

中華人民共和國
工場(南京化学)近代化計画
調査報告書

中華人民共和國工場(南京化学)
近代化計画調査報告書

1985年10月

1985年10月

国際協力事業団

国際協力事業団

105
684
MPI

工計鉅

85-188

中華人民共和國
工場(南京化学)近代化計画
調査報告書

JICA LIBRARY



1034144[4]

1985年10月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '85.11.18	105
登録No. 12099	684
	MPI

序 文

日本国政府は、中華人民共和国政府の要請に基づき、同国南京化工廠のレゾルシン、 β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸工場設備近代化計画策定のための調査を行うこととし、その実施を国際協力事業団に委託した。

当事業団は、佐藤晋氏を団長とする調査団を編成し、1985年2月26日から3月16日まで中華人民共和国に派遣した。

同調査団は、中華人民共和国政府及び関係機関と協議しつつ、その協力を得て工場の診断、関係資料の収集等を行った。帰国後工場診断の結果をふまえ、関連データの検討、解析等の国内作業を行った。

本報告書は、その成果を取りまとめたものであり、南京化工廠の近代化計画の推進に貢献できれば幸いである。

本調査の実施に当たり多大の御協力をいただいた中華人民共和国政府、在中華人民共和国日本国大使館、外務省および通商産業省の関係各位に対し衷心より感謝の意を表するものである。

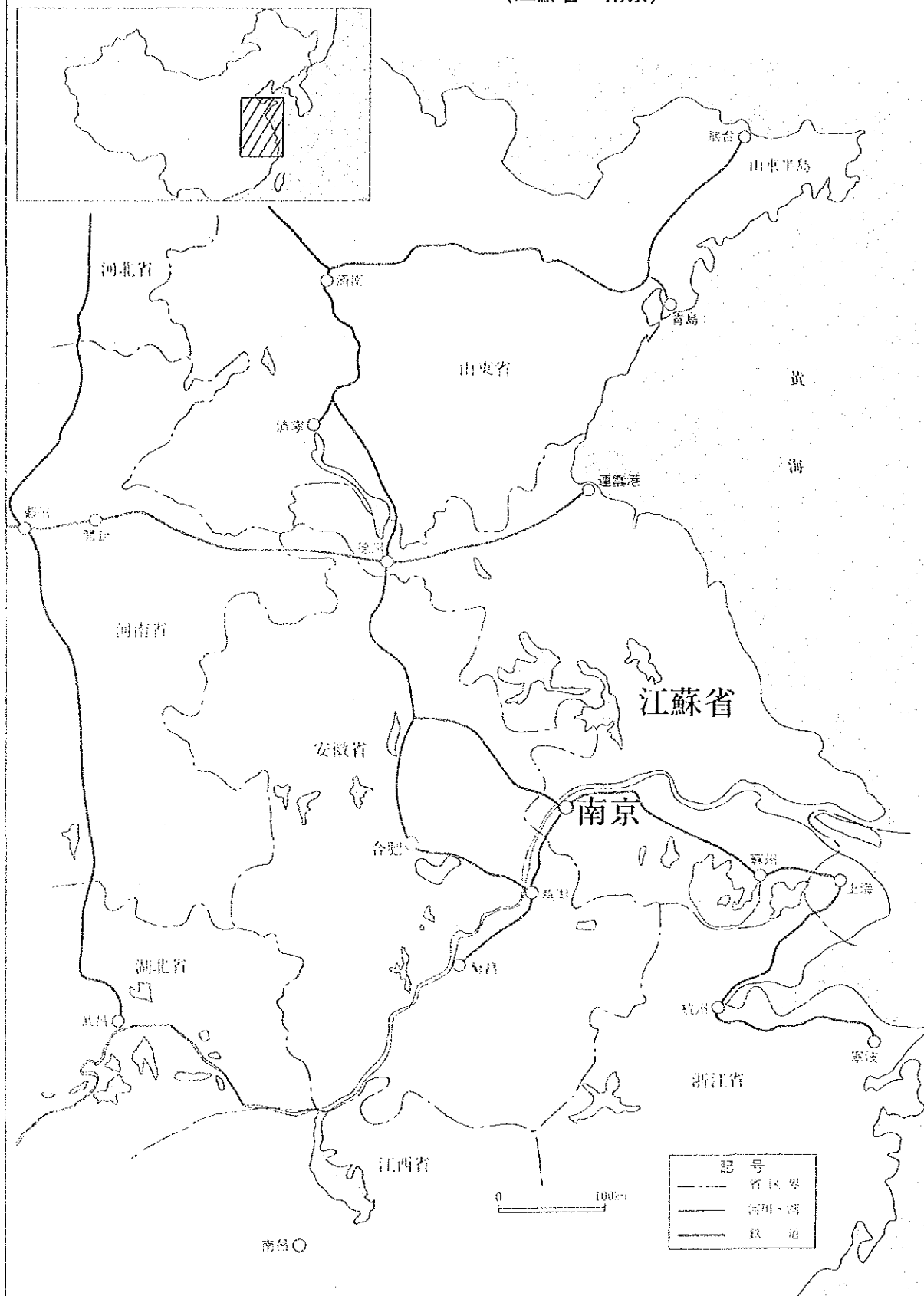
1985年10月

国際協力事業団

総 裁

有田 孝 輔

(江蘇省 南京)



大 要

大 要

1. 本調査の概要

(1) 調査の背景

本調査は、国際協力事業団と中華人民共和国国家経済委員会が1984年11月9日付で署名した「中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則」に基づき実施した。

(2) 対象工場および製品

対象工場：江蘇省南京市南京化工廠

対象製品：レゾルシン， β -ナフトール，吐氏酸，J酸および周位酸

(3) 現地調査

団長・団員7名により1985年2月26日（火）－3月16日（土）まで19日間現地調査を実施した。

(4) 工場概要

年間総生産額：12,413万元（約114億円）

従業員総数：4,142人

2. 近代化計画

2.1 工場全般に関する近代化計画

(1) 環境対策

- 1) 産業公害対策全般として、現状では特に問題ないが、今後の生産拡大による環境問題の顕在化に備え、現在の環境状況の測定と記録、産業公害防止技術の検討を取り進める必要がある。
- 2) 水質汚濁防止対策として、各生産設備における廃水の第1次処理設備の設置を検討する必要がある。
- 3) 産業廃棄物の処理・処分を総合的に検討し、改善する必要がある。
- 4) 労働安全衛生対策に関して有害蒸気の排気対策、作業環境の改善を取り進める必要がある。

(2) 保安対策

保安対策として保安対策の設備設計への織り込み、定置式ガス検知器の設置、および安全帽・作業服の着用について改善を要する。

(3) 省エネルギー対策

省エネルギー対策としてスチームトラップの取り替え、加熱炉の熱効率向上について改善を要する。

2.2 生産管理に関する近代化計画

(1) 工場管理

- 1) 工場の組織が機能的でないため組織の改定を検討する必要がある。
- 2) 事務の合理化を取り進める必要がある。

(2) 生産管理

- 1) 運転標準書の改定を取り進める必要がある。

(3) 設備保全管理

- 1) 保全経費が高いため、一部保全業務を外部業者に発注することにより保全要員・保全設備の縮小、または外部から保全業務を受注する等検討する必要がある。

2.3 生産工程に関する近代化計画

各対象設備の近代化項目の投資額を検討した結果は、次の通りである。

優先度 A	16項目		963,470千円
優先度 B	10項目	314,660	— 335,060千円
優先度 C	2項目		156,500千円
合計	28項目	1,434,630	— 1,455,030千円

なおレゾルシン製造設備については、生産能力の近代化も織り込んで上記投資額を算出した。

2.4 生産能力に関する近代化計画

レゾルシン製造設備の生産能力近代化計画につき小改造、中改造、大改造の3ケースを検討した結果は次のとおりである。

ケース	投資額(千円)	投下資本回収期間(年)
小改造(450トン/年→550トン/年)	174,690	2.5
中改造(450トン/年→1,000トン/年)	337,670—492,170	0.9—1.5
大改造(450トン/年→2,000トン/年)	2,135,000	——

2.5 近代化の工程

近代化計画完了	1987年12月
増産設備稼働開始	1989年1月

3. 近代化計画実施上の留意点

- (1) 生産工程の近代化計画として、優先度 A の改善項目の投資額は 963,470 千円 と見込まれ、多額であるので段階的な実施を検討する必要がある。
- (2) 生産能力の近代化計画として、レゾルシン製造設備を検討した結果、中改造ケース (450 トン/年 → 1,000 トン/年) が経済性に優れており、また南京化工廠の希望増産量とも合致しているので、このケースを実施すべきである。尚レゾルシン製造設備について、新らしいプロセスとして固相アルカリフュージョン法、硫酸蒸発回収法等があり、製品の収率向上、産業廃棄物の減少、省エネルギー等の可能性があるので、南京化工廠でこれらの新らしいプロセスを調査し、評価の上採否を決定することが望ましい。

中華人民共和國
工場(南京化学)近代化計画
調査報告書

目 次

	ページ
第Ⅰ編 序 論	1
1. 調査の背景	1
2. 調査の目的	1
3. 調査の対象工場および対象製品	1
4. 調査の対象範囲	1
5. 現地調査団の編成および日程	2
第Ⅱ編 工場概要	5
1. 江蘇省の概要	5
1.1 江蘇省概要	5
1.2 江蘇省の自然条件	5
1.3 江蘇省の社会的環境	6
2. 南京市の概要	7
2.1 南京市概要	7
2.2 南京市の自然条件	7
2.3 南京市の社会的環境	8
3. 工場設置（敷地，建物，生産工場）	11
3.1 工場敷地	11
3.2 建 物	11
3.3 生産工場，生産品目	11
3.4 港湾，鉄道，道路の状況	12
4. 製品および生産（原料，品質，生産能力）	15
4.1 工場製品授受フロー	15
4.2 レゾルシン	15
4.3 β -ナフトール	16
4.4 吐氏酸	16
4.5 J 酸	17
4.6 周位酸	17
5. 製造設備その他設備	18
5.1 設備設計前提	18
5.2 製造設備	19

