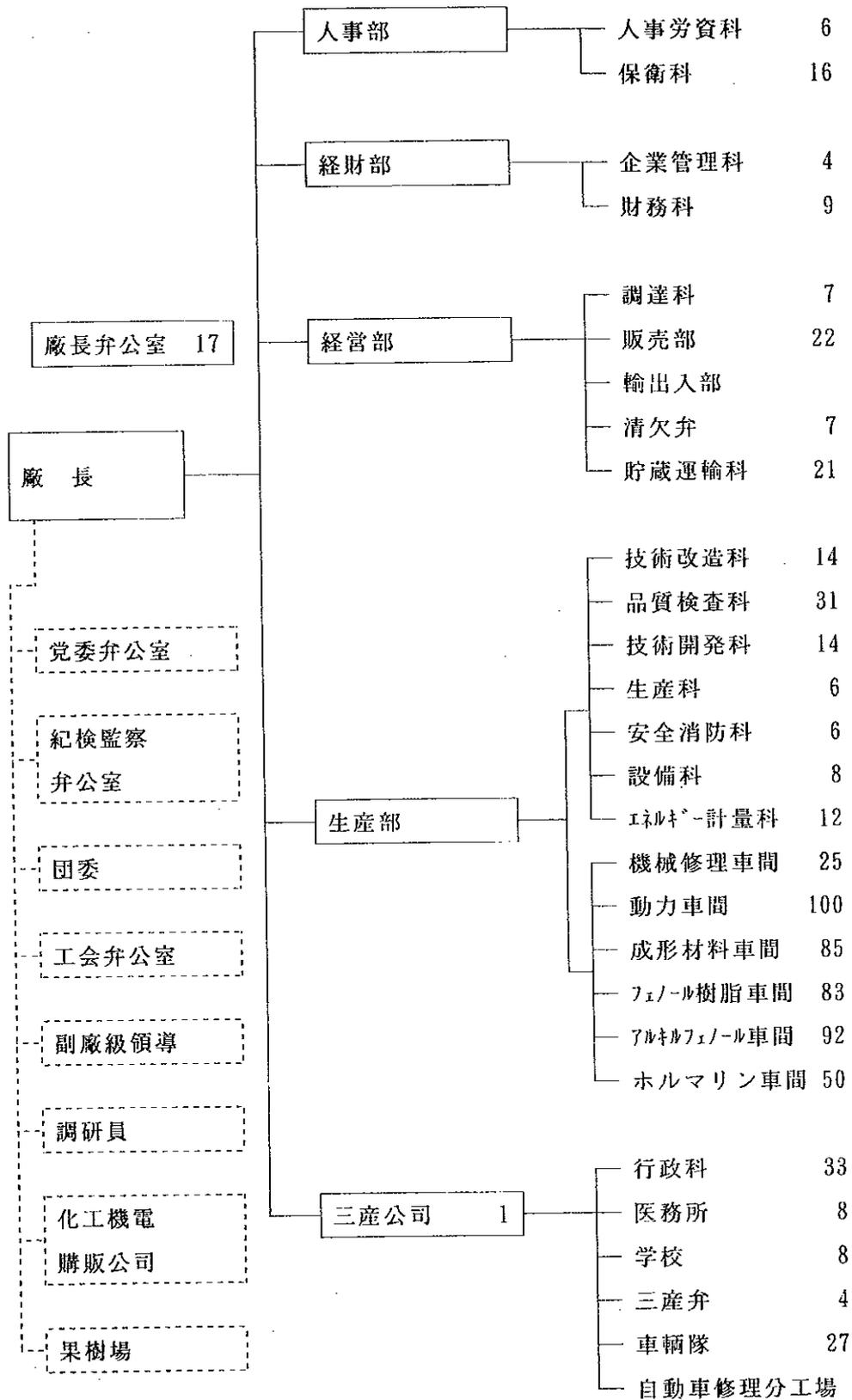


圖 II - 8 有機化工廠 組織 (新)



- | | |
|------------------|---|
| 1. 廠長弁公室 | 廠の書類、事務技術書類、印鑑管理、外国人サービス、市場情報、
営業関連、郵務・電話管理、社有車管理等 |
| 2. 企業管理科 | 企業改革・研究・企画、総合情報管理、技術管理・職務分掌の標準
化管理、総合計画統計、近代化管理、（経営方針：吉林化学工業に
学ぶ） |
| 3. 人事労資料 | 人事管理、労働組織・定員・規律・賃金・市場、作業員書類・教育、
退職・休職管理 |
| 4. 調達科 | 原材料調達、燃料、労働保護用品購入、

（原材料調達計画、統計、予算作成、営業・販売計画をベースに作成） |
| 5. 販売部 | |
| 成形材料販売科 | 成形材料の市場情報収集、売掛金回収、債務清算、アフターサービス |
| 樹脂・ホルマリン
販売科 | 樹脂・ホルマリンの市場情報収集、売掛金回収、債務清算、アフタ
ーサービス |
| アルキルフェノール
販売科 | アルキルフェノールの市場情報収集、売掛金回収、債務清算、アフターサー
ビス |
| 6. 貯蔵運輸科 | 入庫・貯蔵・出庫の積上げ／積下し作業と管理（除く車輛隊作業） |
| 7. 車両隊 | 車輛の維持保全 |
| 8. 清欠弁 | 滞留売上代金回収 |
| 9. 生産科 | 廠の生産・用役バランス調整、月度生産経営計画実施作成、月の生
産実績報告、生産事故調査、夜間の火気使用・高所作業証の審査・
許可・監督 |
| 10. 安全消防科 | 安全生産・消防・人身の管理、安全技術措置の作成実施、労働保護
用品の審査・許可、保健計画の作成実施、新規・改造拡張計画の安
全・消防の検査監督、消防設備の点検、安全・消防教育、消防現場
管理、火災・爆発事故の調査処理 |
| 11. 設備科 | 全廠の設備技術書及び図面管理(機械・動力・設備)・路線図管理、
設備の技術改造、固定資産の審査・更新・移転・破棄、大中修理計
画の作成実施、プロジェクトの予算・決算・人件費予算のチェック、
設備・備品計画予算の作成、備品・消耗品の調達、設備事故調査処理 |
| 12. エネルギー計量科 | エネルギー管理・計測・計装管理、計測器の配備・更新・検定、メン
テ機器の配備、日常メンテ・更新、エネルギー消費量測定、省エ
ネに関する長期・年度計画の作成実施、省エネに関する新技術・新
設備の推進応用 |

13. 動力車間	生活用水、電気、蒸気の安定供給
14. 技術開発科	プロセス、品質、原材料使用量、知的所有権、環境保護、新製品研究開発、プロセス改造、技術操作・品質の標準化及び改訂、技術情報、環境保護事故の調査、TQC等 全ての管理
15. 品質管理科	原材料・製品の検査、環境観測、労働衛生観測(環境測定)、クレーム処理、製品の品質等に関する情報のフィードバック・アフターサービス・事故調査
16. 技術改造科	新規建設と技術改造の研究開発、プロジェクトの申請と資金調達、プロジェクトの試作と検収、全廠の建屋・道路の建設と維持
17. 財務科	会計計算、資金調達・運用、各職場の財務計算指導、財務帳票監査、パソコン運用推進
18. 行政科	総務一般(食堂・風呂・宿舎・託児所・ボイラー・不動産・生活用水・電気)、環境衛生、緑化
19. 機械修理車間	生産設備・プロジェクトの確保、用役・生活施設の大中小修理、廠外加工・修理業務

(2) 人員構成

全従業員は、1996年12月現在 725人である。これらを年齢別、男女別、学歴別、階層別に分類すると下記のようなになる。当廠は、これらの構成から非常に若く将来性が見込める企業のように思われる。

年齢別	20代	30代	40代	50代	60代	合計
	240	330	86	69		725
男女別						
男性	158	193	50	46		447
女性	82	137	36	23		278
合計	240	330	86	69		725
学歴別						
大学・短大以上	42	43	8	6		99
中等専門学校	51	41	8	5		105
中学校	147	246	70	58		521
合計	240	330	86	69		725
階層						
管理者	48	69	9	2		128
技術者	26	45	4	9		84
一般労働者	166	216	73	58		513
合計	240	330	86	69		725

3.7 原材料・副資材

(1) 原材料の種類

生産活動で使用されている原材料の種類、数量、入手方法、調達先等を表Ⅱ-4に示す。日本との商取引の違いとして、メーカー側による発送でなく、自ら引き取ることが一般的である点大きく異なっている。

表Ⅱ-4 主要原材料の購入方法

品名	入荷形態	月入荷量	入荷方法	調達先
フェノール	200kgドラム	130 t	自社引取	太原化工廠
メタノール	バラ積み	450 t	〃	太原化肥廠
木粉	40kg袋詰め	80 t	列車輸送	福建竜岩
オイルブランク	20kg缶	2 t	自社引取	清徐南関化工廠
ステアリン酸	25kg袋詰め	2 t	列車輸送	石家荘賽特化学品公司
トルエン	ドラム	15 t	自社引取	南郊僑友石化公司

(2) 在庫方法（場所、荷姿、保管条件等）

主要原材料として購入した品物は、それぞれの担当車間の責任で表Ⅱ-5のような状態で管理されている。

表Ⅱ-5 主要原材料の保管方法

品名	保管場所	保管形式	保管条件
フェノール	車間	200kgドラム	簡易倉庫：平地に置く
メタノール	車間	地下タンク	戸外
木粉	倉庫	麻袋	倉庫：直積み
オイルブランク	倉庫	麻袋	倉庫：直積み
ステアリン酸	倉庫	麻袋	倉庫：直積み
トルエン	車間	20kg缶	簡易倉庫：平地に置く

3.8 製品在庫

(1) 製品別在庫量

有機化工廠では、製品在庫量は販売量をベースに、市場状況の変化に基づき調整を行っている。供給過剰気味の製品は生産調整により在庫制限を行い、販売が好調な場合は生産をフル稼働する。普通は一定量を在庫とすべき、管理を行っているとの説明であった。

現在（96.12）、調査対象製品の在庫量は、ホルマリン（200t）、フェノール樹脂（40t）、成形材料（180t）である。

また、廠内の規程により在庫期間は次のように決められている。

製品名	ホルマリン	フェノール樹脂	成形材料
最大貯蔵期間	30日	90日	180日
最短貯蔵期間	1日	1日	7日

(2) 在庫方法（場所、荷姿、保管条件等）

- 成形材料のような固体製品は、五・五形式で乾燥した通気がよく、直射日光に当たらず、雨に濡れない場所に積み上げて保管している。[床に直置きしている]
- ホルマリンのような液体製品は専用のタンクに保管し、熱硬化性樹脂（液体樹脂）はドラム缶に詰め戸外で保管している。

3.9 販売

(1) 販売計画

販売計画には、廠の生産経営計画および販売科による販売契約実績及び市場動向情報に基づき、年の販売計画が作成される。さらに、毎月の販売量に基づき調整・変更等を行い月の販売計画が生産計画として定められている。

(2) 主要販売先および販売実績

対象製品の主要販売先および販売実績は次のとおりである。ホルマリンは山西省の他に内モン古に需要があり、今後の販売活動の重点地区と期待される。フェノール樹脂は、ほぼ山西省内に販売先が限定されているが、一方、成形材料販売先は中国各地に点在している。

①主要販売先

ホルマリン：山西省、内蒙古、河北

フェノール樹脂：山西省

成形材料：山西、北京、天津、唐山、広東、広西、雲南、貴州、四川 等

②販売実績

	'91	'92	'93	'94	'95
販売総額（万元）	2,076.12	2,588.85	2,875.71	2,944.28	3,715.19
販売量（トン）					
ホルマリン	2,627	3,771	6,010	6,564	5,814
フェノール樹脂	191	181	164	188	164
成形材料	2,586	2,325	2,015	2,273	2,344

(3) 製品価格

主要製品の価格は次の4項目で構成されている。

①製造コスト

②販売費用

③販売税・付加価値税

④利潤

また、主要製品の製造コストおよび販売価格は次のとおりである（'96年）。

製 品	製造コスト	単 価（元/t）
ホルマリン	879	1,219
フェノール樹脂	6,368	8,808
成形材料	3,896	4,756
アルキルフェノール	12,208	18,595
ウロトロピン	5,771	6,028
尿素樹脂	2,120	2,269

3.10 生産計画及び生産実績

(1) 生産計画

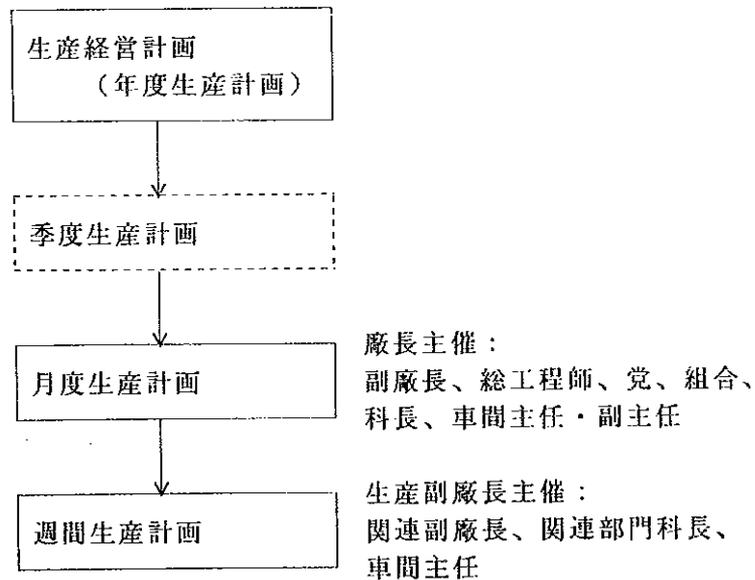
有機化工廠では、企業の経営計画として「生産経営計画」が毎年作成されている。

生産経営計画には次の事項が含まれる。

- 主要技術経済指標（生産高、生産量、利潤、賃金、従業員数 等）
- 原材料・補助資材消費量計画
- 用役消費量計画
- 製品品質指標
- 原料・補助資材購入計画
- 製品販売計画
- 原材料計画価格
- 自家消費品、用役価格
- 保護用品見込み価格
- 製品コスト計画
- 用役コスト計画
- 利潤計画
- 各種費用計画（管理、販売、財務 等）
- 資金計画
- 労働賃金計画
- 在庫数量計画
- 運輸業務計画