	ページ
5.3 用役設備	20
5.4 物流設備	21
6. 組織および人員	22
7. 生産実績および生産計画	24
7.1 生産実績	24
7.2 生産計画	24
8. 販売実績および販売計画	25
8.1 販売実績	25
8.2 販売計画	25
9. 環境対策	26
9.1 環境対策の現状	26
9.2 環境保全基準	28
9.3 環境保全設備	29
9.4 環境保全担当組織	29
10. 保安対策	30
10.1 保安対策の現状	30
10.2 保安関係基準	33
10.3 保安設備	33
10.4 保安担当組織	34
10.5 消防訓練の実施状況	35
10.6 プラント運転要員と保安担当組織との 保安業務に関する分担（初期消火等）	35
11. 省エネルギー対策	36
11.1 省エネルギー対策に関する国の指導	36
11.2 スチームコンデンセイト（復水）の回収	36
11.3 加熱炉熱効率	36
11.4 保温保冷対策	37
12. 問題点	38
12.1 環境対策	38
12.2 保安対策	39
12.3 省エネルギー対策	39

	ページ
第Ⅲ編 生産管理	41
1. 工場管理	41
1.1 工場組織	41
1.2 職務分掌	43
1.3 権限規定	43
2. 生産管理（工程管理）	45
2.1 担当部門・体制・人員	45
2.2 生産計画・生産実績	45
2.3 生産現場の勤務体制	46
2.4 生産現場の運転標準書	47
2.5 生産現場の労働意欲向上策	47
2.6 生産現場における運転停止・事故時の報告	48
3. 在庫管理（製品、原料を対象とする）	49
3.1 担当部門・体制	49
3.2 在庫品の種類・数量	49
3.3 在庫管理	50
3.4 在庫に関する帳簿・伝票等	50
4. 技術管理	51
4.1 担当部門・体制・人員	51
4.2 技術開発	51
4.3 技術報告書	52
4.4 技術情報	52
5. 品質管理	53
5.1 担当部門・体制・人員	53
5.2 分析機器・分析試薬	53
5.3 分析標準書	54
5.4 分析記録およびその管理	55
6. コスト管理	56
6.1 担当部門・体制・人員	56
6.2 固定費の構成	56
6.3 変動費の構成	57
6.4 生産原価と販売価格	57

	ページ
7. 教育・訓練	59
7.1 担当部門・体制・人員	59
7.2 教育体系・内容	59
7.3 業務評価システム	59
7.4 企業内小集団活動	60
7.5 各種訓練活動	60
8. 設備保全管理	61
8.1 担当部門・体制・人員	61
8.2 保全基準	62
8.3 日常修理と定期修理	62
8.4 設備保全経費	63
8.5 保全工場	64
8.6 製造設備の更新・新設の基準	65
8.7 予備品管理	65
9. 調達管理	67
9.1 担当部門・体制・人員	67
9.2 調達計画	67
9.3 調達予算	67
9.4 納期管理	68
9.5 受入検査	68
9.6 主要発注先	68
第IV編 生産工程	69
1. レゾルシン製造設備	69
1.1 プロセスフロー	69
1.2 機 器	81
1.3 原 単 位	82
1.4 収 率	92
1.5 生産能力	95
1.6 特殊機器	95
1.7 設備の腐食・損傷	97
1.8 排出物処理	100

	ページ
1.9 品質管理	102
1.10 スルホン化装置	102
1.11 アルカリフュージョン装置	103
1.12 蒸留装置	104
2. β -ナフトール製造設備	106
2.1 プロセスフロー	106
2.2 機 器	117
2.3 原 単 位	118
2.4 収 率	125
2.5 生産能力	126
2.6 特殊機器	130
2.7 設備の腐食・損傷	131
2.8 排出物処理	133
3. 吐氏酸製造設備	135
3.1 プロセスフロー	135
3.2 機 器	139
3.3 原 単 位	153
3.4 収 率	154
3.5 生産能力	154
3.6 特殊機器	158
3.7 設備の腐食・損傷	160
4. J 酸製造設備	163
4.1 プロセスフロー	163
4.2 機 器	177
4.3 原 単 位	177
4.4 収 率	178
4.5 生産能力	191
4.6 特殊機器	191
4.7 排出物処理	194
4.8 品質管理	194
5. 周位酸製造設備	195
5.1 プロセスフロー	195

	ページ
5.2 機 器	202
5.3 原 単 位	202
5.4 収 率	211
5.5 生産能力	212
5.6 品質管理	212
第V編 工場近代化計画	217
1. 工場全般に関する近代化計画	217
1.1 環境対策	217
1.2 保安対策	219
1.3 省エネルギー対策	222
2. 生産管理に関する近代化計画	232
2.1 工場管理	232
2.2 生産管理	235
2.3 在庫管理(製品・原料を対象とする)	235
2.4 技術管理	235
2.5 品質管理	235
2.6 コスト管理	236
2.7 教育・訓練	236
2.8 設備保全管理	236
2.9 調達管理	237
3. 生産工程面に関する近代化計画	238
3.1 各製造設備共通の付帯設備	238
3.2 レゾルシン製造設備	253
3.3 β -ナフトール製造設備	306
3.4 吐氏酸製造設備	325
3.5 J酸製造設備	336
3.6 周位酸製造設備	356
3.7 南京化工廠の生産工程近代化に要する費用	366
4. 近代化計画の体系と工程	375
5. 近代化計画実施上の留意点	381

表 目 次

	ページ
表Ⅱ－１ 南京市の気温－降雨量	7
Ⅱ－２ 生産実績	24
Ⅱ－３ 販売実績	25
Ⅱ－４ 活性汚泥装置運転状況	29
Ⅱ－５ 保安関係基準	33
Ⅱ－６ 南京化工廠加熱炉調査	37
Ⅱ－７ スチームトラップ調査結果	40
Ⅲ－１ 設備保全体制・人員	61
Ⅲ－２ 保全工場機械	64
Ⅳ－１ レゾルシン製造設備操作条件	73
Ⅳ－２ レゾルシン製造設備機器仕様一覧表	83
Ⅳ－３ β -ナフトール製造設備操作条件	109
Ⅳ－４ β -ナフトール製造設備機器仕様一覧表	119
Ⅳ－５ 吐氏酸製造設備操作条件	137
Ⅳ－６ 吐氏酸製造設備機器仕様一覧表	145
Ⅳ－７ J酸製造設備操作条件	167
Ⅳ－８ J酸製造設備機器仕様一覧表	179
Ⅳ－９ 周位酸製造設備操作条件	199
Ⅳ－１０ 周位酸製造設備機器仕様一覧表	205
V－１ スチームトラップ点検チェックリスト	225
V－２ 空気過剰率制御と燃料節約率	227
V－３ 南京化工廠の組織改定（案）	233
V－４ 変動費計算書（レゾルシン現状）	266
V－５ " （ " 小改造後）	267
V－６ " （ " " ）	293
V－７ " （ " 中改造後）	294
V－８ 新設レゾルシン設備建設費	305
V－９ 変動費計算書（ β -ナフトール）	307
V－１０ " （吐氏酸）	326
V－１１ " （J 酸）	337
V－１２ " （周位酸）	357

表V-13 生産工程近代化計画調査対象項目と費用	367
V-14 レゾルシン製造設備生産能力拡大の費用	371
V-15 南京化工廠の生産工程近代化に要する費用総括表	373

図 目 次

	ページ
図Ⅱ－１ 南京市街図	9
Ⅱ－２ 南京化工廠生産設備配置図	13
Ⅱ－３ 工場製品授受フロー	15
Ⅱ－４ 南京化工廠の組織と人員	23
Ⅱ－５ 排水系統図	29
Ⅱ－６ 千人負傷率比較表	31
Ⅱ－７ 保安組織	34
Ⅳ－１ レゾルシン製造設備概略フローシート	76
Ⅳ－２ レゾルシン製造設備詳細フローシート（その１／２）	77
Ⅳ－３ レゾルシン製造設備平面配置図（その１／２）	87
Ⅳ－４ レゾルシン収率	93
Ⅳ－５ レゾルシン製造設備装置別生産能力	96
Ⅳ－６ アルカリフュージョン装置の腐食・損傷状況	99
Ⅳ－７ ベントガス水洗塔	101
Ⅳ－８ β－ナフトール製造設備概略フローシート	112
Ⅳ－９ β－ナフトール製造設備プロセスフローシート（その１／２）	113
Ⅳ－10 β－ナフトール製造設備平面配置図（その１／２）	121
Ⅳ－11 β－ナフトール収率	127
Ⅳ－12 β－ナフトール製造設備装置別生産能力	129
Ⅳ－13 アルカリフュージョン装置の腐食損傷状況	132
Ⅳ－14 吐氏酸製造設備概略フローシート	140
Ⅳ－15 吐氏酸製造設備プロセスフローシート（その１／２）	141
Ⅳ－16 吐氏酸・J酸製造設備平面配置図（その１／２／３）	147
Ⅳ－17 吐氏酸収率	155
Ⅳ－18 吐氏酸製造設備装置別生産能力	157
Ⅳ－19 吐氏酸気流乾燥装置の現状	159
Ⅳ－20 蒸留装置凝縮器の現状	162
Ⅳ－21 J酸製造設備概略フローシート	170
Ⅳ－22 J酸製造設備プロセスフローシート（その１／２／３）	171
Ⅳ－23 吐氏酸・J酸製造設備平面配置図（その１／２／３）	183
Ⅳ－24 J酸収率	189

図IV-25 J 酸製造設備装置別生産能力	192
IV-26 周位酸製造設備概略フローシート	201
IV-27 周位酸製造設備プロセスフローシート	203
IV-28 周位酸製造設備平面配置図(その1/2)	207
IV-29 周位酸収率	213
IV-30 周位酸製造設備装置別生産能力	214
V-1 製造設備設計時における災害防止対策の検討方法	220
V-2 全員動員体制編成表	223
V-3 レキュペレーター設置概念図	228
V-4 空気予熱温度と燃料節約率	229
V-5 保温材料の種類と使用可能最高温度および熱伝導率	231
V-6 南京化工廠蒸気系統図	239
V-7 南京化工廠蒸気系統の近代化	241
V-8 窒素製造設備概略フローシート	242
V-9 窒素製造設備詳細フローシート	244
V-10 イオン交換膜法電解設備概略フローシート	247
V-11 廃水処理の現状と改善案	251
V-12 レゾルシン製造設備近代化検討フロー	254
V-13 レゾルシン製造設備小改造フロー	256
V-14 遠心分離機フローシート	259
V-15 遠心分離機の構造	260
V-16 製品蒸留・固形化装置フローシート	262
V-17 回転式真空冷却器の構造	263
V-18 レゾルシン製造設備中改造フロー	269
V-19 中和槽廻り改造フロー	272
V-20 アルカリフュージョン装置概形図	274
V-21 アルカリフュージョン装置廻り改造フロー	275
V-22 抽出装置廻り改造フロー	277
V-23 アルカリフュージョン系統廃気処理設備	281
V-24 ベンゼンスルホン酸分析(その1/2)	285
V-25 スルホン化生成物分析結果	287
V-26 電位差滴定法によるアルカリフュージョン生成物分析結果	288

	ページ
図 V-27 アルカリフュージョン生成物分析結果	289
V-28 製品レゾルシン分析結果	290
V-29 レゾルシンプロセスフロー(その1/2)	301
V-30 β -ナフトール製造設備改造フロー(その1/2)	309
V-31 フィルタープレスのフローシートと構造	313
V-32 遠心分離機フローシート	315
V-33 遠心分離機の構造	316
V-34 アルカリフュージョン装置概形図	319
V-35 アルカリフュージョン系統廃気処理設備	320
V-36 フィルタープレスとケーキ溶解設備	322
V-37 晶析設備フローシート	323
V-38 吐氏酸製造設備改造フロー(その1/2)	327
V-39 遠心分離機フローシート	333
V-40 遠心分離機の構造	334
V-41 J酸製造設備改造フロー(その1/2/3)	339
V-42 加水分解物沝過装置(フィルタープレス)	346
V-43 硫酸回収設備フローシート	349
V-44 スプレードライヤーフローシートと構造	351
V-45 加水分解物沝過器廃水中の硫酸分析結果	353
V-46 " 塩化ナトリウム分析結果	354
V-47 J酸中の不純物の分析結果	355
V-48 スルホン化生成物中の α ・ β -ナフタリンスルホン酸分析結果	359
V-49 ナフタリン分析結果(その1/2)	360
V-50 ニトロ化生成物の分析結果	362
V-51 周位酸分析結果	363
V-52 PHセンサー構造の例	365
V-53 南京化工廠における近代化計画達成の系統図	377
V-54 近代化計画工程表	379

第 I 編

序 論

第 I 編 序 論

1. 調査の背景

中華人民共和国政府は、西暦 2000 年までに農業・工業の生産を 1980 年の 4 倍に拡大する計画を発表し、計画達成の一環として既存工場改造を強力に推進している。

この方針を具体化するため、中華人民共和国政府はわが国の政府に対しても協力を要請してきており、本調査は、同要請にもとずき国際協力事業団が、中華人民共和国国家経済委員会と署名した、1984 年 11 月 9 日付の中華人民共和国工場近代化計画調査実施細則により、実施したものである。

2. 調査の目的

調査の対象工場である南京化工廠に対して、生産管理面と生産工程面で工場診断を実施し、その結果にもとづき、既存設備の利用に重点を置いた生産管理面と生産工程面および工場が計画している生産能力増強計画に関する近代化計画を提案することが本調査の目的である。

3. 調査の対象工場および対象製品

本調査の対象とする工場および製品は次のとおりである。

- 対象工場：江蘇省南京市南京化工廠
- 対象製品：レゾルシン， β -ナフトール，吐氏酸，J 酸および周位酸

4. 調査の対象範囲

調査の対象範囲は次のとおりとする。

(1) 工場概要

- 1) 江蘇省の概要
- 2) 南京市の概要
- 3) 工場配置（敷地，建物，生産工場）
- 4) 製品および生産（原料，品質，生産能力，稼働率）
- 5) 製造設備，その他設備
- 6) 組織および人員
- 7) 生産実績および生産計画
- 8) 販売実績および販売計画
- 9) 環境対策
- 10) 保安対策

11) 省エネルギー対策

(2) 生産管理

- 1) 工場管理
- 2) 生産管理（工程管理）
- 3) 在庫管理（製品，原料を対象とする）
- 4) 技術管理
- 5) 品質管理
- 6) コスト管理
- 7) 教育・訓練
- 8) 設備保全管理
- 9) 調達管理

(3) 生産工程

- 1) レゾシン製造設備
- 2) β -ナフトール製造設備
- 3) 吐氏酸製造設備
- 4) J 酸製造設備
- 5) 周位酸製造設備

(4) 工場近代化計画

- 1) 工場全般に関する近代化計画
- 2) 生産管理に関する近代化計画
- 3) 生産工程に関する近代化計画
- 4) 近代化計画の体系と工程
- 5) 近代化計画の留意点

5. 現地調査団の編成および日程

本調査に関する現地調査団は、1985年2月26日（火）から同年3月16日（土）にかけて19日間現地調査を実施した。

現地調査団の編成および調査日程は次のとおりである。

(1) 現地調査団の編成

団長 佐藤 晋（総括）

団員 石坂 晃（省エネルギー技術，環境，保安担当）

〃 鈴木 康夫（工場保全担当）

〃 西山 哲（工場管理担当）

団員 三谷 和光(生産工程, 近代化計画担当)

" 館 信光(生産工程担当)

" 高松 嘉弘(分析技術担当)

(2) 現地調査の日程

1985年2月26日(火) 東京から上海経由南京へ移動

2月27日(水)

}

南京化工廠現地調査

3月12日(火)

3月13日(水)

南京から北京へ移動

3月14日(木)

国際協力事業団事務所, 国家経済委員会へ調査結果報

3月15日(金)

告

3月16日(土)

北京から東京へ移動

第Ⅱ編 工場概要

第Ⅱ編 工場概要

南京化工廠の所在する江蘇省及び南京市の概況を以下に述べる。

1. 江蘇省の概要

1.1 江蘇省概要

江蘇省は口絵の“調査地区案内図”に示すように、中華人民共和国の東部沿岸、長江の下流域にある。そしてその地名は江寧及び蘇州の頭文字をとって名づけられた。

省内には平野が広がり、南西部にわずかに寧鎮山地と茅山（ボウザン）丘陵があり、北部の徐州・東海一帯には低い丘がある。これらの内訳は、平原地 68%，低い丘陵地帯 15%，河川湖水が 17% であり、江蘇省の全面積は 102,600 km² である。

交通は発達しており、主要な道路は 30 余あり、また、鉄道網も 4 本の鉄道幹線がある。さらに水上交通網では、長江・淮河大運河及び太湖・洪沢湖等がちな水路網を有しているため、内陸河川の運輸量は中華人民共和国第一である。

江蘇省の省政府の所在地は南京市であり、そして主要都市として、無錫・蘇州・徐州・鎮江・揚州・連雲港等がある。

江蘇省の気候は温暖湿潤、四季の区別が明らかであるため、農業面で米・小麦・綿花・菜種等を大量に産出している。また、沿岸地区では、塩業・漁業がさかんで、さらに淡水漁業も発達している。工業部門では、以前は軽工業中心であったが、現在は、重工業も急速に発達し、軽・重工業共にさかんである。

1.2 江蘇省の自然条件

江蘇省の自然条件は略次のとおりである。

(1) 面積 102,600 km²

(2) 気象

○気温 平均気温 13—16℃

1 月が最も低く月平均気温 0—4℃

7 月が最も高く月平均気温 26—28℃

○雨量 年降雨量 700—1,200 mm

平均年降雨量を地域的にみると、西北部で 700—800 mm，東南部で 1,200 mm 程度である。降雨量は夏に 40—60% を占め、冬の降雨量は少ない。

1.3 江蘇省の社会的環境

江蘇省の社会的環境は略次のとおりである。

(1) 人 口 60,100,000人

(2) 主要産業

- 化学工業 南京化工廠
栖霞山化肥廠
- 鉄 鋼 南京鋼鐵公司
- 機 械 南京自動車製造廠
南京機床一廠
徐州重型機器廠

◦ そ の 他

最近では電子工業の発展が目立っているが、この他に自転車・ミシン・ラジオ・テレビ等の生産も盛んである。

2. 南京市の概要

2.1 南京市概要

南京市は江蘇省の南西部にあり、長江に臨む所に位置し、同省政府の所在地で、政治・経済・文化・交通の中心地である。

南京市の面積は6,516 km^2 で、人口は約450万人である。現在、南京市は石油化学・機械製造・電子測定器具等の軽・重工業ともに揃った工業都市として発展中である。また、南京大学を始め、科学研究機関も多い。

同市街図を図Ⅱ-1に示す。

2.2 南京市の自然条件

南京市の自然条件は略次のとおりである。

- (1) 面 積 6,516 km^2 (このうち市区は867 km^2)
- (2) 気 象 南京市における気温(最高/最低)と平均月降雨量を表Ⅱ-1に示す。

表Ⅱ-1 南京市の気温-降雨量

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
最高気温	℃	16.0	5.1	20.1	26.7	34.5	37.9	35.9	35.9	30.0	24.2	18.9	18.8
最低気温	℃	-9.6	-5.3	-0.6	5.9	9.3	12.7	20.8	20.8	14.0	2.8	-0.6	-5.6
降 雨 量	mm	39.8	47.2	60.0	97.3	42.2	62.0	273.6	148.0	43.0	138.1	97.8	0.9