これらの生産経営計画に基づき、季度および月度生産計画を立てられる。しかし、季度生産計画は、現在余り立てていないようである。次の月度生産計画に基づき、各車間毎に週間生産計画が作成され、生産業務が確定する。以上の計画構成を図Ⅱ－9に示す。

図Ⅱ－9 生産計画の構成



(2) 生産実績

過去10年間の生産計画とその実績を表Ⅱ-6にまとめた。

最近の3年程度の実績を見ると以下のような点が明らかである

- ①ホルマリン：計画に対する実績は70～80%程度であり、年生産実績は11,000トである。
- ②フェノール樹脂：計画に対する実績は90%程度であったのが、昨年は70%を切ってしまった。販売制限のための生産調整が行われた模様である。
- ③成形材料：計画自体を慎重な数値としたために、計画に対する実績は非常に高い値となっていた。昨年は計画を高くしたが、実績は例年並であった。
- ④ウロトロピン：年度により実績/計画値の乖離が大きくなっているため、販売先の需要予測情報の確実性を高めて計画する必要がある。
- ⑤アルキルフェノール：当廠にとって有望品目であるが、原料事情に問題があり、計画を達成することが出来なかった。

表Ⅱ-6 過去10年間の生産計画と実績

(計画、実績：t/y、%)

製品名		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ホルマリン	計画	3,780	3,700	7,500	7,000	6,400	6,240	8,000	10,700	14,000	14,500	13,500
	実績	2,724	2,847	4,141	5,200	4,940	5,780	9,302	9,563	10,431	11,423	10,439
	実/計	72.1	77.0	55.2	74.3	77.2	92.6	116.3	89.4	74.5	78.9	77.3
フェノール樹脂	計画	1,050	1,190	1,270	1,580	1,500	1,370	1,270	1,175	1,100	1,247	1,280
	実績	981	1,028	1,262	1,348	1,122	1,180	1,090	867	968	1,109	873
	実/計	93.4	86.4	99.3	85.3	74.8	86.7	85.9	73.7	88.0	89.0	68.2
成形材料	計画	1,830	2,100	2,600	3,450	3,000	2,900	2,700	2,450	2,200	2,300	2,500
	実績	1,898	2,311	2,801	2,728	2,677	2,572	2,420	1,967	2,206	2,440	2,050
	実/計	103.7	110.0	107.7	79.1	89.2	88.7	89.6	80.3	100.3	106.1	82.3
ウロトロピン	計画	200	200	250	300	450	330	750	1,300	800	1,100	1,200
	実績	142	114	124	277	311	424	1,224	532	532	1,104	452
	実/計	70.9	56.8	49.4	92.3	69.0	128.4	163.2	40.9	66.4	100.4	37.7
アルキルフェノール	計画	-	-	20	50	25	50	80	125	225	350	700
	実績			8	14	21	56	64	143	249	400	406
	実/計			41.5	28.6	83.2	111.4	79.5	114.5	110.8	114.1	58.0

3.11 工場管理

工場管理は生産管理科が担当する。各生産車間の活動において重大事項が生じた場合、廠長および副廠長が不在時には生産科調度員が全責任を負い、決定を行う。

このため、調度員は交代勤務を行い、24時間廠内の状況を管理監督している。

特に、生産事故に対する解明には、安全消防科とともに、調査を行っている。

また、各車間における生産状況の把握は、各車間より生産日報が生産科へ提出されるので、生産量把握が行われている。

3.12 保全工場

工場内の保全是、担当車間毎に所属する「設備保全組」が日常及び簡単な修理業務を行う。車間には電気溶接機・グラインダー等を保有している。次に廠に所属するが独立採算性で経営される「機械修理車間」で、生産科等から依頼される保全が行われる。さらに、大規模となる場合または高度の技術が必要な場合は、外部の専門会社に依託する。

機械修理車間で保有している保全設備を以下に示す。

○ 旋盤	3台
○ 平削盤	1台
○ フライス盤	1台
○ 卓上ドリル	2台
○ 電気溶接機	1台

上記工作機械で軸・ベルトプーリ等の簡単な予備品加工を行う。

また、同車間に所属している技術陣は以下のとおりである。

○ 機械修理工	12名
○ 溶接工	6名
○ 旋盤工	2名

3.13 環境・安全対策

環境・安全対策は廠の管理基準「安全環境管理標準」(YJQ/G-AH-90)に基づいて管理・実施

されている。

環境対策設備は、以下の4項目の設備である。

①石炭炊きボイラー付帯ガス処理設備

3台の石炭ボイラーは全て除塵器を配備している。

第1ボイラー→水洗除去（粉じん・SO₂除去）

第2ボイラー→水洗除去（粉じん・SO₂除去）

第3ボイラー→サイクロン（粉じん除去）

②ホルマリン製造排ガスボイラー

回収蒸気は工場内利用

③工場廃水集中処理設備

能力50m³/日、処理方式：凝集沈殿＋活性炭吸着

④生産工程粉じん処理設備

方式：バグフィルター

設置箇所：黒色成形材料粉碎・攪拌・包装工程

（回収粉じんは原料として再利用）

当廠から排出される廃棄物に関しては、廃水処理場余剰汚泥、ボイラーからの燃焼残渣及び集じん灰であり、その処理の現状は以下のとおりである。

－廃水集中処理場余剰汚泥	：ボイラー燃料に使用	少量
－ボイラー燃焼残渣	：埋立	2,769t/y
－ボイラー集じん灰	：煉瓦材料として利用	206t/y

（ボイラー廃ガスを水洗し、沈殿池で分離している。）

3.14 用 役

現在使用されている用役は、水、電気、蒸気である。計装用空気はホルマリン車間で使用されるだけであり、不活性ガス（窒素ガス等）は廠内では使用されていない。廠内で使用されている用役の種類をまとめると次のとおりである。

①水：井戸2カ所 水深200/500m

水中ポンプ：能力

②電気：変圧器2台 800/1,250kVA 予備受電1台 315kVA

10,000v → 380v, 50Hz

③蒸気：ボイラー3台 6.5t/h（1台）、4t/h（2台）

冬場最大時 3 台稼働、

夏場 4 t/h 1 台稼働→樹脂・ウレタン車間での使用量が多い。

(1) 用水

廠内で使用される水は全て井水である。生活水として廠内の 2 カ所の井戸から 180 トン/日供給している。また、工業用水として隣接している計量学校から 300 トン/日の供給を受けている。計量学校から受け入れている水はボイラー供給水として使用されるので、アルカリ添加 $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ により硬度を約 10 mg/L から 1 mg/L に下げて使用している。

一方、廠内で使用される冷却水は、廠全体で一元管理するのではなく、車間別或いは複数の車間毎に、冷却塔を設置して運転されている。

ホルマリン車間の冷却水の分析結果を表 II - 7 に示す。

表 II - 7 冷却水の分析結果 ('96/12/9 実施)

塩化物	総硬度	Ca	Mg	総アルカリ	SO_4	総燐酸塩	正燐酸塩	有機燐
99.4	13.2	293	143	6.2	346	4.5	0.20	4.3

(2) 電気

自家発電設備はなくすべて買電である。中国での電力事情は未だに十分ではない。このため、当廠でも外部の発電所からの供給先を 2 ヶ所として、主ラインの 800/1,250 kV 系統は市の北部地区、予備ラインの 315 kV 系統は市の南部地区の変電所より供給を受けるようにしている。さらに、主ラインが停電となった場合には、廠内の主要車間（ホルマリン車間等）へは、予備受電ラインから数秒の時間で供給されるようにシステムが構成されている。

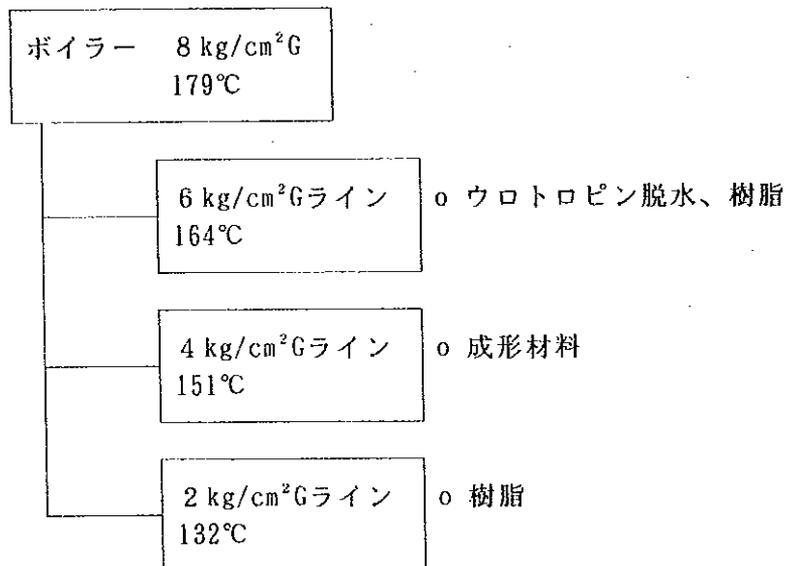
(3) 蒸気

廠内では、動力車間の管理により必要蒸気が発生されている。ボイラーは 3 基あり、全て山西省内で採炭される石炭が燃料として使用されている。季節による蒸気使用量の変動は大きく、夏季と冬季の蒸気発生量及び石炭使用量は次のとおりである。

- 蒸気発生量：夏季 2,000 t/月 冬季 3,000~4,000 t/月
- 石炭使用量：夏季 450 t/月 冬季 700~900 t/月

ボイラー 3 基からは $8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ (179°C) の飽和蒸気を発生している。廠内の蒸気圧力の概略は図 II - 10 のとおりである。

図 II - 10 廠内蒸気圧力系統



(4) 空気 (計装用空気)

計装用空気としてホルマリン車間で使用している条件は次のとおりである。

圧 力： 0.3 MPa 排気量： 0.67 L/min

(5) 用役の社内コスト価格

廠内では、生産活動に伴うコスト算出を全ての車間で行っている。このために、用役に関しても廠内コストが財務科により決められている。この用役に関する廠内コスト算出価格を表 II - 8 に示す。この価格は毎年見直しが行われている。

表 II - 8 廠内用役価格

プロセス水	軟 水	電 気	蒸 気	石炭
3元/t	4元/t	0.46元/kwh	41元/t	52元/t

3.15 省エネルギー対策

当廠では、各生産に係わるエネルギー（用役）の管理・計測を担当する「エネルギー計量科」がある。廠内で過去に実施した省エネルギー対策は次のような例がある。

- 各車間ごとに冷却水は循環使用している。
- 大中型のモータはインバータを採用している。
- 省エネルギー目的にスチームトラップを設置している。
- ホルマリン製造の排ガスは、公害対策・熱回収を目的にボイラー燃料として使用している。
- 蒸気配管は「岩綿+ガラスウール+塗装」の保温を施している。
- 反応釜にはレアアースを30mmの厚さで保温をしている。

全ての製品の生産に対して、用役の消費量を規定し、実績との対比を行っている。

'96年1月～11月 までのホルマリン生産に関する用役使用実績および97年計画値は次のとおりである。

○ '96年1月～11月実績	水	3.2 t/t
	電気	53 kwh/t
	蒸気	0.05 t/t
○ '97計画	水	3.5 t/t
	電気	52 kwh/t
	蒸気	0.04 t/t

3.16 工場外物流

中国の商習慣では、購入側が製造元に輸送設備を持ち込み、品物を引き取るケースが多い。このため、当廠の製品の輸送を目的とするよりも、原材料引き取りに使用する頻度が高いと思われる輸送機器、および廠内で物流に利用されるフォークリフト等の機器として、以下のものを所有している。

- 大型トラック 6台
- ローリー 3台
- 液体アンモニア用ローリ 1台
- フォークリフト 2台

3.17 問 題 点

(1) 組織の多重化

組織として縦割組織の弊害が感じられる。また、要員配置では直接部門に対して間接部門の要員比率が大きい。

(2) 奨励制度による生産管理

中国における企業管理として、以前より奨励制度が導入されている。しかし、本調査で確認したところ、担当別に作られた詳細な規程により、「競争力ある製品コストと品質」を達成する方向に一致しない面が見受けられる。

(3) 集団会社の係わり

中国内における集団会社としての組織は、まだ機能が熟成していない発展途上段階と思われる。1992年設立された調査対象の本集団会社も、今後いろいろな形に変化することだろう。集団会社として活動するとき、傘下の企業の弱点に関する応援・支援が余り感じられない。（例えば、技術開発に関する支援）

第Ⅲ編 生産工程(現状と問題点)

第Ⅲ編 生産工程（現状と問題点）

1. ホルマリン

1.1 生産工程概要

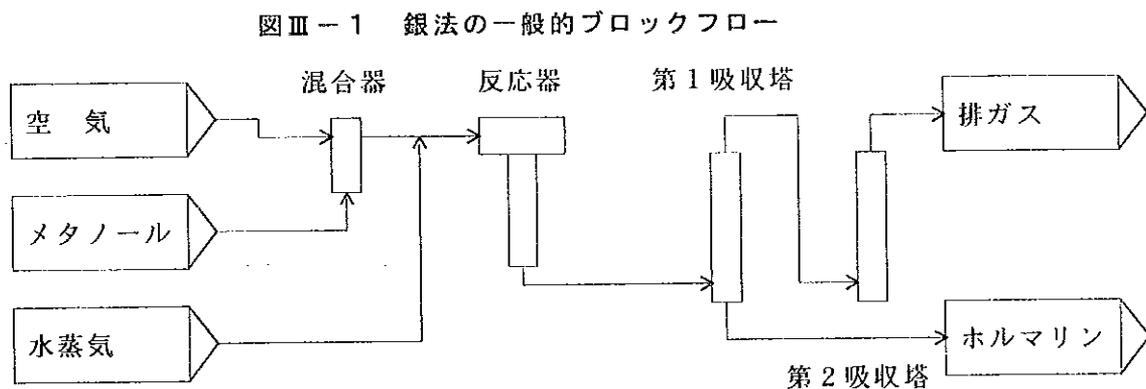
1.1.1 プロセスの種類と工程の概要

ホルマリンの製造プロセスは反応に使用する触媒で大別すると①銀触媒法と②酸化鉄触媒法の2種類がある。有機化工廠のプロセスは銀触媒法であり、今回の工場近代化計画調査の重要な対象であるが、増設や製品の市場対応を考慮すると、将来の工場近代化には酸化鉄触媒法も極めて有力な候補と考えられるので、予め各法の概要を述べておくこととする。