2.3 南京市の社会的環境

南京市の社会的環境は略次のとおりである。

(1) 人 口 4,500,000人

人口密度 市全体 691人/km²

市 区 2,455人/km²

(2) 鉄 道 ○ 滬寧（ロネイ）（上海－南京）

○ 寧燕（南京－燕湖）

○ 寧－南昌（南京－南昌）

○ 寧－湘潭（南京－湘潭）

尚、南京から北京、上海への鉄道距離は各々 1,157km, 305kmである。

(3) 産 業 … 南京市における産業のうち、化学及び、石油化学工業は次のものがある。

○ 金陵石油化工公司

○ 揚子江石油化工公司

○ 南京化学公司

○ 南京化工廠

(4) 主な大学

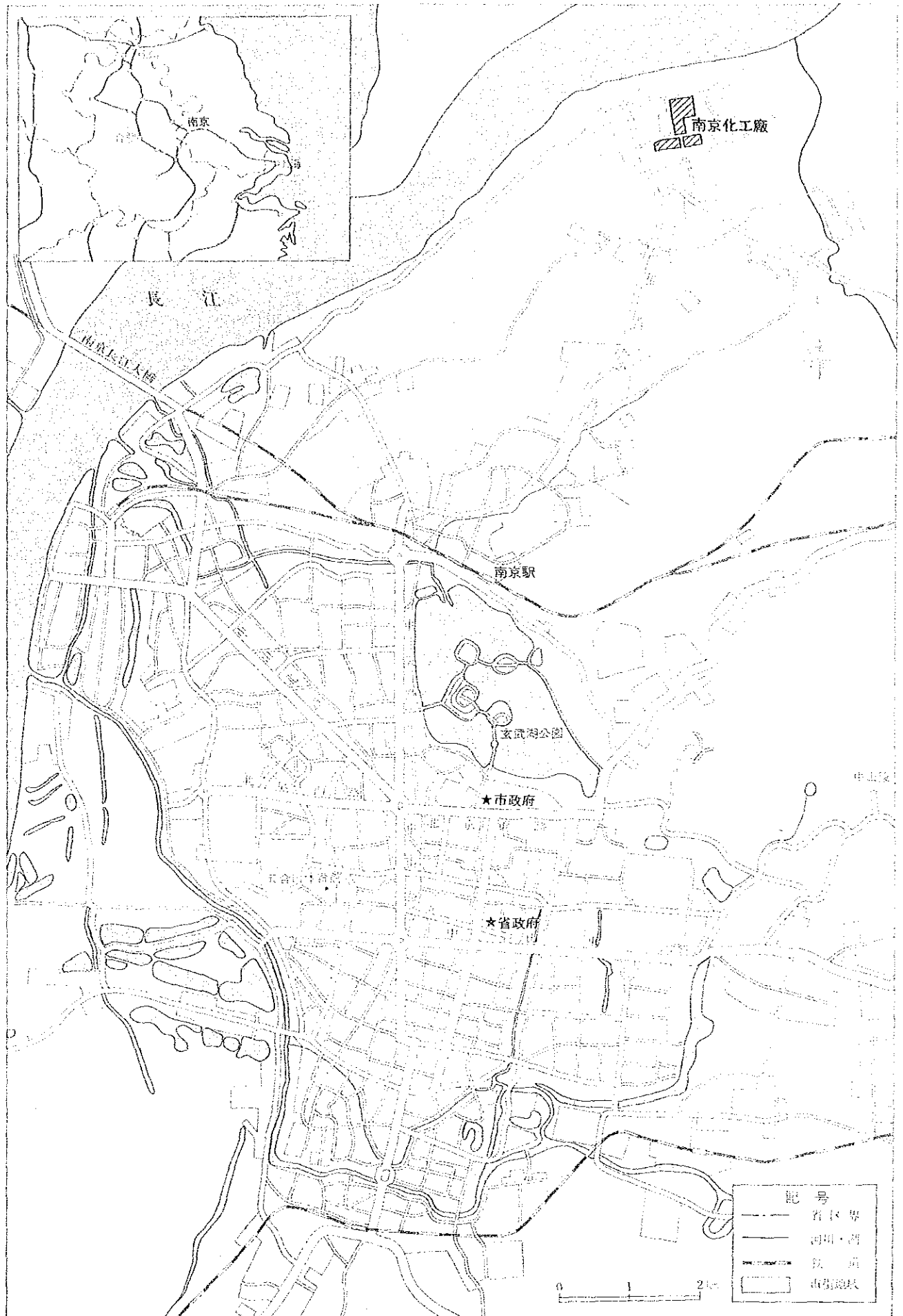
○ 南京大学

○ 南京工学院

○ 南京師範学院

○ 華東水利学院

図Ⅱ-1 南京市街図



3. 工場配置（敷地，建物，生産工場）

3.1 工場敷地

本調査の対象工場である南京化工廠は，南京市の北東にあり，南京市の中心から14 kmの位置にある。工場敷地は約536,000 m²である。工場の配置図を図II-2に示す。

3.2 建物

南京化工廠は，生産設備をレンガ造りの建物の中に配置する方式を採用しているため，建物の数は多く建物の総面積は約161,000 m²である。

3.3 生産工場，生産品目

南京化工廠の主要産品としては，大別して3種類の製品を生産している。

(1) ベンゼン系化合物

- アニリンを原料とする老化防止剤
- オルソジアミノベンゼン
- オルソアミノフェノール
- パラニトロフェノール
- フェノール
- レゾルシン

(2) ナフタリン系化合物

- 周位酸
- ローレント酸
- α -ナフトール
- 吐氏酸
- J 酸
- β -ナフトール

(3) 塩素，アルカリ製品

- 液体塩素
- 塩 酸
- オルソおよびパラジクロロベンゼン
- 苛性ソーダ

3.4 港湾，鉄道，道路の状況

南京化工廠の使用する原料および生産された製品は，港湾，鉄道および道路により輸送される。

(1) 港 湾

南京化工廠の北に長江が隣接しており，300トンの船舶が着岸可能な棧橋を有している。

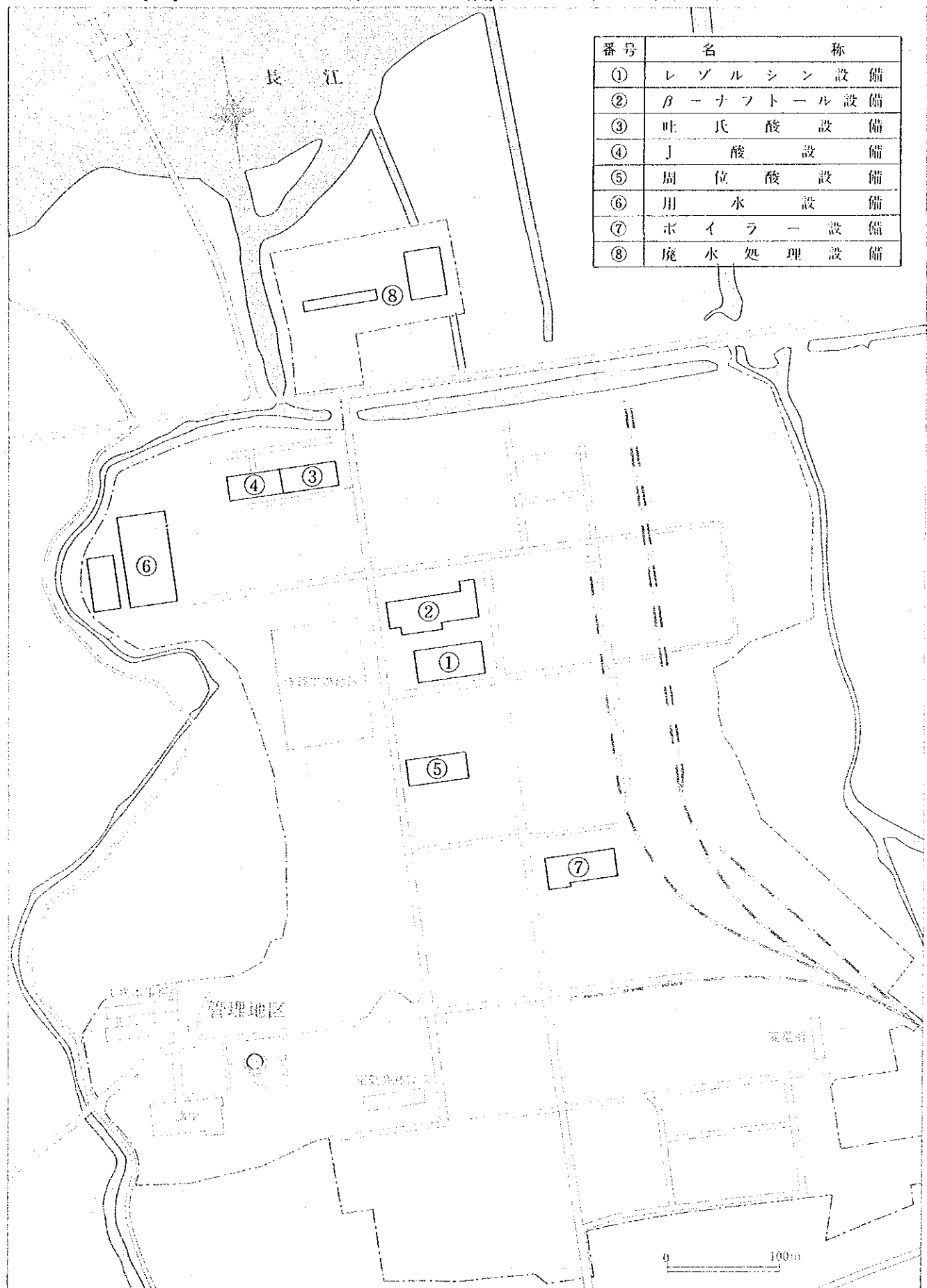
(2) 鉄 道

鉄道は南京市を通る幹線鉄道として上海—南京，南京—蕪湖，南京—南昌，南京—湘潭，の4本があり南京化工廠の敷地内引込線と接続されている。

(3) 道 路

南京化工廠と南京市中心部は，和燕公路により接続されている。

図Ⅱ-2 南京化工廠生産設備配置図



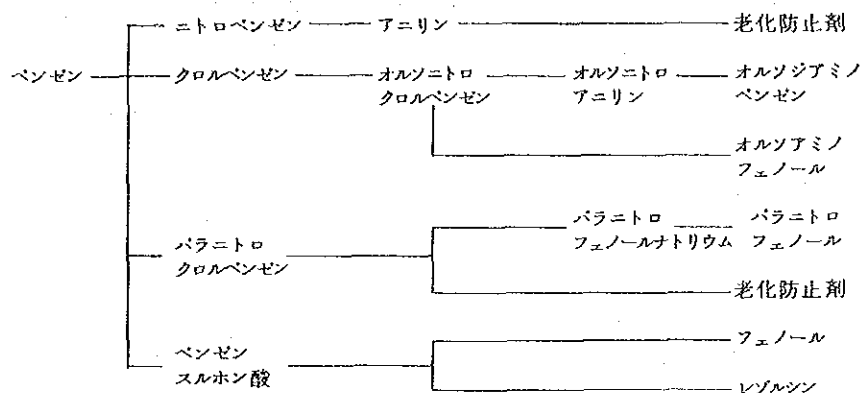
4. 製品および生産（原料，品質，生産能力）

4.1 工場製品授受フロー

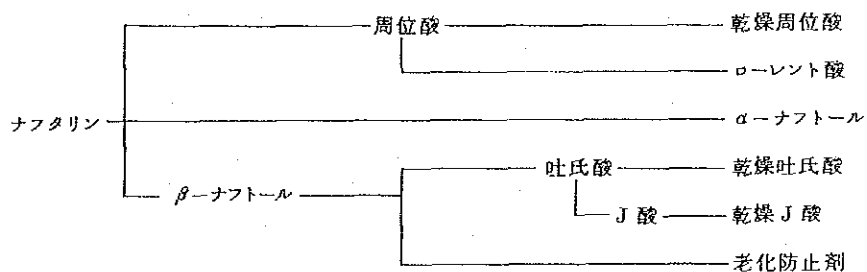
南京化工廠で生産される製品はベンゼン系化合物，ナフタリン系化合物および塩素・アルカリ製品に大別される。南京化工廠における製品授受フローを図Ⅱ－3に示す。

図Ⅱ－3 工場製品授受フロー

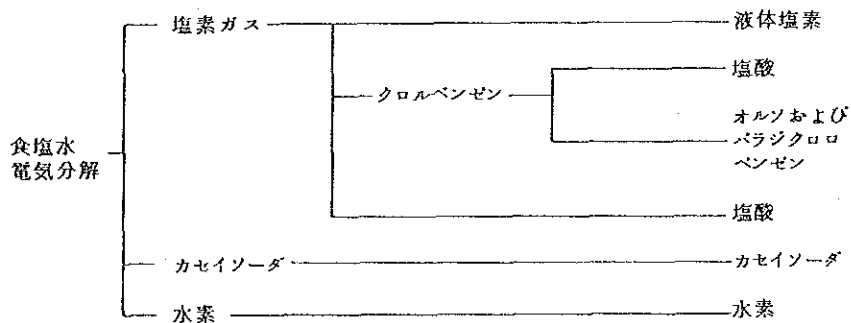
○ベンゼン系化合物



○ナフタリン系化合物



○塩素・アルカリ製品



4.2 レゾルシン

対象製品であるレゾルシンの原料，品質，生産能力は次のとおりである。

(1) 原 料

ベンゼンスルホン酸

(2) 品 質

規格として特級品，一級品，二級品がある。

	特級品	一級品	二級品
外 観	白色または淡黄色		
乾燥品融点(℃)	107.0	105.0	102.0
純 度(%)	98.5	98.0	95.0

(3) 生産能力

450トン/年

4.3 β -ナフトール

対象製品である β -ナフトールの原料，品質，生産能力は次のとおりである。

(1) 原 料

ナフタリン

(2) 品 質

規格として一級品，二級品がある。

	一 級 品	二 級 品
外 観	通常灰白色粉末，貯蔵時暗黄色又は暗紅色	
乾燥品融点(℃)	120.0	119.5
純 度 (%)	99.1	98.6
α -ナフトール含有量(%)	0.2	0.3

(3) 生産能力

4300トン/年

4.4 吐氏酸

対象製品である吐氏酸の原料，品質，生産能力は次のとおりである。

(1) 原 料

β -ナフトール

(2) 品 質(乾燥品)

外観：紅色または暗紅色結晶

純度：97.0%以上

(3) 生産能力

1,500トン/年

4.5 J 酸

対象製品であるJ酸の原料、品質、生産能力は次のとおりである。

(1) 原料

吐氏酸

(2) 品質(乾燥品)

外観： 浅灰色

純度： 88%以上

溶解度： 5%以下

(3) 生産能力

900トン/年

4.6 周位酸

対象製品である周位酸の原料、品質、生産能力は次のとおりである。

(1) 原料

ナフタリン

(2) 品質

外観：灰 色粉状

純度：90%以上

(3) 生産能力

360トン/年

5. 製造設備その他設備

5.1 設備設計前提

化学工場で製造設備、用役設備および物流設備等を設計する場合、設計の前提条件が必要である。例えば排水溝を設計する場合、一時間当り雨が最も激しく降る量がどの位かを知らないと、設計が不可能である。即ちこの最大雨量を設計に織り込まずに排水溝を設計した場合、小さすぎる排水溝を建設した場合には、降雨のたびに水が排水溝から、あふれるし、又大きすぎる排水溝を建設した場合には過剰な設備投資をしたことになる。このように設備設計前提は、工場にとって必要な不可欠な基礎資料である。南京化工廠における設備設計前提は次のとおりである。

(1) 風 向

春	東南東	秋	東南東
夏	東南東	冬	北北東

(2) 風 速

平均風速	3.7—5.4 m/sec
最大風速	27.8—39.9 m/sec

(3) 気 温

年 平 均	15.7℃
年平均最高	20.4℃
年平均最低	11.7℃
夏期最高	40.9℃
冬期最低	-13.8℃

(4) 気 圧

年 平 均	756.11 mmHg
最高気圧	779.15 mmHg
最低気圧	729.71 mmHg

(5) 相対湿度

年 平 均	75%(70—78%)
最高湿度	100%
最低湿度	13%

(6) 湿球温度

最高温度	28℃
------	-----

(7) 降 雨 量

1日当り最大降雨量	100mm
-----------	-------

1 時間当り最大降雨量 60.7mm

(8) 積雪量

最大積雪量 18.3cm

(9) 地震

震度 8

(10) 長江水位

最高水位 10.22m

最低水位 1.55m

(11) 長江水温

冷却水設計水温 30℃

(12) 工場敷地関係設計前提

敷地高さ 7-9.5m

地下水位高さ -1m

最大凍土厚さ 9cm

地耐力 10トン/㎡

5.2 製造設備

南京化工廠には、今回の調査の対象設備であるレゾルシン製造設備、 β -ナフトール製造設備、吐酸製造設備、J酸製造設備および周位酸製造設備の他に、主な製造設備として次の設備を有している。

- ニトロベンゼン製造設備
- アニリン製造設備
- クロルベンゼン製造設備
- オルソニトロクロルベンゼン製造設備
- オニソニトロアニリン製造設備
- オルソジアミノベンゼン製造設備
- オルソアミノフェノール製造設備
- バラニトロクロルベンゼン製造設備
- バラニトロフェノールナトリウム製造設備
- バラニトロフェノール製造設備
- ベンゼンスルホン酸製造設備
- フェノール製造設備
- α -ナフトール製造設備

- クロルベンゼン製造設備
- 塩酸製造設備
- 食塩水電気分解設備

5.3 用役設備

5.2 製造設備で述べた諸設備の他に、南京化工廠は水、蒸気、空気設備等の用役設備を保有している。

用役設備の概要は次のとおりである。

(1) 冷却水設備

製品の製造工程において、冷却する必要がある場合通常水を用いて冷却する。南京化工廠は冷却水として長江の水を用いており、その設備能力と冷却水の温度条件は次のとおりである。

- 冷却水設備能力 100,000トン/日
- 温度条件

最 高	32.9℃
平 均	17.8℃
最 低	4.2℃

但し、温度条件として設備設計前提条件としては、最高温度を30℃としているため、夏期長江の水温が30℃以上に上昇した場合は冷却能力が不足する場合がある。

(2) 蒸気設備

製品の製造工程において、加熱する必要がある場合通常蒸気を用いて加熱する。南京化工廠の保有する蒸気設備の設備能力と、発生する蒸気の仕様は次のとおりである。

- 設備能力 20トン/時

蒸気圧力	13kg/cm ² G
基 数	1基
- 設備能力 20トン/時

蒸気圧力	39kg/cm ² G
基 数	1基
- 設備能力 35トン/時

蒸気圧力	39kg/cm ² G
基 数	3基

以上の通り南京化工廠は5基の蒸気設備を保有しているが、現在この他に設備能力35トン/時、蒸気圧力39kg/cm²Gの蒸気設備を1基増設中である。

(3) 圧縮空気設備

通常化学工場では計装用および製造工程用として圧縮空気設備を保有する。南京化工廠の圧縮空気設備の概要は、次のとおりである。

○計装用圧縮空気設備

設備能力 $6 \text{ Nm}^3/\text{分}$

空気圧力 $8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$

○製造工程用圧縮空気設備

設備能力 $34 \text{ Nm}^3/\text{分}$

空気圧力 $8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$

(4) 窒素設備

南京化工廠の保有している窒素設備の概要は、次のとおりである。

設備能力 $20 \text{ Nm}^3/\text{分}$

窒素圧力 $8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$

(5) 電気設備

南京化工廠の保有している電気設備の概要は、次のとおりである。

受電能力 $15,000 \text{ KVA} (7,500 \text{ KVA} \times 2 \text{ 系統})$

5.4 物流設備

南京化工廠で保有する物流設備は、次のとおりである。

- | | | |
|-------------|-----|----------------------------|
| (1) 鉄道タンク車 | 39両 | (合計約 $1,800 \text{ m}^3$) |
| (2) 鉄道有蓋貨車 | 4両 | (合計約 150トン) |
| (3) 蒸気機関車 | 1両 | |
| (4) ジーゼル機関車 | 1両 | |
| (5) 貨物船 | 3艘 | (合計約 220トン) |
| (6) フォークリフト | 4台 | (合計約 14トン) |
| (7) トラック | 18台 | (合計約 90トン) |
| (8) ベルトコンベア | 4台 | |
| (9) 埠頭 | 1式 | (水深 4.2m) |