(1) 銀触媒法（メタノール過剰法、又は単に銀法と略称）

金属電解銀の切片を、厚さ20mm程度の触媒床とし、空気/メタノールガスの比率を、メタノール大過剰として爆発限界（37容量%）を避け、且つ、反応速度をコントロールするために、不活性ガスとして水蒸気を吹込添加して反応を行わせる方法である。現在の、太原有機化工廠のホルマリンプラントは、この方法に基づいている。

銀法の一般的なブロックフローダイヤグラムを、図Ⅲ-1に示す。



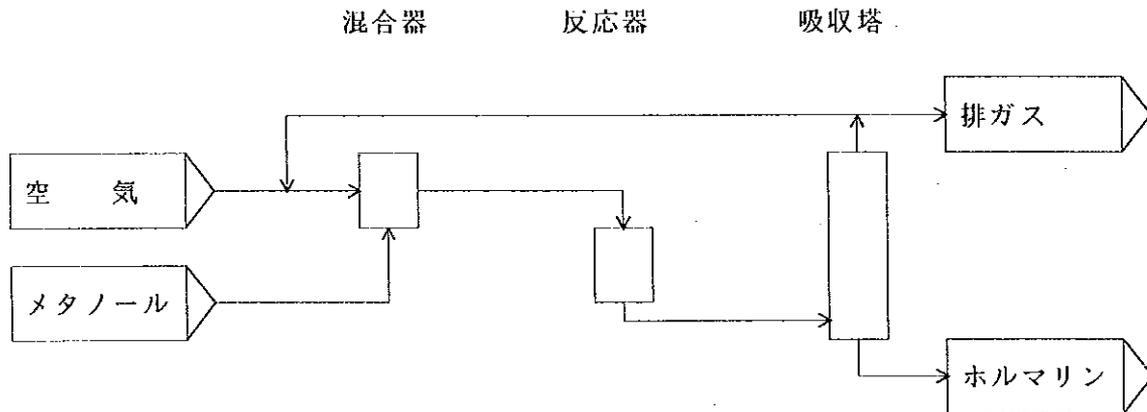
(2) 酸化鉄触媒法（空気過剰法、又は単に鉄法と略称）

触媒は、酸化鉄と酸化モリブデン等とを混合焼成したもので、むしろ、モリブデン分が多いが、慣習として“酸化鉄触媒法”と呼ばれている。各触媒メーカーが、各自のノウハウに基づいて、4mmφ×4mmH程度のシリンダー状に成型した触媒を、1インチ程度の多数

の触媒管に充填し、空気／メタノールガスの比率を、空気大過剰として爆発限界（7容量％）を避け、且つ、反応速度をコントロールするために、不活性ガスとして吸収塔排ガスの一部をリサイクルして、原料空気に一定比率で混合して反応させる方法である。

鉄法の一般的なブロックフローダイヤグラムを、図Ⅲ－2に示す。

図Ⅲ－2 鉄法の一般的ブロックフロー



(3) 有機化工廠のホルマリン工程の概要

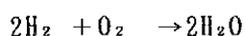
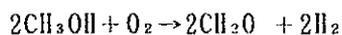
有機化工廠における銀触媒法ホルマリンプラントのブロックフローダイヤグラムは、図Ⅲ－3に示すようなプロセス構成となっている。その製造工程概要は以下のとおりである。原料メタノールは、高位槽へポンプで送り上げられ、位置差でメタノール蒸発器へ送入される。高位槽からは、余分のメタノールがオーバー・フローして、メタノール貯槽へ戻るようになっている。

原料空気は、ルーツブローにより、メタノール蒸発器下部の液状メタノール中へ直接圧入され、泡を立てながらメタノールと共に多管式メタノール蒸発器で加熱され、空気／メタノール混合ガスとなってメタノール蒸発器上部から送出される。

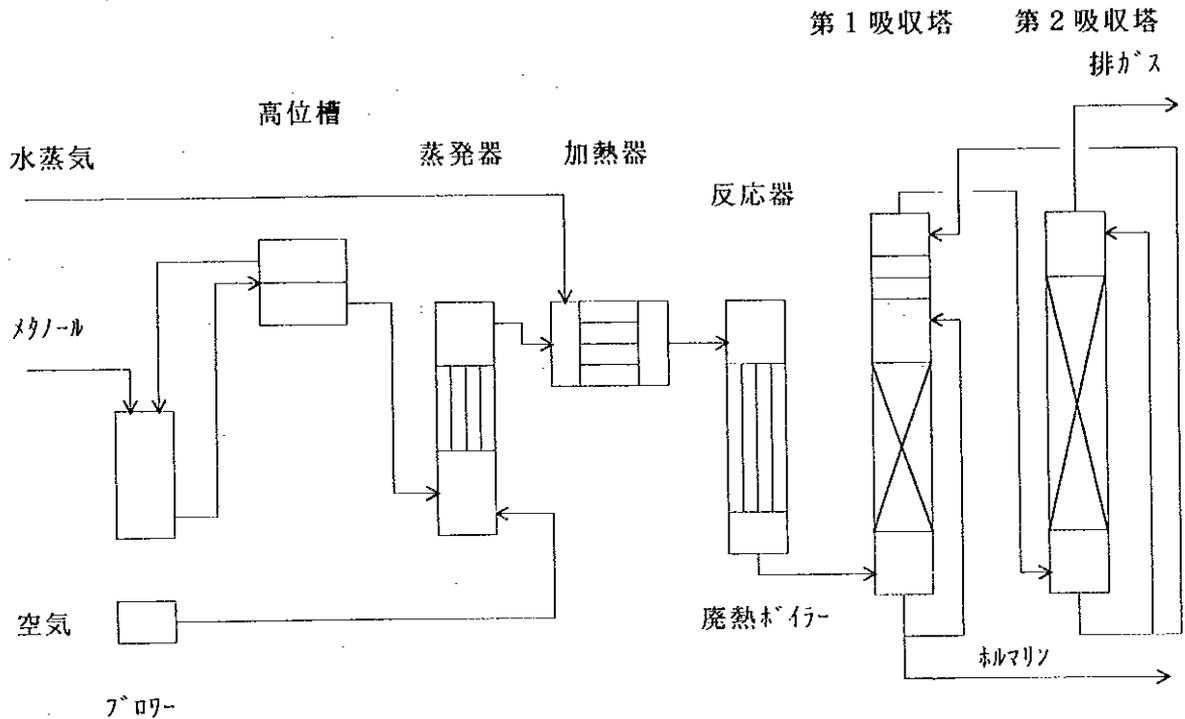
原料水蒸気は、メタノール蒸発器出口の後に設けられた混合器で、空気／メタノール混合ガス中へ吹込まれる。

このようにして混合調製された空気／メタノール／水蒸気の「三元原料」混合ガスは、加熱器で加熱され、逆火防止器を経て反応器へ送られる。

反応器は、上部に銀触媒床があり、原料混合ガスは銀触媒の作用により次の反応を行い、ホルムアルデヒドを生成するとともに、水を副生する。



図Ⅲ-3 有機化工廠ホルマリンプラントブロックフロー



反応生成ガスは、反応器下部に直結している多管式熱交換器型の廃熱ボイラーで副反応を抑制するために急冷される。除熱されるエネルギーは水蒸気として回収される。このために、触媒床下部と廃熱ボイラー上部とは、その目的のための工夫が施されている。

冷却された反応生成ガスは、第1吸収塔下部へ送り込まれ、塔内を上昇しつつ吸収操作を受けて、有効成分であるホルムアルデヒド、未反応メタノール、副生水蒸気を補集除去されて第2吸収塔塔頂から排出される。

第1吸収塔は、上部に5段の泡鐘段、下部に全1段の金属製鞍型充填材を充填した充填段を有している。泡鐘段の上部へは第2吸収塔塔底液の一部を、また、充填段上部へは第1吸収塔塔底液の一部を注入し循環させている。

第1吸収塔塔底液の一部は、生産計画に従った原料供給量とのバランスをとりつつ、ホルマリン（粗ホルマリン）としてホルマリン貯槽へ送られる。第1吸収塔塔頂から排出されたガスは、第2吸収塔下部へ送り込まれ、塔内を上昇しつつ再度吸収操作を受けて、平衡上、第1吸収塔で吸収されなかった残余の有効成分の殆どを補集除去されて塔頂から排出される。

第2吸収塔は、全1段の充填段であり、充填材としては天津大学で開発された波紋型合成樹脂製充填材を用いている。充填段上部へは、第2吸収塔塔底液の一部を循環注入している。また、吸収効率を上げるため若干の補給水が必要であるが、これは、第2吸収塔塔底

液循環ポンプ入口側から吸引され、循環液とともに注入されている。

第2吸収塔塔頂から排出されたガスは、排ガスボイラーへ送られて、微量残存するホルムアルデヒド、COガスその他の公害物質を燃焼除害して大気放出される。また、第2吸収塔塔頂ガスは、相当量の水素ガス等をも含んでいるので、燃料として有効に使用されて水蒸気として回収している。

一方、ホルマリン貯槽へ送られたホルマリン（粗ホルマリン）は、3基ある貯槽（各仕上りベース40トン容量）の何れか1基へ入り、満杯になる都度他の貯槽に切換えられ、成分を分析して、国家規格に合格するように純水を補充注入調合して濃度を調整する。

このようにして製造された製品ホルマリン（精ホルマリン）は、需要家が用意して来るローリー又はドラム缶に充填販売されるほか、ウロトロピン車間、フェノール樹脂車間へ自家消費用としてポンプで送られる。

メタノール原単位は、銀触媒法の標準的な成績を達成しているが、①触媒寿命が標準値3～6ヶ月に対して半月乃至1ヶ月と極端に短いこと、及び②主要機器相互の設計上のアンバランスのためか、公称能力15,000トン／年に対し、運転実績換算13,000トン／年に満たないことが、今回の近代化計画の改善を必要とする大きな問題点である。

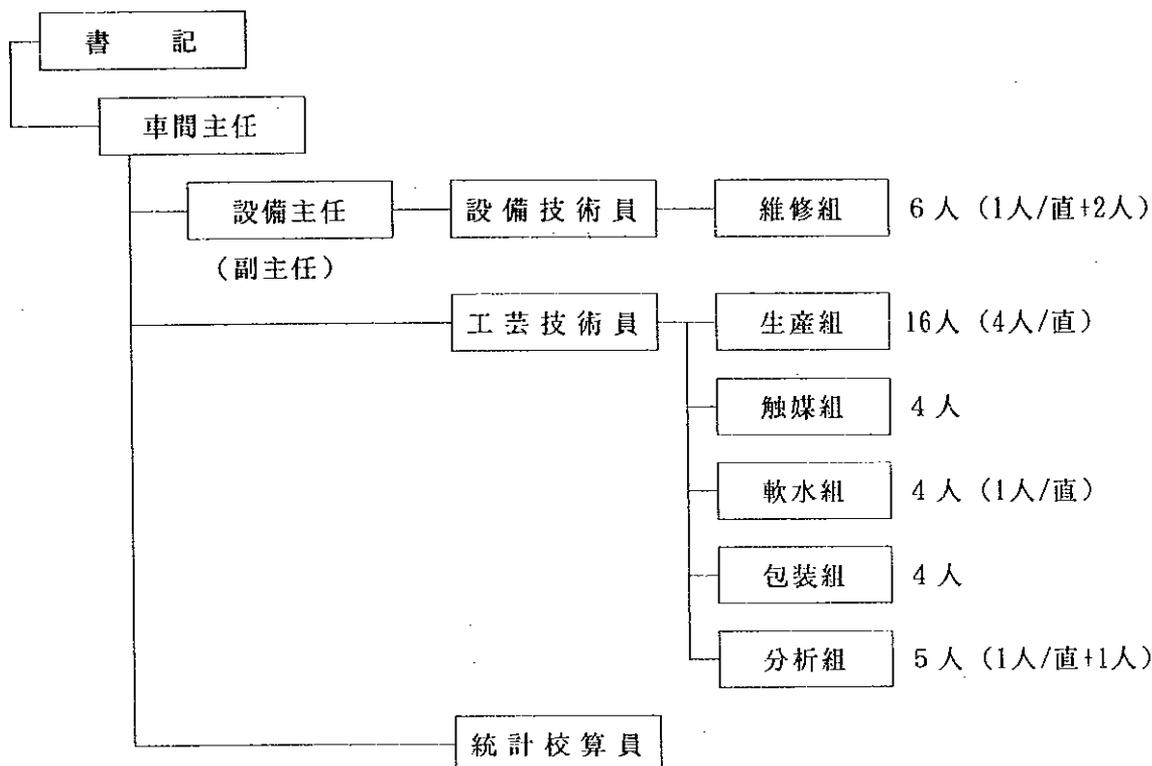
1.1.2 ホルマリン車間の組織と人員

ホルマリン車間の組織と人員構成は、図Ⅲ-4に示す。また、組織を構成する各作業組の業務分担は表Ⅲ-1に示す。以下に、その内容を説明する。

ホルマリン車間は、車間主任が全体を統括しており、車間主任の下に保全、運転及び管理の3部門がある。運転部門は、さらに、生産、触媒、軟水、包装（調合出荷）及び分析の5組に分かれている。生産組は、ホルマリン車間の中核をなすもので、4班2交替制である。昼番（朝8時から夜8時まで12時間勤務）と、夜番（夜8時から翌朝8時まで12時間勤務）の交替勤務となっている。また、保全を担当する維修組も、一部日勤者がいるが、他は生産組と同様に交替勤務を行っている。また、軟水組及び分析組もそれぞれ交替勤務である。他の、触媒組及び包装組は日勤である。

車間主任は、工場の生産計画及び車間の生産状況に基づいて、生産組に対して指示書により指令を出し、他の組は、生産組の任務を補助して、それぞれの業務を行うようになっている。指示書の主な内容は、生産量、温度、品質などである。交替番の運転引継は文書で行われ、記録として保管されている。

図Ⅲ-4 ホルマリン車間の組織と人員



車間では、組作業員の作業基準として、“全力を集中して厳密な操作”及び“巡回検査基準”などを図表化して制定し、管理者が不定期に各組の検査を行い、検査記録をとることを制度化している。これらの記録は、月次締切時にチェックして、得点をつけ、得点によって奨励金が決定される。

車間の保全予算は、毎年の実績に基づいて管理科が査定決定する。保全予算の管理は、財務科の所管であり、車間主任は必要に応じて、申請手続をとって実施する。

現在のホルマリン車間の補修予算は、3,000 元/月が目標となっている。月別では、これを超過してもよく、年間総合で成績を達成できればよいことになっている。

車間には、技術員が配属されていて車間の業務範囲内の技術検討を行うが、新增設計画等の技術検討は、技術開発科、技術改造科の業務となり、車間は直接には関与しない。

要員数に関しては常に合理化を進め減員する努力が大切である。運転の安定化など種々の制約条件もあると思われるが、減員できる余地は非常に大きいと考える。

表Ⅲ-1 ホルマリン車間の業務分担

	組長	組員	勤務	工 作 内 容
維修組	1	5	日 勤 一部交替	1. 設備日常修理 2. 設備保全 3. 定期大修理（年1回） 4. 毎直1人、生産組に協力し交替勤務
生産組	4	12	交 替	（組長1人+組員3人）×4直 朝8時～夜8時～朝8時、12時間勤務
触媒組	1	3	日 勤	使用済の銀触媒の電気分解、再調製
軟水組	1	3	交 替	イオン交換装置により軟水を製造し、反応器廃熱 ボイラー及び排ガスボイラーへ、ボイラー用水と して供給
包装組	1	5	日 勤	1. 製品ホルマリンの調合作業 2. 需要家がホルマリンを買いに来た場合に、容器 （概ね200 kgドラム缶）へ充填
分析組	1	4	交 替	1. 粗ホルマリン（第一吸収塔ポンプ出口）の定期的 （2時間ごと）分析 2. 精ホルマリン（調合製品）の分析
人員計	9	32		
合 計		41		

1.1.3 生産能力

(1) 実生産能力

当プラントは、1975年に3,000トン/年規模で建設された。当初のプロセスは、浮石銀触媒（担体に担持させたもの）を用いた方法である。その後、1987年に大改造を実施し、電解銀触媒法を採用し、反応器も1,000mmφとし、設計能力10,000トン/年規模とした。この際、主要機器の殆どを新たに設計、製作し更新したので、現在のプラントは1987年に建

設されたものとも見なされる。その後、1989年に排ガス処理ボイラーを付設し、さらに1994年に小改造を実施した。その際の約一週間の短期間運転（瞬間的生産量として、45トン/日、平均43トン/日、触媒床の差圧が急増し運転継続が不可能となりテストを中止した）実績に基づいて、将来の運転改良による能増を期待し、45トン/日×330日/年=14,850トン/年、即ち15,000トン/年規模であると公称することとなった。しかし、今回の調査により、改めて反応器の実生産能力は、生産実績より約11,000トン/年（300日/年稼働）である。一般的に銀触媒の安定性を損なわずに増産できる幅は、10%程度と考えられる。

(2) 生産能力推移

当プラントの建設以来現在に至るまでの生産能力の推移及び主要機器の設置、改廃の履歴を、表Ⅲ-2に示し以下に、その内容を説明する。

表Ⅲ-2 主要機器の履歴

	1975	1987	1988	1989	1994	1997
	建設	大改造				現在
メタノール高位槽			新設			
メタノール蒸発器	1983更新					
ブロワー	小型2基	大型1基増設				
蒸気ヘッダー		新設				
逆火防止器		新設				
反応器	浮石銀 500φ	電解銀 1,000φ				
第1吸収塔	不詳	更新			鞍型充填材採用	
第1吸収塔冷却器	多管式				プレート式増設	
第2吸収塔	不詳			更新	波紋型充填材採用	
第2吸収塔冷却器	多管式			プレート式更新		
排気ボイラー			新設			更新
計器類			更新			ここ1～2年で不良増加

①反応器及び廃熱ボイラー

これは、反応器の設計仕様書の中に記述されている。即ち、当初のプロセスに基づく反応器は、反応器直結の廃熱ボイラー管板が、構造上の欠陥により、しばしば亀裂を発生させて更新のやむなきに到っていた。数十日間の運転で原料の漏れが発生したケースもあった。この問題を解決するために、化学工業部に所属する化学工場からの提案により、反応器が再開発された。上部の反応器部分は、従来のものであるが、中間部の急冷部分に楕円管組立てセットを設け、管板の厚さを薄くし、急冷効率を高める工夫をした。その下部の冷却部分は、通常が多管式熱交換器となっている。このような新しい設計による反応器を採用することによって、設備が長期間使用できるようになった。

②銀触媒の電気分解法

1987年のプロセス変更時に、青島第二化工廠から指導を受け、その際、99.99%純度の基準を達成でき、以降、その操作法に従っている。

③吸収塔

建設当初の設計は不詳であり、1987年の大改造時に第1吸収塔が更新され、1989年に第2吸収塔が更新されている。また、吸収塔液冷却器は、1989年に第2吸収塔のものがプレート式に更新され、1994年に第1吸収塔のものがプレート式で増強されている。

さらに、1994年になって、吸収塔充填材が、それ迄の磁性ラシヒリングから、第1吸収塔は金属製鞍型充填材に、また、第2吸収塔がプラスチック製波紋型充填材に更新された。これらの経緯から、吸収塔については、数次の改良がなされてきている。

(3) 生産稼働実態

当プラントの運転稼働状況を確認すると、96年1月から97年3月の15ヶ月間で合計45件の停止がある。これは月平均3回で数字的には10日間毎に各種原因による設備停止に陥っていることとなる。プラント停止状況を表Ⅲ-3に示す。これらの停止による、低下した生産実日数は不明であるが、次のような問題が派生している。

①基本的に連続生産プラントであるホルマリン生産をこのような頻度で停止させていることは、年間の実生産日数が少なくなり、生産計画量を達成させることが困難である。

②さらに、深刻な問題として、プラント停止による触媒層温度の変動（低下）により、銀触媒の破損が起き、触媒性能を長期間（計画期間）維持することが出来なくなっている。

表Ⅲ-3 ホルマリンプラント停止状況

時 期	回数	車間の内部的要因	車間の外部的要因
96. 1	3		①1/4熱水ポンプスイッチ故障 ②1/10停電 ③1/23製品貯槽満杯
2	3	①2/29操作過失によるモーター/ルーツブロー故障	②原料不足 ③製品貯槽満杯
3	2	①触媒交換	②製品貯槽満杯
4	4		①4/1停電 ②計器保護のため停止 ③4/12原料不足 ④4/27原料不足
6	3	①6/6廃熱ボイラー漏洩	②6/13空気弁不良 ③調整槽満杯
7	5		①7/9停電 ②7/10高圧スイッチ停止による失火 ③7/13停電による失火 ④7/20高圧スイッチ停止による失火 ⑤7/24降雨によるスイッチ停止による失火
8	4	②8/5①原因で酸素高濃度により停止	①8/4高圧スイッチ停止による失火 ③8/13降雨によるスイッチ停止による失火 ④8/30調整槽満杯
9	2		①9/17停電による失火 ②9/28休日のため停止
10	6		①10/4高圧スイッチ停止による失火 ②10/5ブロー停止による失火 ③10/9停電 ④10/10計器原因による停止 ⑤10/14ブロー停止による失火 ⑥排ガスボイラーブロー停止で失火により、酸素高濃度により停止
11	5	③11/6①原因でメタン高濃度により停止	①11/5高圧スイッチ停止による失火 ②11/5熱水ポンプスイッチ停止による失火 ④11/13高圧スイッチ停止による失火 ⑤11/28高圧スイッチ停止による失火
12	1		① 高圧スイッチ停止による失火
97. 1	4	③廃熱ボイラー焼損不良	①1/13原料不足 ②1/20高圧スイッチ停止による失火 ④1/27動力車間蒸気の気液未分離による指標不合格
2	1		①2/3 原料不足
3	2	①3/4生産量少ないため触媒交換実施による停止	②3/17停電

当プラントの停止原因を、分類しその割合を調べると次のようになる。

① 廠外の問題（停電・休日等）	: 8 (17.8%)
② 他の車間の設備不良	: 19 (42.2%)
③ 原料不足・製品等貯槽能力不足	: 10 (22.2%)
④ ホルマリ車間運転管理	: 7 (15.6%)
⑤ その他（不明）	: 1 (2.2%)

合 計 45 (100%)

上記分類結果から判断すると、プラント稼働日数の向上を図るには第1として、有機化工廠全体の工場管理の強化・改善をすることである。第2は、原料不足・製品等貯槽不足を解消すること。しかし貯槽能力を解決するには、単に貯槽を増加するだけでなく、計画的な販売計画・生産計画を立て、さらに販売・生産を平準化する努力が必要であろう。このようにプラント停止原因を解決することで、連続生産が可能となり、触媒寿命が延び、年間の生産量の増大にも結びつけられるだろう。

1.1.4 原料及び製品

(1) 原料メタノール規格と納入原料品質

原料メタノールの国家規格を、表Ⅲ-4に示す。○印を付した項目は、受入検査のチェック項目である。銀触媒には触媒毒が多いので、原料メタノールに関しても触媒毒に十分な注意が必要である。特に、過マンガン酸カリ試験値は、ホルマリン原料としてのメタノール品質をチェックする際の重要項目であり、国際商品化したメタノールの過マンガン酸カリ試験値は、殆どすべて100分以上の実績値を有している。複数の購入先の原料メタノールの納入品質実績例を表Ⅲ-5に示す。過マンガン酸カリ試験値から判断すると、太原化肥廠のメタノール（80分）以外（55～60分）は、ホルマリン原料品質としてさらに向上の要請をすべきであろう。

(2) 原料空気

空気を原料として考える場合は、現在ポリウレタンマットを装着した空気濾過器を設置してあるが、隙間などから空気が通過しないように十分な保守管理を行う必要がある。

表Ⅲ-4. 原料精メタノール規格

GB338-85

指 標	指 標		
	一級品	二級品	三級品
○外観色度（白金・コバルト）号 \leq	5 （無色透明）	10 （可視異物の ないこと）	15 （透明で可視 異物のない こと）
○密度（20℃） g/mL	0.791-0.792	0.791-0.793	0.791-0.793
沸点（760mmHg）℃	64.0~65.5		
○蒸留量 mL/100mL	98以上		
温度範囲 （64.8 \pm 0.1℃） \leq	0.8	1.0	1.5
○過マンガン酸カリ試験 分 \geq	50	20	—
水溶性試験	清 澄	清 澄	—
○水分含有量 % \leq	0.10	0.15	—
○遊離酸（HCOOH）含有量 ppm \leq	15	30	50
カルボニル化合物（HCHO）含有量 ppm \leq	20	50	100
遊離アンモニア（NH ₃ 計）含有量 ppm \leq	2	8	15
蒸発残渣 ppm \leq	10	30	50
臭 気	特異臭の無いこと		
エタノール含有量 % \leq	0.01	—	—
塩化物含有量 ppm	—	—	—

○：受入検査項目

表Ⅲ－５ 原料メタノール品質の実績例

購入先（産地）	化肥廠	大 化	介 休
サンプリング日付	96. 7. 11	96. 11. 28	96. 12. 8
サンプリング場所	庫 房	メタノール庫	メタノール庫
外 観	無色透明	無色透明	無色透明
遊離酸 ppm	4. 1	13. 07	2
密 度 g/mL/20 °C	0. 7921	0. 792	0. 791
水 分 %	0. 09	0. 10	0. 062
蒸溜量 mL	98. 5	98. 4	98. 1
過マンガン酸カリ試験 分	80	55	65

(3) 原料水蒸気

原料水蒸気は、プラントの運転開始時には、車間外の動力車間から受入れ、運転開始後は、プラント内の反応器廃熱ボイラー及び吸収塔排ガス処理ボイラーからの発生蒸気が用いられている。何れにしても、プラントの主要部は不銹鋼で作られているが、蒸気系は一般に炭素鋼が用いられているので、系内から微細な鉄粉などの触媒毒が侵入して来る可能性が高いのでフィルターなどで除去すべきである。また、蒸気発生に使用する水の軟水化にも十分注意し触媒毒を持ち込まないように配慮すべきである。また、蒸気には多量のドレンが同伴している恐れもあるので、スチームトラップ等であらかじめ除去し計測も出来るようにすべきである。

(4) 製品ホルマリン規格と出荷製品品質

製品の国家規格を、表Ⅲ－６に示す。当廠のホルマリン中メタノール含有量は、2%前後で、国家規格をはるかに下回っているが、国家規格のホルマリン中メタノール含有量12%以下というのは、合板や繊維板など木質系接着剤原料としての品質要求に配慮しているものと考えられる。複数の格付けの製品の出荷品質実績例を、表Ⅲ－７に示す。現在のところは、特に問題は無いようであるが、将来、需要家の要求が次第に厳しくなることを予想し、品質向上策を検討しておく必要がある。

(5) 助剤（重合防止剤）

製品ホルマリン中ホルムアルデヒドが、経時的に重合してパラホルムアルデヒドとなって白色沈澱を生じることを防止する目的で、冬期（10月から翌年3月まで）にホルマリンに重合防止剤が添加される。現在は、昆明の楊林接着剤工場から購入しているが、物質名、組成などは不明である。将来のプラント増設、遠隔地への拡販などに備えて、ホルマリンメーカーである有機化工廠としては、重合防止剤の物質名、組成などを解明し、できれば集团公司企業内、又は自らの手で製造することも検討すべきであろう。