6. 組織および人員

南京化工廠の組織および人員数は、次のとおりである。

(1) 工場の経営陣

社長（責任者）のもとに5人の副社長を配して、この総勢6人が南京化工廠の経営中枢である。

(2) 工場の主要組織および人員数

工場の主要組織および人員数は、次のとおりである。

1) 社長室	35人
2) 社長直轄情報センター等	100人
3) 製造本部	2,700人
4) 技術本部	7人
5) 開発本部	250人
6) 業務本部	400人
7) 総務本部	650人

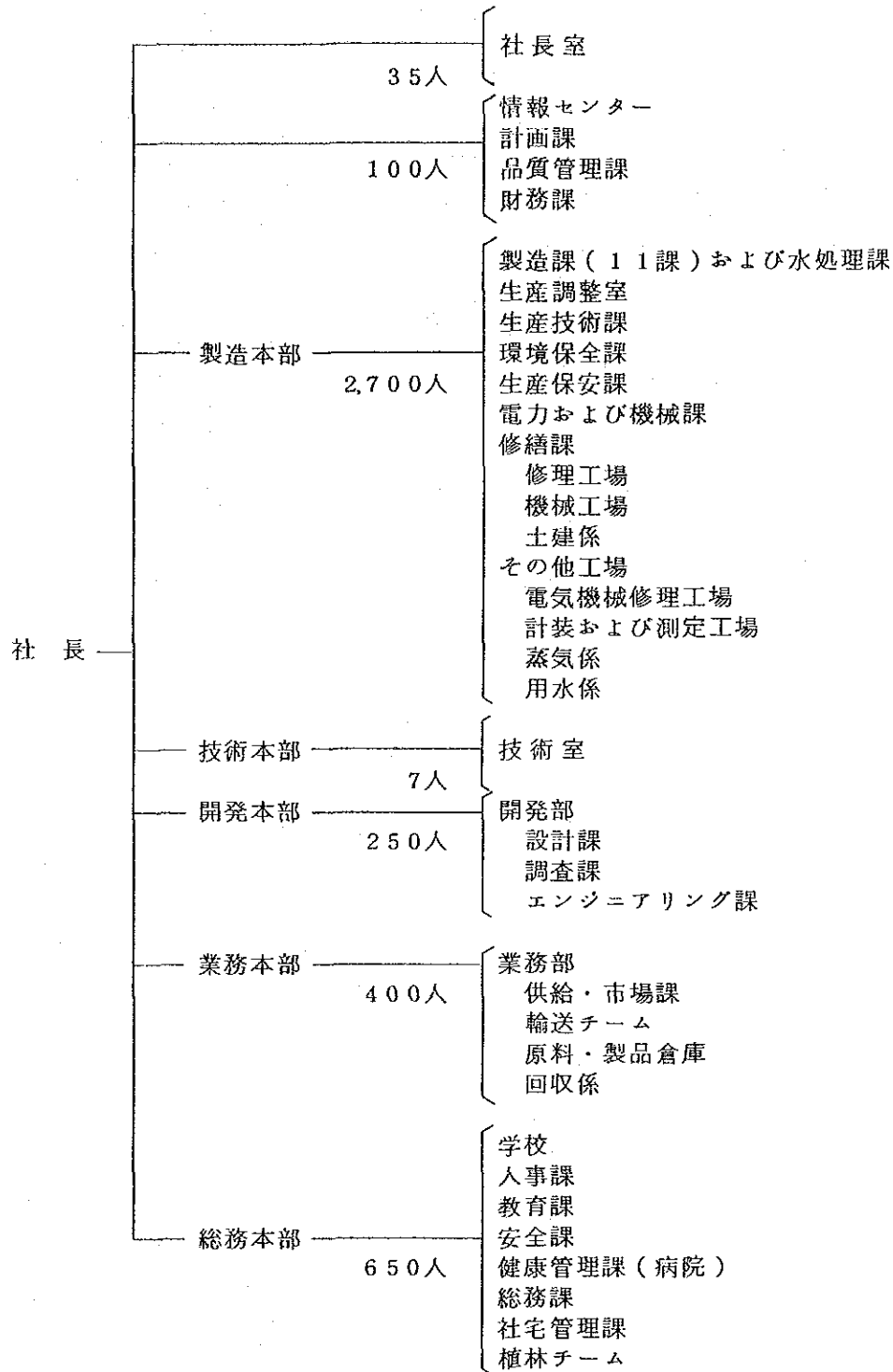
総人員 4,142人

(3) 南京化工廠の組織を日本の化学工場の一般的な組織と比較すると次のとおりである。

- 1) 日本では会社の機能として製品販売は極めて重要な機能であるが、中華人民共和国は計画経済のため南京化工廠は販売の機能を有していない。
- 2) 南京化工廠の開発本部は下部組織として設計課、調査課、エンジニアリング課を持っているが、設計課、エンジニアリング課は技術本部に属すべき機能とも考えられ、本来の研究・開発機能が弱いと考えられる。
- 3) 工場の管理機能が分散している。

南京化工廠の組織と人員についての詳細を図Ⅱ-4に示す。

図II-4 南京化工廠の組織と人員



7. 生産実績および生産計画

7.1 生産実績

対象製品であるレゾルシン、 β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸の1980年から1984年まで5年間の生産実績を表Ⅱ-2に示す。

表Ⅱ-2 生産実績

(単位 トン/年)

	レゾルシン	β -ナフトール	吐氏酸	J 酸	周位酸
設備生産能力	(450)	(4,300)	(1,500)	(900)	(360)
1980	225	3,628	862	514	362
1981	184	2,920	1,034	593	360
1982	264	3,804	1,050	604	302
1983	301	3,877	1,087	565	406
1984	444	4,065	1,275	644	434

表Ⅱ-2に示す通り、対象製品の5製品の生産量は年々増加しており、特にレゾルシン、 β -ナフトールおよび周位酸については生産量が設備生産能力に近い値であるため、これ以上生産量の増加を望む場合には、設備を増強することが必要である。

7.2 生産計画

南京化工廠はレゾルシンについて現在の450トン/年の生産量を1990年の時点で約1,000トン/年-1,500トン/年まで増産する計画を有している。

その他の β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸については増産計画を有していない。

8. 販売実績および販売計画

8.1 販売実績

南京化工廠の1980年—1984年における5年間の総生産額と総販売額の推移を表Ⅱ—3に示す。

表Ⅱ—3 販売実績

(単位 万元/年)

	総生産額	総販売額
1980	9,679	8,805
1981	9,366	8,730
1982	10,505	10,095
1983	11,815	11,387
1984	12,413	11,999

表Ⅱ—3に示す総生産額と総販売額の差は、南京化工廠が自分の工場で生産した製品の一部を工場で消費するため、総販売額は総生産額からこの自己消費分を差し引いた数字となっている。

1980年—1984年における総販売額の推移で見ると総販売額は年々増加しており、中華人民共和国の化学工業製品の需要が近年増加していることを示している。

8.2 販売計画

南京化工廠では、販売計画は特に無い。これは中華人民共和国の市場が定常的に品不足であり、通常生産された製品は全部販売可能であることから企業として特に販売計画を立案する必要性がないためと考えられる。

9. 環境対策

過去日本に於いては経済成長の伸びが大きかった時代に、一部では環境対策面での考慮が伴わず、社会的に大きな問題となった一時期があった。

中華人民共和国においても現在農業・工業の生産拡大が計画されているが、日本の経験からこの生産拡大に見合った環境対策が是非必要である。

また環境対策といえば、工場から排出する有害物質の環境対策（産業公害対策）のみが論議されがちであるが、工場で勤務する工場労働者に対する労働安全衛生対策も重要であるので本章で併せて述べる。参考として別添資料－１に日本の環境基準を示した。

9.1 環境対策の現状

南京化工廠の環境対策について、工場外へ排出する物質に対する環境対策（産業公害対策）と工場労働者に対する環境対策・健康対策（労働衛生対策）の２つに分けて現状を述べる。

9.1.1 産業公害対策の現状

産業公害は通常大気汚染、水質汚濁、騒音防止、悪臭防止、土壌の汚染防止、振動防止、地盤の沈下防止の７つに分類されるが、ここでは産業廃棄物の処理を加え８項目について述べる。

(1) 大気汚染防止対策

工場からの窒素酸化物（ NO_x ）、硫黄酸化物（ SO_x ）、一酸化炭素（ CO ）およびばい塵等が排出源となり酸性雨による森林の枯渇、喘息患者の発生、光化学スモッグの発生、ばい塵の降下等が問題となるが、南京化工廠では現在の所、特に問題になっていない。

(2) 水質汚濁防止対策

重金属の排出による奇形魚の発生、化学的酸素要求量（ COD ）増大による河川に生息する魚類の減少、磷（ P ）排出による湖沼の富栄養化のための藻の大量発生等が問題となる。南京化工廠におけるレジソシン、 β -ナフトール、吐氏酸、 J 酸および周位酸の５対象生産設備に対する調査結果は次のとおりである。

○有害重金属類

使用されていない。

○油分離対策

日本では通常各生産設備で第１次廃水処理を行ない、その後工場全体として総合廃水処理を行なうのが通例であるが、南京化工廠では各生産設備に第１次廃水処理設備がない。

○生物的酸素要求量（ BOD ）、化学的酸素要求量（ COD ）対策

BOD 、 COD を減少させるため活性汚泥設備を採用しているが、総排水量 3,560 トン

／時に対しわずか 200トン／時が活性汚泥設備で処理されているのみであり、残りの 3,360トン／時はそのまま長江に生放流されている。

(3) 騒音防止対策

工場から発生する騒音が附近住民に与える影響度が問題になる。南京化工廠では問題ない。

(4) 悪臭防止対策

工場境界線での悪臭度が問題になるが、むしろ労働衛生上の考慮も必要であるので後述する。

(5) 土壌の汚染防止対策

カドミウム汚染による食糧米にカドミウムが蓄積する問題や、有害物質廃棄による土壌の汚染のアメリカの例などがある。産業廃棄物の処理に気をつければ南京化工廠では問題ない。

(6) 振動防止対策

工場で使用している圧縮機等の振動が、近隣地区に与える影響が問題となる。南京化工廠では大容量の圧縮機等は使用していないため問題はない。

(7) 地盤の沈下防止対策

工業用水として地下水を大量に取水すると、地盤が沈下する等の影響が出て問題となる。南京化工廠では工業用水は全量長江から取水し地下水は使用していないので問題はない。

(8) 産業廃棄物の処理、処分

工場で発生する固体残渣、ゴミ、廃酸、廃アルカリ、廃油等の産業廃棄物は工場で責任をもって無害化して処理、処分すべきである。

一般的な処理方法としては可燃性固形物および廃油は焼却炉にて燃焼し、不燃性固形物は埋め立て処分を行ない、廃酸および廃アルカリは中和後放流する。南京化工廠では産業廃棄物の処理、処分は未だ体系的に検討されていない。

9. 1. 2 労働安全衛生対策

職業病として古くから知られているものとして窯業における塵肺症、有機溶剤の取扱い作業における内臓疾患、騒音の激しい場所での難聴疾患、暗所作業による視力低下等がある。

工場労働者の健康と衛生を確保するため快適な作業環境を提供すべきである。

(i) 有害蒸気の排気対策

○ レゾルシン製造設備のフュージョン釜(R-3)および希釈装置(V-14)排気

○ β-ナフトール製造設備のフュージョン釜(R-4)および苛性ソーダ濃縮槽(V-10)排気

の上記2ヶ所のスクラバー出口の排ガス中に有害物質である苛性ソーダミストが大気中に

同伴している。

- レゾルシン製造設備のスルホン化釜(R-1)からの硫酸ミストを含む排ガス
上記排ガスは、スクラバーが機能しておらずそのまま大気へ放出されている。

(2) 作業環境

照明不足の場所または騒音の激しい場所での長時間の作業は労働者の健康を損なうので調査し、必要があれば改善すべきである。普通の作業が行なわれる場所の照度は150ルクス以上、作業場の騒音は85デシベル以下に保つべきである。

南京化工廠では騒音は特に問題ないが、照明が暗い場所が散見される。

(3) 定期健康診断および特別健康診断の実施

日本では年2回以上の定期健康診断を実施することが定められている。この定期健康診断以外に有機化合物を取扱う工場では、特別健康診断として次の検査を義務付けられている。

- 全血比重の検査および血色素量の検査
- ヘマトクリット値および赤血球の数の検査
- 尿中の蛋白の有無およびウロビリノーゲンの検査

南京化工廠において定期健康診断および特別健康診断の実施有無を調査できなかったが、実施していない場合は日本の例を参考として実施する必要がある。

9.2 環境保全基準

環境保全に関連する中華人民共和国の法規を調査した。南京化工廠に関係のある法規は次のとおりである。

○ 三廃排放基準

廃水、廃気、残渣の排出に関する基準

○ 水源保護法

水質汚濁防止に関する基準

この2つの法律には濃度規制がある。また日本においては、基準となる法律に地方公共団体がその法律よりも厳しく基準を定めるいわゆる上乗せ規制があるが、中華人民共和国ではこのような上乗せ規制はない。

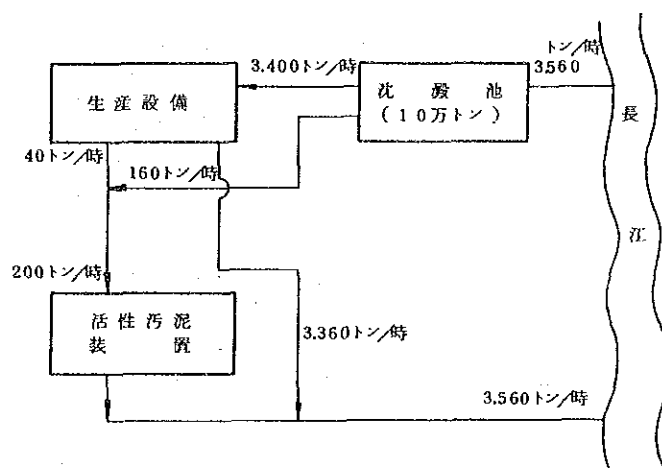
9.3 環境保全設備

南京化工廠の環境保全設備としては廃水処理設備がある。

9.3.1 廃水処理設備

工場の給水，排水系統図を下图に示す。

図 II - 5 排水系統図



活性汚泥装置の運転状況は次のとおりである。

表 II - 4 活性汚泥装置運転状況

	化学的酸素要求量 (mg/ℓ)	無機質 (PPM)
入口	500~600	2,000
出口	50~60	2,000

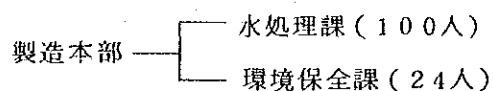
表 II - 4 から化学的酸素要求量(COD)は約 1/10 に減っており活性汚泥装置は良く運転されているといえる。

9.3.2 大気汚染防止設備

南京化工廠には設置されていないが，日本で採用されている大気汚染防止設備としては，集塵設備，高層煙突，排煙脱硫設備，排煙脱硝設備等がある。

9.4 環境保全担当組織

南京化工廠の環境保全を担当する組織，体制，人員は次のとおりである。



10. 保安対策

10.1 保安対策の現状

化学工場における保安対策の基本は、次の通りである。

- 安全管理の方針を確立する。
- 安全管理の組織を確立する。
- 安全管理の運営会議を適切に開催する。

南京化工廠における保安対策の現状は、上記の視点よりみて安全確保に対し努力している様子がよく認められる。

10.1.1 休業災害

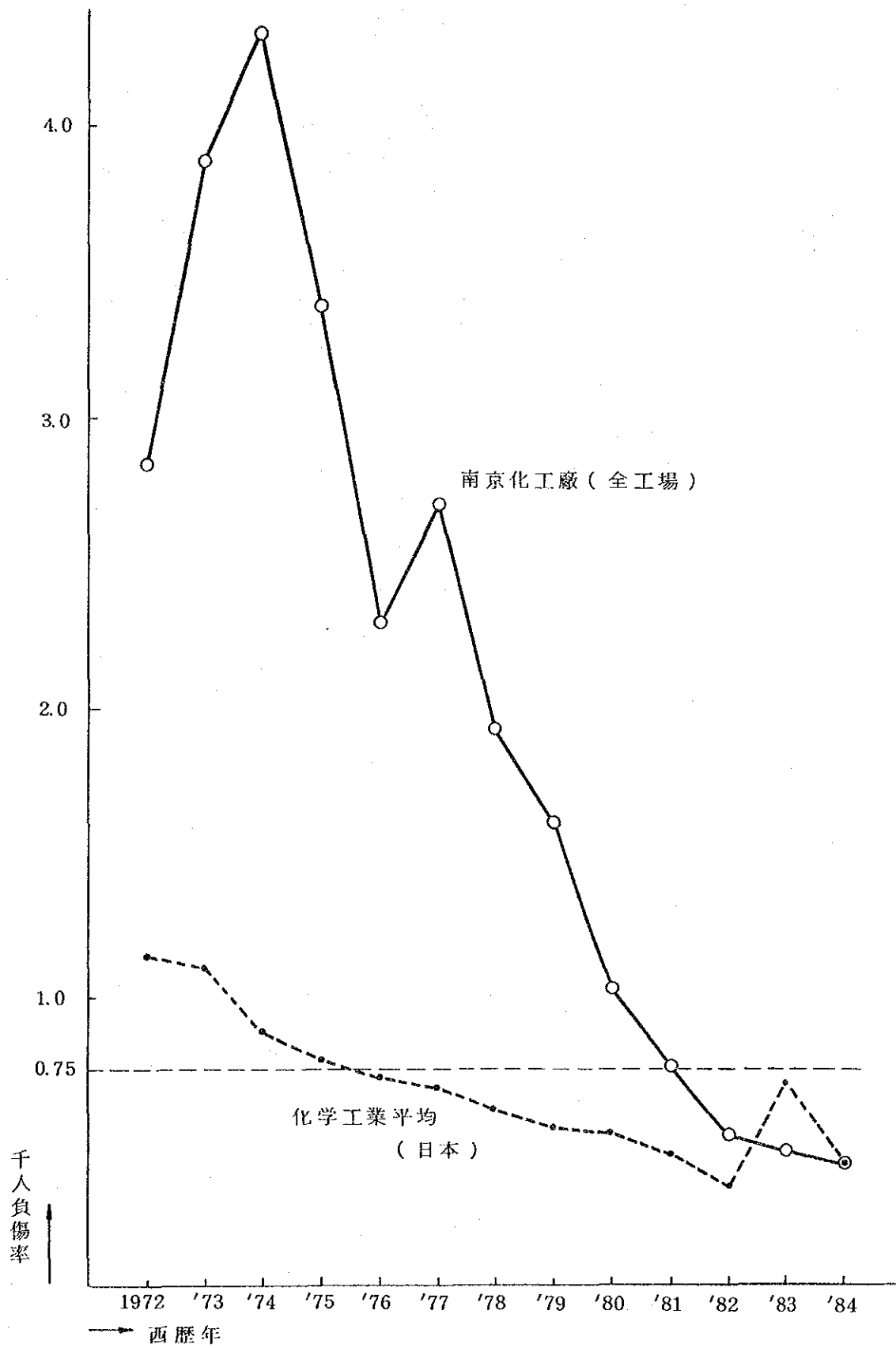
中華人民共和国で広く採用されている工場勤務者に対する休業災害の指標としては、工場勤務者千人当りの1ヶ月間における休業災害件数で示される千人負傷率がある。日本で広く採用されている度数率（工場勤務者延労働時間100万時間当りの休業災害件数）との関係は、次式で示される。

$$\text{千人負傷率} = \text{度数率} \times \frac{1}{4}$$

過去10年間の南京化廠における千人負傷率を日本の化学工場の千人負傷率（平均）と対比したものが図Ⅱ-6である。優良安全管理工場としては、千人負傷率で0.75以下（度数率では3.0以下）であることが必要であると一般的にいわれているが、南京化工廠においては、1974年以降千人負傷率の急激な低減が達成されており、1981年以降は、0.75以下となり、ほぼ日本の化学工業における平均値と同水準になっている。