表Ⅲ－6 製品ホルマリン規格

GB9009-88

指 標 名 称	特級品	一級品	合格品
外 観	透明で浮遊物のない液体 低温時に白色混濁可とする		
色度（白金－コバルト） 号 \leq	10	—	—
ホルムアルデヒド含有量 %	37.0-37.4	36.7-37.4	36.5-37.4
メタノール含有量 % \leq	12	12	12
酸度（ギ酸として） % \leq	0.02	0.04	0.05
鉄含有量 ppm \leq	1（ローリー）	3（ローリー）	5（ローリー）
	5（ドラム）	10（ドラム）	10（ドラム）
灰 分 % \leq	0.005	0.005	0.005

色度測定：GB3143の規定によって行う。

表Ⅲ-7 製品ホルマリン品質の実績例

生産月日	96.12.19	96.12.20	96.12.21
生産数量	40 t	40 t	40 t
外 観	合 格	合 格	合 格
色 度	—	—	10
ホルムアルデヒド分 %	36.8	36.9	37.2
メタノール分 %	2.0	1.7	1.3
酸度（ギ酸として） %	0.03	0.003	0.02
鉄含有量 ppm	1	0.4	0.4
灰 分	—	0.005	—
注）格付け	一級品	一級品	特級品

1.2 生産設備

製造プロセスに係る調査内容の詳細な説明に入る前に、生産設備に係る諸資料をこの項にまとめることとする。

1.2.1 プロセスフローシート

有機化工廠のホルマリンプラントのプロセスフローシートを、図Ⅲ-5に示す。当廠には、テーブル大のフローシート及びごく簡略なA4サイズのフローシートはあるが、詳細な調査作業及び技術検討に使用できるようなフローシートが見当たらなかったため、担当者と共同でプロセスフローシートを作成することとし、作成の過程で、ライン毎に個々の問題点の掘り起こしを行った。図Ⅲ-5は、この新たに共同作成したフローシートを基としている。

1.2.2 機器リスト

当プラントの機器リストを、表Ⅲ-8に示す。全体として技術資料の整備が十分行われていないので、機器仕様なども不明のものが多い。機器類の経歴はメンテナンスや合理化・安全等の技術検討には欠くことの出来ないデータとなるので、今後、計画的な技術資料の整備を行う必要がある。

表Ⅲ-8 機器リスト(1)

番号	機器名称	製作メーカー	仕様, 材質	数量	備考
	蒸気系 蒸気マニホールド	山西榆次	400 φ × 1,800	1	
	蒸気濾過器	本廠	—	1	
	メタノール系 メタノール貯槽	山西太原	73m ³ (50T容量) A3	4	地下貯槽
	メタノールポンプ	天津	65-FB-40 不銹鋼	2	
	メタノール受入槽	本廠	2,000 φ × 3,350H × 10 A3	2	
	メタノールポンプ	天津	40-FB-26 不銹鋼	2	
	メタノール高位槽	本廠	1,000 φ × 1,500H A3	1	
	メタノール濾過器	本廠	A3	1	
	メタノール蒸発器	北京	1,400 φ × 3,910H 不銹鋼	1	
	熱水ポンプ	山西陽泉	RS-100-32	2	
	空気系 空気濾過器	本廠	350 φ A3		
	空気ブロー		ルーツブロー, RB-150 A3 1,500 m ³ /H	1	
		上海	ルーツブロー, LG300 × 200-1 A3	2	

表Ⅲ-8 機器リスト(2)

番号	機器名称	製作メーカー	仕様, 材質	数量	備考
	空気槽	本 廠	1,800 ϕ × 2,200H A3	1	
	反応系 原料ガス加熱器	山西文水	600 ϕ × 1,764L 不銹鋼	1	
	逆火防止器	山西文水	600 ϕ × 680L 不銹鋼	1	
	反応混合ガス 濾過器	山西文水	1,200 ϕ × 800H 不銹鋼	1	
	反応器	福 州	1,000 ϕ × 2,000H 不銹鋼	1	
	廃熱ボイラー				
	吸 取 系 第1 吸収塔	山西太原	1,100 ϕ × 13,000 不銹鋼	1	
	第1 吸収塔循環 ポンプ	天 津	80FB-38 7.5KW 65FB-40 28 m ³ /H	1 1	
	多管式熱交換器	本 廠	25m ² 不銹鋼	1	
	プレート式 熱交換器	天 津	80m ² 不銹鋼	1	
	第2 吸収塔	山西文水	1,100 ϕ × 10,500H 不銹鋼		
	第2 吸収塔循環 ポンプ	天 津	65-FB-40 7.5KW 不銹鋼 28 m ³ /H	2	
	プレート式 熱交換器	天 津	40m ² 不銹鋼	1	
	冷水塔	河 南	80T	4	
	送水ポンプ	上 海		1	
	調合・製品系 ホルマリン貯槽	山西文水	3,500 ϕ × 4,000H 不銹鋼	3	
		本 廠	100 m ³ A3	1	
	ホルマリン製品 ポンプ		65FB-40 不銹鋼	2	

表Ⅲ－８ 機器リスト(3)

番号	機器名称	製作メーカー	仕様, 材質	数量	備考
	重合防止剤反応釜	浙江杭州	500 L	1	
	排ガスボイラー系 排ガス液封器	本 廠	1,400 φ×1,530H×8 A3	1	
	排ガスボイラー	北 京	1,000 φ×5,000H A3	1	
	ブロー	山西原平	4-72-11NC 3.6A A3	1	
	水処理系 イオン交換器	山西太原	500 φ A3	1	
	軟水槽	本 廠	16m ³ A3	1	
	塩水ポンプ	天 津	40FB-26 不銹鋼	1	
	塩水濾過器	本 廠	800 φ×1,000H A3	1	
	計装空気系 空気圧縮機	天 津	V-0.67	1	
		南 京	Vw-0.64	1	

1.2.3 計測器リスト

当プラントの計測器リストを、表Ⅲ－9に示す。計測器リストについても、機器リストと同様のことが言える。特に、計測器については、老朽化、整備不良、故障などの原因によって指示不良、作動不良、指示不能、作動不能となっている計測器が多く、安全確保及びプロセス合理化に極めて重要な機能であるので早急に復旧する必要がある。

1.2.4 設備配置図

当プラントの平面配置図を、図Ⅲ－6に示す。プラントの主要機器は、3階建の建屋内に配置されているが、吸収塔など一部の機器は、建屋外に配置されている。また、排ガスボイラー、触媒電解室、軟水製造室などは、別棟となっている。周辺に空地が多い割には、

やや窮屈な配置となっているが、これは建設費を抑える目的と再度の能力増強によるものと考えられる。但し、日本のホルマリンプラントにも、同様の傾向が見られるので、大きな問題とするものではない。

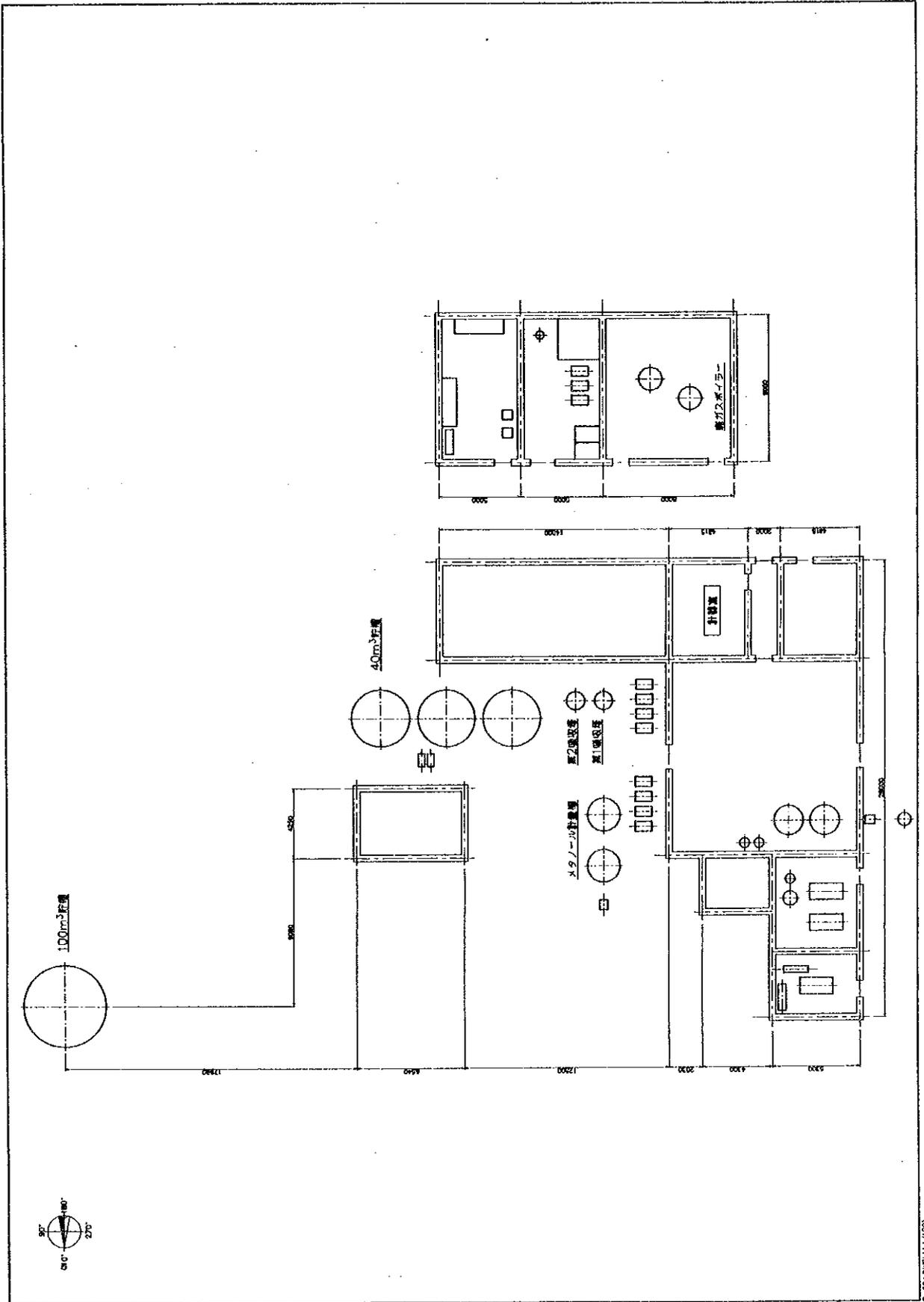
表Ⅲ－９ 計測器リスト(1)

計 器 名 称	現 状
蒸気系 吹込蒸気圧力調節器	自動調節，指示，記録あり
吹込蒸気流量調節器	指示は出ているが、記録計がこわれている
メタノール系 原料メタノール積算流量計	製品コスト算出のための主要計器であるが、10年以上経過して、精度が大幅に落ちている
メタノール流量指示計	(故障)
メタノール蒸発器液面調節器	自動調節、指示あり(記録なし)
メタノール蒸発器圧力指示計	現場指示
メタノール蒸発器温度指示計	数字表示
熱水槽温度指示計	数字表示
熱水排出温度指示計	(なし)
空気系 空気槽圧力調節器	指示不良
空気流量調節器	自動調節，指示あり，(記録なし)
ブロー出口温度指示計	(なし)
反応系 反応混合ガス加熱器温度指示計 反応器反応温度指示計 No. 1	数字表示 指示、記録表示
No. 2	同上
反応器バイパス管圧力指示計	(故障中)
反応器ボイラー液面調節器	指示
反応器ボイラー圧力調節器	指示
吸収系 反応器出口(第一吸収塔入り口) 温度指示計	数字表示
第1吸収塔底液温度指示計	数字表示、(故障中)
第1吸収塔頂ガス温度指示計	数字表示、(故障中)

表Ⅲ-9 計測器リスト(2)

計 器 名 称	現 状
第1吸収塔頂圧力指示計	(故障中)
第1吸収塔循環液冷却器出口 温度指示計	数字表示
第2吸収塔底液温度指示計	数字表示
第2吸収塔頂ガス温度指示計	数字表示
第2吸収塔頂圧力指示計	(故障中)
第2吸収塔循環液冷却器出口 温度指示計	数字表示
流量指示計： 製品排出流量	転子流量計
1塔循環流量	転子流量計
1塔注加2塔液流量	転子流量計
2塔循環流量	転子流量計
2塔加水流量	転子流量計
調合・製品系	
排ガスボイラー系 排ガスボイラー液面調節器	調節、表示、(記録不能)
排ガスボイラー圧力調節器	正 常
排ガスボイラー温度指示計	正 常
周 役 系 ボイラ供給水流量調節器	(なし)

図Ⅲ-6 ホルマリン車間配置図



1.3 製造プロセス

1.3.1 製造プロセスの現状

当廠のホルマリンプロセスの生産能力と改造の発展経緯、現状のプロセスフローシート、機器、計器、配置等については、前述したとおりである。ここでは主要原単位及び物質収支を表Ⅲ-10および図Ⅲ-7に示す。また、圧力・熱バランスに関しては得られたデータを図Ⅲ-8に示す。

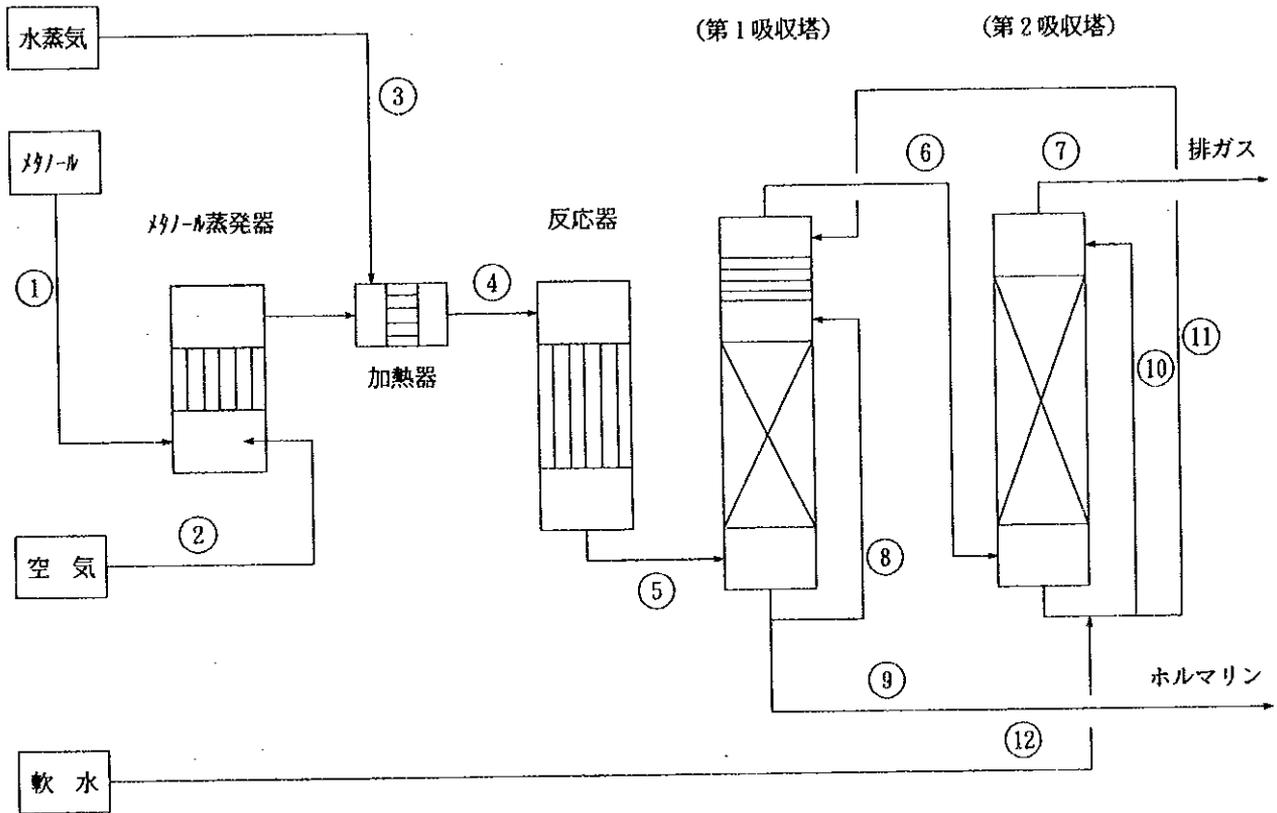
現実の問題としては、後段で詳細に調査結果を述べるように、2年前くらいから、各計器が次々に指示不良或いは記録不能となり、現在は、車間主任以下の長年の経験と勤によって運転が維持されている。従って、物質収支は数年前の資料から引用したものであり、主要原単位については、出入りの計量が行われているので、総合的数値としては算出できるが、精度は欠ける。

周知のように、ホルマリン製造では、原料である空気/メタノールガスの混合比率による爆発範囲の問題があるので、安全・安定運転の点からも各計器の早急な回復が必要である。

表Ⅲ-10 主要原単位実績

	生産量 t	メタノール kg/t	水 t/t	電力 kwh/t	蒸気 t/t
1993	9,563	469	3.18	47	0.05
1994	10,432	463	2.5	37	0.05
1995	11,424	464	3.1	44	0.04
1996 (1~11月)	9,439	458	3.1	45	0.05
1997					

図 III - 7 物質収支

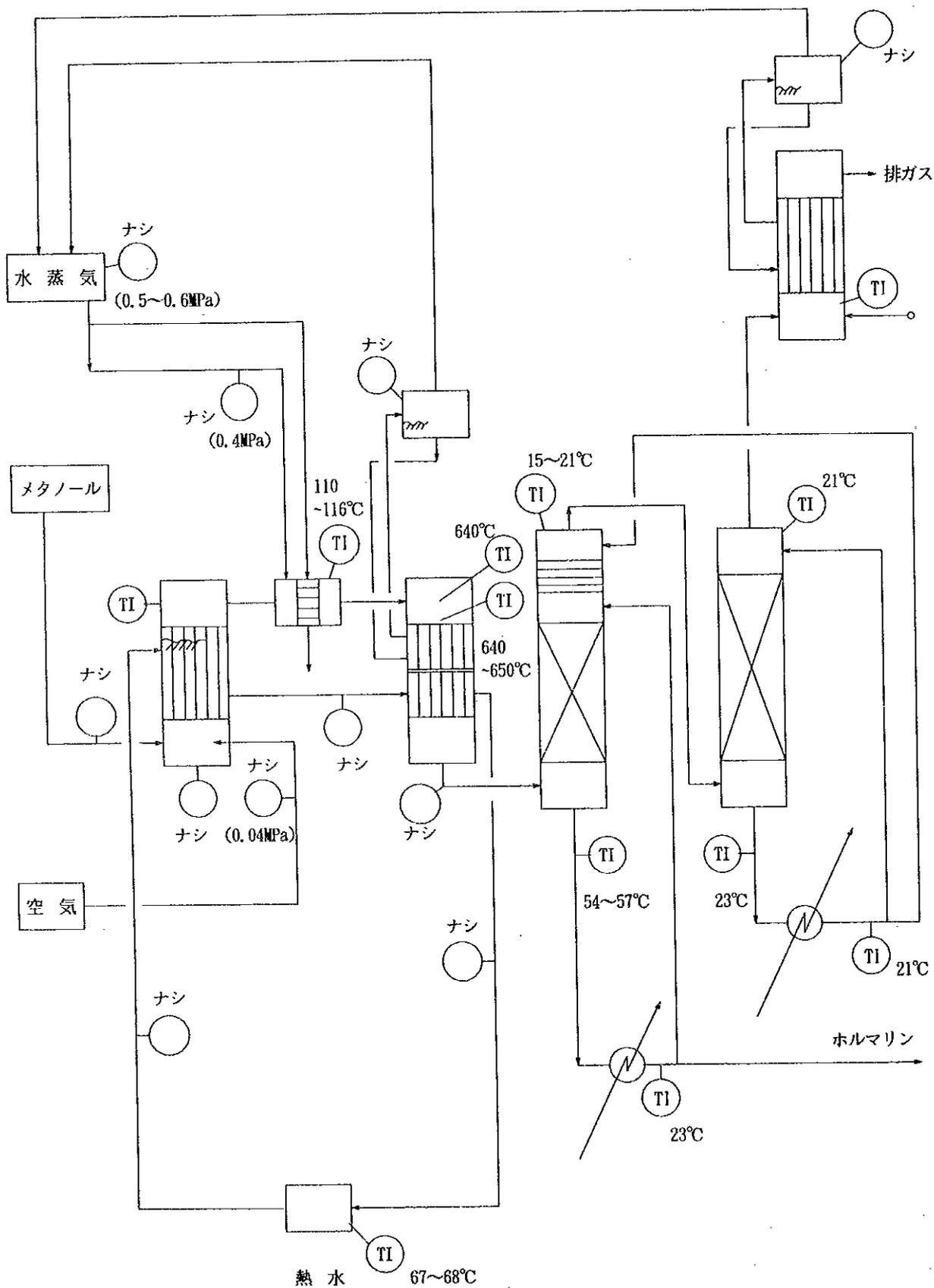


物質収支

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
組成	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H	kg/H
CH ₂ O					769.2	76.9		12,790.9	769.2	966.0	76.9	
CH ₃ OH	967.6			960.8	50.2	12.5		834.2	50.2	157.5	12.5	
水又は水蒸気	11.8	8.1	652.6	672.3	1,023.6	51.2	34.0	21,132.8	1,270.9	3,404.2	298.4	281.3
N ₂		1,214.8		1,214.8	1,214.8	1,214.8	1,214.8					
O ₂		347.2		347.2	3.7	3.7	3.7					
H ₂					22.4	22.4	22.4					
CO					8.1	8.1	8.1					
CO ₂					98.7	98.7	98.7					
CH ₄					4.6	4.6	4.6					
合計	979.4	1,570.1	652.6	3,195.1	3,195.3	1,492.9	1,386.3	34,757.9	2,090.3	4,527.7	387.8	281.3

△
損失 7.0

図III-8 熱・圧力バランス



1.3.2 有機化工廠の製造プロセスの特徴

当廠の銀触媒法ホルマリン製造プロセスを、日本の同じプロセスと比較して、特に留意すべき点を下記に述べる。

(1) メタノール／空気／蒸気混合方法

日本の銀触媒法プロセスの多くは、メタノール、空気、蒸気夫々独立した蒸発器、加熱器により所定の温度に加熱し、まず、メタノール／空気を一定の比率で混合したのちに、所定量の蒸気を吹込んで原料混合ガスとしている。これに対して有機化工廠では、メタノール蒸発器の下部で液状メタノール部分へ空気を直接圧入し、気液混合状態でメタノール蒸発器の加熱部でメタノールの蒸発と空気の加熱を同時に行わせ、メタノール／空気混合ガスを得、次いで蒸気を吹込んで原料混合ガスとしている。現状設備ではメタノール蒸発器の内部で激しい沸騰現象が生じ、気泡現象がメタノール蒸発器上部まで達し、大量のメタノールミストが触媒毒成分を含んだまま触媒床に到る恐れがある。また現在の設備機能は、1983年設計能力3,000トン／年当時のものである。

運転の安定化と能力増強の期待からも、それぞれ独立したフローに改良すべきであろう。その結果、メタノール蒸発器底部のドレンバルブから滞留蓄積した触媒毒を含む物質をドレンとして排出させることが出来る。メタノール供給のための高位槽もドレン抜きを設置し触媒毒を含む滞留物を除去すべきである。

(2) 反応器構造

日本のホルマリンプロセスの多くは、各メーカーのノウハウとして反応器の構造、触媒床の形成などに独自の工夫を施して、原料混合ガスが触媒床と反応器本体との間隙から漏洩することを防止している。当廠でもこの点についての認識はあり、触媒充填作業はきわめて入念に行われている。しかし、反応器の構造そのものはきわめて単純であり、過去の反応生成ガス組成分析結果からも、若干の漏洩が懸念される。メタノール大過剰での反応であるが、過去の記録に基づいた物質収支図では、図Ⅲ-7で見ると若干の酸素が検出されている。現在の反応器の直径が小さいので大きな問題になっていないが、規模の拡大を計画する場合には、反応部下部構造をなす急冷部の管板破損事故を再発させる恐れが考えられる。現状でも原料混合ガスを大量に流し、漏洩量が増大した場合には管板破損の恐れがあるので注意が必要である。

また、反応器の構造設計では混合ガスが反応器内で偏流を起こさないように考慮すること

が大切である。

(3) 反応生成ガス急冷方法

日本の銀触媒法プロセスでは、反応生成ガスの急冷方法についてさまざまな工夫が施されている。しかし、現在でも完全に満足されているプラントは無いのではないかと考えられる。当廠では、反応器に直結した廃熱ボイラー上部に、特殊な楕円型二重管構造部分を設け、急冷効果を得るとともに管板の破損防止を行うための工夫を施しているが、急冷効果としては未だ満足すべき構造にはなっていない。

(4) 吸収塔

日本のホルマリンプロセスの多くは、吸収塔を2塔とし、夫々別個の充填材を充填し、或いは、第2吸収塔を棚段塔とするなどの工夫を施している。一方、当廠では、第1吸収塔は上部棚段層、下部充填層とし、第2吸収塔は全塔一層の充填層としている。

(5) 脱酸装置

日本の銀触媒法プロセスでは、殆どのプラントで、製品中のギ酸分を一定とし且つ安定化するために、イオン交換樹脂を用いる脱酸装置を備えている。現在は、客先が技術的に要求していないこともあって、ギ酸が問題になってないので脱酸装置を備えていない。しかし、将来、関連工業の技術レベルが上がり、品質への要求が厳しくなることが予想されるので、脱酸装置の設置が必要と考える。

1.3.3 原料受入工程

(1) 原料メタノール系

ホルマリンの主原料はメタノールである。バランス的には、次の反応式で理解されるように、1モルのメタノールから1モルのホルムアルデヒドが製造される。



ホルムアルデヒドの生産量は慣習として、37重量%水溶液換算のホルマリン液として表示されることが多い。これに従えば、1トン(37重量%)のホルマリンを製造するのに必要な理論的メタノール量は、395 kgである。しかし、工業的にはプロセスの性能の差によって、420 kgから500 kg程度のメタノールが消費されている。当廠の平均的メタノール原単位は、460 kgである。平均的生産量を11,000トン/年とすると、約420 トン/月のメタノ

ールが必要である。従って、メタノールの購入量及び／又は消費量から、プラントの稼動状況を把握することができる。

メタノールは、主に、集团公司所属の化肥廠から購入しているが、条件如何によっては、近隣の他のメタノール工場から購入することもできる。しかし、前述の原料メタノールの納入品質の項で述べたように、化肥廠以外の工場のメタノールは、国家規格は満たしているが、ホルマリン原料としては、より品質の向上を求めることが必要と思われる。

購入メタノールは、ローリーで入荷し、図Ⅲ-5 プロセスフローシートに示すような地下式メタノール貯槽に貯蔵保管される。メタノール貯槽の容量は75m³（メタノール貯蔵量50トン）4基あり、合計200トンの貯蔵能力がある。メタノール貯槽を地下式とした理由は、メタノールが危険物であること、及び、夏期の強い直射日光により、メタノールの蒸発ロスが大きいことから、地下式にしたという説明であるが、一般的には地上に設置しているものが殆どである。

地下貯槽のメタノールは、流量積算計で計量して、ホルマリン車間のメタノールサービスタンクへ送られる。サービスタンクのメタノールは、車間建屋3階にある高位槽へ連続的にポンプアップされ、余分のメタノールはオーバーフローしてサービスタンクへ戻される。高位槽のメタノールは、メタノール蒸発器の液面を一定に保つように液面調節弁で調節されつつ、位置差によりメタノール蒸発器下部へ送入され、別の配管からメタノール蒸発器下部へ圧入される空気とともに、熱交換部分で加熱蒸発され、空気／メタノール混合ガスとなる。メタノール蒸発器は、多管式熱交換器となっており、管は32/35φ、600L、714本であるが、うち25本程度が腐蝕等による漏れのために盲管となっている。

なお、地下貯槽へのメタノール受け入れの地上設備は上向きに解放されているので、外部から触媒毒になる鉄錆などの混入の恐れがあり、防止対策を必要とする。また、地下槽も十分清掃を行い触媒毒の蓄積を防止する必要がある。一般的に貯槽能力は正常運転時の半月分と考えられることから、現能力を11,000トン／年、原単位を460kgとして約420トン／月のメタノール使用量となり、現200トンの貯槽能力はほぼ適正と考えられる。

(2) 原料空気系

ホルマリンの第二の原料は空気中の酸素である。空気は取入口フィルターを通してブロワーによりプラント内に取り入れられる。フィルターは、ポリウレタン製マットを2枚の目板で挟んである。ブロワーは、ルーツブロワーである。ルーツブロワーから送り出された空気は、空気槽で圧力を調節し、次いで流量を調節し、メタノール蒸発器の下部へ圧入され、メタノールとともに気液混合の状態ですべてメタノール蒸発器の加熱部分で加熱され、空気

メタノール混合ガスとなる。

日本では、メタノールと空気とは夫々独立に、メタノールはメタノール蒸発器とメタノール加熱器で蒸発・加熱され、空気は空気加熱器で加熱されるが、当廠では、上述のような特異な方式を採用している。

(3) 原料水蒸気系

水蒸気は酸化反応の制御効果と、且つ製品の一成分となることから、工業的なホルマリン製造における第三の原料として捉えることができる（「三元原料」）。反応を調節するための不活性物質としては、各種の不活性ガスも検討されたが、現在のところ、水蒸気が最適とされている。

当廠では、メタノールと空気をメタノール蒸発器で混合し、空気／メタノール混合ガスとしたのちに、水蒸気を吹込む方式を採っている。

水蒸気は、プラントのスタート時には、廠の動力車間から供給を受けるが、スタート後はプロセス内の反応器廃熱ボイラー及び排ガスボイラーで発生する回収スチームを、有効にプロセス内で利用する。

マニホールドからの水蒸気は、ガラス綿を2枚の目板で挟んでセットした蒸気濾過器を通り、圧力調節、流量調節を経てメタノール蒸発器の上部を出たところで、空気／メタノール混合ガスへ吹込まれる。

(4) 原料ガスの混合

日本では、メタノールは単独でメタノール蒸発器で蒸発され、空気は単独で空気加熱器で加熱される。水蒸気は、①メタノールガスと混合されて、その後で空気が混合される場合と、②空気と混合されて、その後でメタノールが混合される場合と、2通りの方法がある。ガス混合器は特殊な混合器を必要とはせず、完全なガス混合ができる混合器であれば、選択は設計者の自由である。

これについて当廠では、やや変則的なガス混合方法が採用されている。即ち、前述のように、まず、空気がメタノール蒸発器下部で液状メタノールへ直接吹込まれ、熱交換部で気液混合状態で加熱され空気／メタノール混合ガスとなる。次いで、メタノール蒸発器上部で水蒸気が吹込まれる。水蒸気吹込部は、シャワー状のノズルから空気／メタノール混合ガスへ水蒸気が吹込まれる。三元原料混合ガスは、水蒸気吹込部に直結した加熱器で加熱され、加熱器に直結した逆火防止器に入る。

(5) 逆火防止器と破裂板

逆火防止器は、原料混合ガス加熱器に直結しており、銅線を丸めた逆火防止材が充填されている。逆火防止器の先には、原料混合ガス濾過器が設置され、且つ、濾過器の蓋が破裂板となっていて、万一爆発が発生した場合には、爆発ガスをプラント外の大気へ放出できるようにになっている。最近の例では、1995年、1996年に各1回、プラントのスタート時に、破裂板が作動している。破裂板の作動はプロセス設計上又は運転操作上極めて重大事故と見なされるので、必ず原因究明と防止対策が必要である。

1.3.4 反応工程

(1) 反応工程の概要

銀触媒法プロセスの反応工程は、触媒を充填した反応器と、反応生成ガス急冷部及び廃熱回収を兼ねた反応生成ガス冷却部とから成る。

当廠のプラントも基本的にこの3つの部分から成っている。反応器の構造は単純であり、反応器内の原料混合ガスの偏流に若干懸念があるが、反応器が小さいので問題とする必要は無い。むしろ、触媒床周辺部での原料ガスの漏れが生じている可能性があるため、この点については検査が必要である。

反応生成ガスの急冷は、副反応の抑制上きわめて重要な部分であり、過去多くの研究が行われてきた。当廠では、特殊な楕円型二重管方式の熱交換器となっていて、急冷効果を得るとともに、管板の破損防止をはかっている。しかし、この部分の設計は、管板の破損防止に重きを置いた設計であるために、反応生成ガスの急冷能力は低い。

急冷部に続く冷却部は、単純な多管式熱交換器である。冷却部で回収された熱は、熱水槽を経由して、メタノール蒸発器の加熱用熱水の熱源として利用されている。

(2) 反応器

反応器の構造と触媒床の構成は、プロセスの心臓部であるので、一般的には、詳細な開示がされていない場合が多い。反応器は直径1,000 mmで、ホルマリンプラントの反応器としては小型である。この反応器で、公称能力15,000トン/年(50トン/日, 37%換算, 300日/年)を期待するのは無理であろう。現在の設備状況における能力としては、11,000トン/年(37トン/日, 37%, 300日/年)が妥当と考えられる。従って、最近の実績43トン/日という生産量は、実に、6トン/日即ち16%もの過負荷を触媒に強制しており、1週間維持されたが触媒床の抵抗が急増し安定した連続運転が得られなかったものと推測

される。

(3) 爆発範囲

空気とメタノールガスとの混合ガスに爆発範囲が存在するので、ホルマリンプロセスはすべて、爆発範囲を避けて運転するように条件が設定されている。

空気／メタノールガスの爆発範囲は、メタノール濃度37容量%を上限界とし、7容量%を下限とする。銀触媒法プロセスはこの上限界以上を運転領域とし、酸化鉄触媒法プロセスはこの下限界以下を運転領域としている。

但し、この爆発範囲は、第三成分の存在によって変化するので、銀触媒法で用いられている水蒸気の添加は、反応速度を調整するだけでなく、爆発範囲を狭める作用があるとされている。

当廠プラントでは、メタノール流量計が故障しているため、プラントへの原料メタノール供給量が直接測定できない。このため原料メタノールの受払量及び製品の生産量から原単位を算出し、また、空気及び水蒸気の流量計が作動しているので、これらの数値からメタノールの流量を逆算推定する方法を採用している。検討の結果、現在のプラントは、爆発範囲外にあると判断されるが、プラントの始動や停止時のように変動のある時に直接流量が監視ができないのは、安全上も重大問題であるので早急に修理すべきである。

(4) 触媒床

触媒床は、反応器の底部に設置される可移動の不銹鋼製多孔板に支えられている。多孔板の円周部と反応器本体内壁との間の僅かな間隙から、原料混合ガスが触媒床を経ることなく漏洩することを防止するために、不銹鋼製の治具を装着する。多孔板と治具の上に、やや大き目の不銹鋼製の網を装置する。この網の上に、銀触媒を約20mmの厚さになるまで、できるだけ均一な厚みになるように治具でならしながら充填する。銀触媒は全量が電解銀であるべきであるが、電解設備の能力が不足しているために、やむなく、一部の使用済触媒を酸及びアルカリ洗滌を行って活性の一部を再生させて再使用しているが、この再生触媒は、当然ながら完全な銀触媒としての活性を有していないので触媒寿命は短い。従って、触媒交換の頻度が多く、結果として触媒充填技術の熟練度は高くなっている。

反応温度は、空気／メタノールガス比率や空間速度等に大きく依存する。最適温度はプロセスにより必ずしも同一ではないが、日本では、580～680℃の間に設定するのがよいとされている。当廠においても反応温度は、640℃となっているので、標準的な運転条件下にあると判断される。

現在触媒床を支えている金属網及び多孔板には、触媒交換時、しばしば大量の炭素析出が発見されるが、これは反応生成ガスが網や多孔板のところでまだ急冷されないために不銹鋼の接触を受け、分解反応を生じ炭素を析出させるものといわれている。日本では材質を銅製にする場合が多い。また反応開始用電熱線は、触媒床のやや上部に固定されているが、反応開始後は反応の輻射熱により劣化し、構成材料の微粉が触媒床に落下する恐れがあるので、反応開始後は上部へ引き上げるような工夫が望ましい。

(5) 触媒の電解と再生

ホルマリンプラントの銀触媒はすべて電解銀を用いるのが原則である。日本では、高度の電解技術を所有する専門企業に使用済銀触媒の再電解加工を委託している。一方、有機化工廠では、中国国内にかかる専門業者が存在しないので、自ら電解加工を行っている。銀触媒電解技術は、1987年のプロセスの変更、プラントの大改造の際に、青島第二化工廠の指導を受け、99.99% 純度の基準を達成した。設備能力は1日8時間稼働で1kgで月当たり約20kgとなる。一方、1回当たりの充填量は約40kgであるから触媒交換が2ヶ月ごとならば一応対応が可能であり、3ヶ月以上になれば十分余裕のある設備能力と言える。一般に銀の純度は反応及び寿命に影響すると言われているが、有機化工廠では純度分析技術を所有していないので、電解銀品質が基準に達しているか否かは不明である。

触媒寿命は、一般的に適正な運転条件下では3~6ヶ月といわれているが、当廠の現状は0.5~1ヶ月と極端に短く、触媒交換の頻度が多いために、電解設備能力を超えている。従って、単に酸・アルカリ洗滌で一部活性を再生させた触媒が、触媒床下層に充填されるケースが多い。これでは、当然触媒寿命は短いので、次の触媒交換のサイクルが早まることになり、悪循環の一要因になっている。前述したホルマリン車間以外の要因となるプラント停止原因の改善、並びにホルマリン車間としては原料品質やプロセスの運転条件の改善による触媒寿命の延長対策、さらに、これらと並行して速やかなる電解能力(量・質)の強化策の検討が必要と考える。

(6) 急冷部

反応生成ガスの急冷方式については、過去、多くの研究が行われているが、現在でも完全に満足されている方式は無いと思われる。

当廠では、1987年の大改造時に、特殊な楕円型二重管方式を採用した急冷装置を導入し、現在に至っている。しかし、触媒床を支える多孔板と急冷部との間には、約20mmの間隙があり密着はしていない。このためホルマリンプロセスで求められている急冷効果という点

では、若干の不満が残る。むしろ、設計思想としては、触媒床と急冷部との密着による急冷部管板の破損事故を避けることに重点を置いたものと考えられる。しかし、いまこれを改良しようとするれば、新たに技術を導入して反応器をすべて更新せねばならない。急冷部二重管は廃熱ボイラーの機能を有し、外部に設置されたスチームドラムから下降した熱水が、反応熱を回収して水蒸気となってスチームドラムへ戻る仕組みとなっている。発生水蒸気は、原料水蒸気系マニホールドへつながっていて、原料水蒸気としてプロセス内で消費される。

(7) 冷却部

急冷部に直結している反応生成ガスの冷却部は、単純な熱交換器であり、ガス温度を吸収塔入口温度まで低下させるだけの役割を果たしており、特に問題は無い。

1.3.5 吸収工程

(1) 吸収工程の概要

反応生成ガス中の有効成分は、通常 2 本の吸収塔で水に吸収させ、製品ホルマリンとなる。このために、吸収効率を上げるためには、一般的に次のようなことが行われている。

- ①吸収に使用する循環ホルマリン液中のホルムアルデヒド濃度を下げる。
- ②吸収に使用する循環ホルマリン液の温度を下げる。
- ③吸収効率の良い充填材を使用する。

従って、被吸収成分の多い第 1 吸収塔では、吸収熱やガスの顕熱による吸収ホルマリンの温度上昇を防止するために循環液ラインに冷却器を設ける。被吸収成分の少ない第 2 吸収塔上部では、吸収熱等による液温上昇が少ないので冷却のための循環は行わない。

その部分に泡鐘段を設置し、塔頂より新鮮水を注水すると吸収効率が上げられる。

次いで、吸収塔を出た排ガスはプロセス外へ放出する。銀触媒法プロセスの排ガスは、副反応生成物である水素、その他の可燃ガス成分を含んでいるので、公害防止及び熱回収を目的として排ガス処理設備を付設することが多い。

(2) 第 1 吸収塔

第 1 吸収塔は、上部に 5 段の泡鐘段を設け、下部は 1 段の充填層で、金属製鞍型充填材を充填している。第 1 吸収塔は、塔底に反応生成ガスが送入され、充填層を上昇し、5 段の泡鐘段を通過し、塔頂ガスは第 2 吸収塔塔底に送入される。第 1 吸収塔塔頂へは、第 2 吸

吸収塔塔底循環液の一部が注液され、充填層上部へは、第1吸収塔塔底循環液の一部が注液される。第1吸収塔塔底液の一部は、ホルマリン（調合前の粗ホルマリン）として、製品槽へ送られる。

前述したように通常の吸収工程では、第1吸収塔は通過ガス量が多いので、1段または2段の充填層とし、ガス量の少ない第2吸収塔は全塔または塔頂部を泡鐘段として、バランス見合いの新鮮水を注水して吸収効率を高める。この点、当廠の吸収工程で、第1吸収塔の塔頂部に泡鐘段を設置したのは、設計思想が理解できない。

第1吸収塔塔底入り口ガス中のホルムアルデヒド分は液状換算で41.8重量%、塔底液は36.8重量%であるが、日本ではそれぞれ、52.9重量%、41.0重量%が一般的である。次項に述べる改良をすれば、現在の塔底液のホルマリン濃度を40~41重量%まであげることが可能と考えられる。

(3) 第2吸収塔

第2吸収塔は全塔1段の充填層であり、充填材は経済性を重視し、天津大学で開発された波紋型プラスチック製充填材を使用している。プラスチック製充填材は、ホルマリンプラント用としては、熱変形やホルマリンの作用による劣化などが懸念されるので避けるべきであろう。第2吸収塔は、現在、吸収効率が悪く、第2吸収塔塔頂から排ガスボイラーへの途中にある水封器内の水のホルムアルデヒド分が12~19%に増加することがあるとのことである。時期をみて充填材を点検し、変形したものは廃棄して再充填すべきであろう。なお、可能ならば金属製充填材に更新することを提案したい。

(4) 第2吸収塔注水ライン

第2吸収塔塔底液の一部は塔頂へ循環注液され、一部は、第1吸収塔塔頂へ注液されている。また、物質収支見合いに、塔底液循環ポンプ入口から循環液中へ、新鮮水が吸引添加されている。しかし、吸収効率を高めるためには、新鮮水は単独で第2吸収塔塔頂即ち最後の吸収操作部分に注水することが必要である。そのためには、第1吸収塔上部の泡鐘段を第2吸収塔へ移設するか、または第1吸収塔と第2吸収塔のフローを逆にすることが良策と考える。

(5) 吸収塔液クーラー

第1吸収塔、第2吸収塔とも、塔底液の循環・注液ラインにはクーラーが設置されている。冷却水は井戸から汲み上げて使用されている。この冷却水温が、夏場には30℃まで上昇す

ることがあるので、冷却効率が著しく低下する。また、水垢の付着が甚だしく、薬剤なども試みているが、効果が思うように出ていない。上海の溶剤工場のホルマリンプラントでは、冷媒を用いて効果を上げているとの情報を入手している。プラントの安定運転や能力増強のためには、他の手段も含めて検討すべき課題である。

1.3.6 調合工程

(1) 調合工程の概要

第1吸収塔塔底液から、生産計画見合いで採取られたホルマリン（粗ホルマリン）は、製品槽へ送られる。製品槽は40トン貯槽3基あり、ホルマリン製造工程に連動して運用されており、他に、100トン貯槽1基がある。製品槽は、ホルマリン（粗ホルマリン）に水を添加調合して、所定の規格の製品ホルマリン（精ホルマリン）とするための、調合槽の機能を兼ねている。製品ホルマリン（精ホルマリン）は、有機化工廠のウロトロピン車間及びフェノール樹脂車間へ自家消費用として送られるほか、需要家が持参する容器に購入しに来る都度、充填される。

(2) 調合及び生産量の計上

生産量は、製品槽（兼調合槽）ごと、即ち40トン毎に計上される。任意の製品槽に受入れた粗ホルマリンが、37～38トン程度に達したならば、分析を行い、ホルムアルデヒド濃度が規格を満足するように水を添加調合し、最終40トンの精ホルマリンに仕上げる。

(3) 製品槽繰りと製品品質の維持

銀触媒法は、触媒を交換しスタートした直後は、銀触媒の触媒活性が低く、反応率が低いためホルムアルデヒド分が少なく、未反応メタノール分の多いホルマリン（回収ホルマリン）が大量に生じる。回収ホルマリンは販路が無いので、プロセス内の循環仕掛品扱いとされ、原料メタノールに一定割合で混入されたり、製品ホルマリンの調合に使用されたりして、生産量には計上されないのが普通である。

触媒活性が向上して、製品ホルマリン規格を満足するようになったならば、製品槽を切り替えて、ホルマリン（粗ホルマリン）として受入れを始める。触媒活性が正常な状態になるまでの立ち上り期間は、その時の銀触媒の状態により一定ではなく、当廠の場合は、1～2日間の場合もあれば、1週間ほどかかる場合もある。このバラツキの原因は、銀触媒の表面状態、また、銀触媒床の構成、充填状態によるもので、原因の特定は難しい。

従って、現状では、40トン貯槽3基のうち1基はほぼ常時回収ホルマリンで占められこととなり、需要家の製品ホルマリン引き取りが遅れると、貯槽が満杯になり、プラントの運転を停止せざるを得ないことになる。逆に春節明けに需要家が一斉に操業すると貯槽能力が小さいため前造りが出来ず、在庫が底をつき、プラントは過負荷運転を強いられ、銀触媒の寿命を縮め長期運転を妨げる結果となっている。春節などの端境期の需給関係を考慮した十分余裕のある貯槽計画が必要となる。現在は2.5日分であるが、7日分前後が一般的である。銀触媒の予備活性化は、立ち上り期間をほぼ一定化し、かつ、短縮するのに効果がある。

ホルムアルデヒドは、ホルマリン水溶液中で決して安定した物質ではない。製造直後のホルマリン中のホルムアルデヒドは、平均して二量体又は三量体で分布し貯蔵中に次第に重合度が大きくなり、パラホルムアルデヒドとなり白色沈殿する。低温時に特に促進されるので、低温安定性を維持するために重合防止剤を添加する。ホルマリン中の残存メタノール量は重合防止剤として可成り有効であり、重合防止剤の添加量を減少できるので検討の価値があるだろう。高温時のギ酸量防止には前記したイオン交換樹脂を用いる脱酸装置の設置が有効である。将来、需要家の品質要求が厳しくなることが必至であり、また、高濃度ホルマリンでは経時変化が更に顕著に現れるので、品質維持の研究と対策が必要になる。

1.4 生産検査

1.4.1 原料受入検査

原料メタノールは、主に、集团公司に所属する化肥廠からローリーで入荷する。品質は、国家規格に合格し安定している。購入頻度は週2回程度である。受入検査は、抜取検査でローリー又は地下貯槽からサンプリングして行う。化肥廠以外のメタノールも、価格の安い場合は購入することができる。この場合は、先行サンプルによって事前に検査を行い、かつ、入荷の際ローリーからサンプリングして分析を行う。分析項目等については、1.1.4 原料及び製品の項で説明したとおりである。

1.4.2 工程内中間検査

(1) 原料混合ガスの分析

メタノール蒸発器の上部で、原料混合ガス中のメタノール濃度を1日1回分析することと

なっている。但し、現在は分析計が不良のため分析は行っていない。

(2) 粗ホルマリンの分析

第1吸収塔循環ポンプ出口で、粗ホルマリン中のホルムアルデヒド含有量、メタノール含有量、ギ酸濃度及び密度を、2時間ごとに分析することになっている。但し、現在はギ酸濃度に関しては12時間ごとの分析としている。

(3) 精ホルマリン（調合ホルマリン）の分析

製品槽（兼調合槽）で、濃度調整を行った精ホルマリンについては、国家規格に規定された項目について分析を行い、合格した場合はサンプルを毎朝検査科へ提出する。サンプルは、改めて検査科が全項目を分析し、合格した場合は、製品として計上される。

1.4.3 製品検査

ホルマリン車間で合格した精ホルマリン（調合ホルマリン）は、毎朝、ホルマリン車間からサンプルが品質検査科へ提出される。品質検査科では、改めて全項目について分析を行い、問題があれば、再度製品槽からサンプリングして再分析を行うことがある。品質検査科で合格したならば、調合ホルマリンは、製品ホルマリン（精ホルマリン）として計上され、外販乃至自消のための出庫ができる。分析項目・規格等については、前述の「原料及び製品」の項で述べたとおりである。また、ホルマリン分析に使用される分析機器を表Ⅲ-11に示す。

1.5 環境、安全対策

1.5.1 環境対策

一般に、ホルマリンプラントの環境問題として考えるべき問題点は、①第2吸収塔の排ガスと、②ブロワーの騒音の2点であり、排水は問題になることは少ない。

(1) 排ガス

ホルマリンプラントの第2吸収塔排ガスは、原料空気中の窒素が約70%を占めているが、その他に反応副生物、反応分解生成物である水素、メタン、一酸化炭素、二酸化炭素が含

表Ⅲ-11 ホルマリン分析用機器

名 称	規 格	数 量
分光光度計		1台
電気抵抗炉		1台
分析天秤		1台
磁製ルツボ	150 mL	2個
電気炉	2,000W	1台
酸式滴定管	50 mL	1本
アルカリ式滴定管	50 mL	1本
移液管	50 mL	1本
密度計	1.050 ~ 1.100g/mL	1本
滴 瓶	60 mL	1個
三角瓶	250 mL	4個
容量瓶	100 mL	2個

まれるほか、ガス吸収の平衡により、吸収しきれなかった微量のホルムアルデヒド、メタノールなどが含まれている。当廠では、排ガス成分による大気汚染の防止および燃焼熱の回収を目的として、1988年排ガス処理ボイラーが設置された。このボイラーは材質劣化のために、1996年末に同一仕様で更新されている。

(2) 騒音

騒音源としては、ブローの運転音がある。ブローは、専用のブロー室内に設置されており、且つ、ブロー室の開放時にも、周辺には騒音被害を受けるような設備等が無いので問題は無い。

1.5.2 安全対策

プロセス上、安全に係る問題として留意すべき点は、①原料メタノールが危険物であること、②空気/メタノール混合ガスに爆発範囲が存在すること、③製品ホルマリンが劇毒物であることである。

(1) 原料メタノール

原料メタノールは危険物に該当する。有機化工廠では、原料メタノール地下貯槽と車間のメタノールサービスタンクが貯蔵設備として対象となる。プロセス内では、メタノール高位槽とメタノール蒸発器が取扱設備となる。

原料メタノール貯槽を地下に設置した理由としては、メタノールが危険物であること及び夏期の直射日光によるメタノールの蒸発ロス防止が挙げられているが、日本では、メタノール貯槽は地上に設置して防油堤を設けるのが普通の設置方法であり、地下式というの一般的ではない。一方、車間のメタノールサービスタンクは、プラントの建屋に密接して、地上に設置されており、防油堤が設けられていない。メタノール貯槽の防油堤に関する国家基準は無いということである。貯蔵設備周辺及び取扱設備内外は、火気厳禁地域を明示した看板を立てる等の管理が必要と考える。

(2) 原料混合ガスの爆発防止対策

原料空気／メタノール混合ガスは、爆発限界を有する。銀触媒法は、爆発限界の上限界（37容量％）以上即ちメタノール大過剰側で運転条件を設定する。従って、何らかの原因でメタノールの供給が減少或いは停止すると、原料混合ガス組成は爆発範囲内に入り、何らかの着火源があれば爆発が起こる。

日本では計装化が進んでおり、空気、メタノール、水蒸気とも夫々流量制御が行われ、且つ、安全対策としてインター・ロックが組まれていて、これが作動すれば緊急停止するようになっている。

一方、当廠では、反応系へのメタノール供給は、高位槽（ヘッドタンク）から位置差を利用して行われている。従って、万一何らかの原因で空気の供給が減少又は停止しても、メタノールの供給は、高位槽が空にならない限り継続されるので、それ迄は爆発範囲内に入ることは無く、対応がとり易い。また、その他の何らかの原因で万一爆発範囲に入り、かつ、何らかの着火源があって爆発が起きた場合の安全対策としては、反応器の手前の原料混合ガス濾過器の蓋が安全板（破裂板）となっていて、爆発気がプロセス外の大気中へ放出されるようになっている。さらに、また、ガス濾過器の手前には、銅線を丸めた逆火防止器を設置などの安全対策が行われている。

(3) 製品ホルマリン

ホルマリンは、劇毒物に該当する。しかし、通常の手扱をしていれば、ホルマリンの側から突発的な事故を起こすことはない。ホルムアルデヒドガスは爆発範囲を持っているが、

通常プラントの中では爆発範囲に入る心配は無い。但し、日本ではメタノールのみならず、ホルマリンについても、準危険物として防油堤の設置を義務化しようとする動きがある。当廠のホルマリンの貯蔵、取扱については、特別に問題として指摘される点はない。

(4) 予備電源

当廠の中で、ホルマリンプラントは、唯一の連続化学プラントである。このため、動力車間の管理下にある受配電設備では、2系統の受配電系の両方から、プラントへの給電系が設置されていて、常用系が何らかの事故で停電した場合には、もう一方の系統から2秒以内に自動的に給電し、プラントの運転を継続できるようになっているので特に問題はない。

1.6 ホルマリン生産に関する問題点

ホルマリンの生産工程に関する問題点については、上記各項でそれぞれ触れてきたが、ここでは 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分類により整理し纏めてみる。なお、以下に纏めた各項目の問題指摘主要箇所を []内に示す。

(1) 安定・安全運転関係

- 1) プラント停止原因となるホルマリン車間以外の工場管理面からの改善[1.1.3]
- 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)[1.2.3]
- 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)[1.3.3]
- 4) 用役の安定化と計量の強化(特に蒸気、冷却水)[1.3.3]
- 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)[1.2.2]
- 6) 保温・塗装の強化(省エネルギー及び環境対策上も大切)[1.2.2]
- 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[1.3.2]
- 9) 反応器の偏流防止の検討[1.3.2]
- 10) 反応生成ガス急冷部の検討[1.3.2]
- 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)[1.3.4]
- 12) 第1、第2吸収塔のプロセスフロー変更改造[1.3.5]
- 13) 新第2吸収塔塔頂部への注水ライン移設[1.3.5]

- 14) 吸収塔冷却器の清掃等による冷却能力の強化[1.3.5]
- 15) 吸収塔充填材の点検、不良品の取り替え（段効率の向上）[1.3.5]
- 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）[1.1.3]
- 17) 製品ホルマリン貯蔵能力の増強（販売政策を含む）[1.1.3]

(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）[1.3.3]
- 19) 原料メタノール貯槽の内部点検・清掃[1.3.3]
- 20) 車間のメタノールサービスタンクの内部点検・清掃[1.3.2]
- 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）[1.3.2]
- 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）[1.3.2]
- 23) 既設原料空気フィルター・メタノールフィルターおよび混合ガスの点検、補強（触媒毒の侵入の防止）[1.1.4]
- 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）[1.1.4]
- 25) 蒸気発生用軟水の品質改善（触媒毒の侵入防止）[1.1.4]
- 26) 銀触媒再生能力の増強および品質向上検討[1.3.4]

(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[1.1.4]
- 28) 製品ホルマリン品質保持のため脱酸装置の検討[1.3.2]
- 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）[1.3.6]
- 30) 要員の多能化教育と適正要員配置の検討（要員合理化）[1.1.2]
- 31) 技術検討のための分析箇所計器追加[1.3.1]