南京化工廠における安全確保に対する努力の跡が図Ⅱ-6より、よく観察される。

圖 II-6 千人負傷率比較表



10.1.2 災害事故例

今回の調査対象5製造設備における過去5年間の主要な事故例は、次の通りである。

(1) 火災事故：1件（1984年）

β -ナフトール製造設備におけるフュージョン釜の排気ガス配管において、腐蝕により発生したピンホールより高温（約300℃）の排気ガスが漏洩して、付近の木製側壁に接触着火し約1,000平方メートルが焼失した。但し人身災害は発生していない。事故後類似配管の再点検が実施されている。

(2) 死亡事故：2件

- 第8製造設備において空冷用扇風機（電源3相、220ボルト）への結線作業中における不注意による感電死。（1982年）

事故後、電気工事作業標準の再教育が実施されている。

- 第6製造設備において水素用配管にピンホールが発生し、水素ガスが噴出、自然着火して作業員1名が焼死。（1983年）

事故後、関連配管の気密テストの強化と腐蝕配管の取り替えが実施されている。

10.1.3 潜在的危険源

(1) 労働安全衛生上の潜在的危険源

今回の調査対象5製造設備は、すべて回分操作式製造設備であり、主要機器の大部分は、3階建の建屋内に収納されている。当該建屋は格子状側壁の使用などにより通風、換気に設計上の配慮がなされているが、自然換気が十分ではなく、臭気の強い場所が散在し、特に β -ナフトール製造設備周辺の臭気が強く感じられた。又製造工程によっては、中間製品を手作業により運搬を行っている工程があり、かかる場所における臭気、粉塵などによる作業員の健康に対する悪影響も予測される。従って、現在の大気開放型の製造設備を段階的に密閉化（クローズドプロセス化）していくなどの設計上の配慮が将来必要になってくるものと考えられる。

しかし、製造設備の建屋内部の整理、整頓及び清掃作業はよく実施されており、現行の製造工程のもとで労働安全衛生の確保によく努力している様子が認められた。

(2) 工場建屋などにおける潜在的危険源

製造設備を収納する工場建屋は、まだ十分使用に耐え得るものの、老朽化が進行しており、使用上の不都合な点も多く見受けられる。しかし安全管理上の不備な箇所もみられるので、次に労働災害防止上の潜在的危険源を列挙する。

- 2階及び3階の床に機器を撤去した跡などの開口部が多いが、転落防止柵の設置及び注意表示などの予防措置が十分にはなされていない。

- 鉄鋼製の梯子の勾配が急で、階段も格子板が使用されておりつまづき易い。
- 排水用側溝上の格子板上蓋が欠落している個所が多く、歩行上極めて危険である。

10.2 保安関係基準

南京化工廠で現在運用されている保安関係基準は、表Ⅱ－5の通りである。

表Ⅱ－5 保安関係基準

基準名	編集者名	内 容
1. 安全管理規則 (B5版62頁)	化学工業部	安全管理の制度、教育、設計 検査等の基本方針の設定
2. 安全設計基準 (B5版470頁)	化学工業部	安全設計及び管理基準
3. 安全管理指針 (B5版244頁)	南京化工廠	化学工業部作成の上記2基準 の具体的実施細則並に補足的 社内規定

上記にみられるように、中華人民共和国化学工業部作成の安全管理規則及び安全設計基準が2冊の本に集約されており、更に南京化工廠で独自に編集した安全管理指針において、化学工業部作成の安全基準に対する具体的実施細則及び補足的社内規定が整備されている。

特に化学工場における労働安全管理上に重要である工場内火気使用工事、及び搭槽内作業等の着工許可手続きなどの作業指針も体系だてて規定されており、全体的にみてバランスよく整備されている。

10.3 保安設備

10.3.1 保安設備の現状

南京化工廠における保安設備の概要は、次の通りである。

(1) 消 火 栓

合計51本の消火栓が工場敷地内に設置されており、レイアウト上からは製造設備当り平均2本の消火栓が配置されている。消火用水は10万トンの貯水能力を有する冷却用沈澱池よりポンプにより取水する方式になっている。

(2) 化学消防車：泡消火用 2台

ドライケミカル用 1台 (計) 3台

(3) ポータブル化学消火器

各種の化学消火器が製造設備の消火特性に応じて合計 905 本が適宜配備されており、全数点検を月に 1 回、内容物の入れ替えを 2 年に 1 回定期的の実施している。

(4) ガス検知器

携帯用可燃性ガス検知器合計 6 台が必要に応じて各製造設備に配備されているが、定置式検知器は設置されていない。

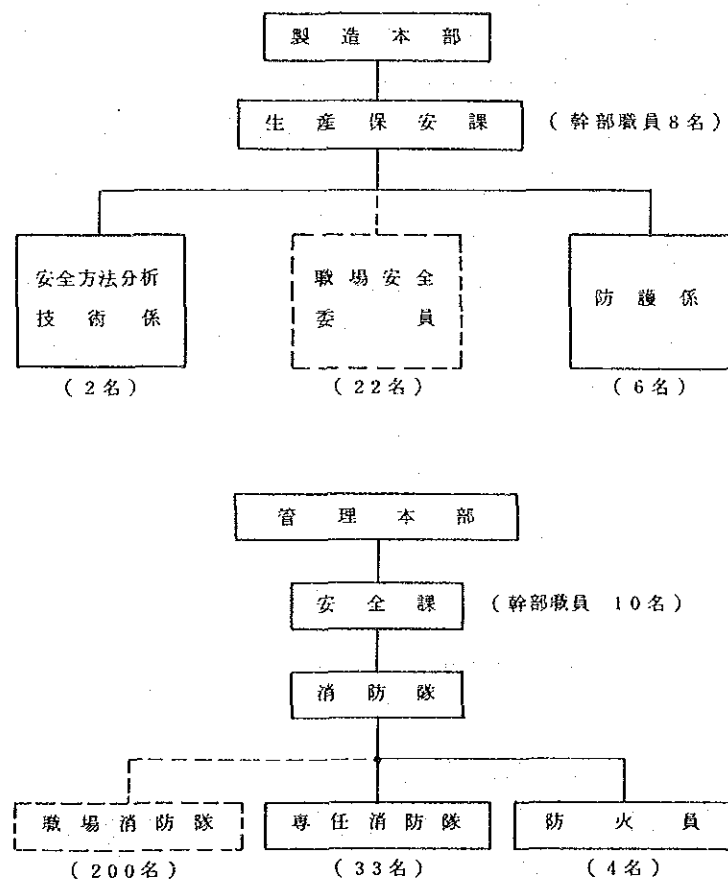
(5) 保護具

防毒マスク 200 面及び酸素吸入器 20 台が適宜プラントに配備されている。安全帽は、保全作業時に着用が義務づけられているが、平常時は着用の必要はないとされている。

1 0. 4 保安担当組織

次の図Ⅱ－7 に示す独立した 2 組織により運営されている。

図Ⅱ－7 保安組織



(注) 専任消防隊員 : 3 班が交代して 24 時間勤務
南京市の資格試験合格者

10.5 消防訓練の実施状況

消防詰所においては、前述の通り33名の専任消防隊員が3班を編成し24時間勤務を行っているが、規律はよく、整理整頓もよく励行されており志気も高いものと観察された。

年間の訓練スケジュールは、次の通りである。

- 専任消防隊員：防消火訓練 20回／年
- 職場消防隊員：防消火教育，演習 数回／年
- 総合訓練：1年間に10ヶ所のプラントにおいて適宜実施

10.6 プラント運転要員と保安担当組織との保安業務に関する分担（初期消火等）

- 既述した保安担当組織図に示されているように、職場安全委員として各プラントより1～2名、合計22名が指名されて各プラントの安全問題の検討及び安全教育の責任者として活動している。
- 消防隊の補助隊員として、各職場より合計200名の職場消防隊員が指名されて、緊急時に出勤し防消火活動に従事することとなっている。

11. 省エネルギー対策

11.1 省エネルギー対策に関する国の指導

(1) 南京化工廠は、国家經濟委員會の指示で、次の省エネルギー対策を検討中である。

- スチームコンデンセイト（復水）の60%以上の回収
- 単位操作別の熱バランス表の作成
- 製品別用役原単位の測定
- プロセス中の運転温度条件の再検討
- 工業炉熱効率向上対策の検討

南京化工廠では上記全項目に関する一応の現状分析作業はすでに終了しており、現在は分析結果に基づく省エネルギー対策の具体案の作成段階に入っている。特にスチームトラップ（Steam Trap）の機種選定ならびに工業炉の燃料噴霧ノズルの改良、適正空気過剰率の設定および旧型式炉の全面的設計変更等について熱心な検討が行なわれている。

(2) 国家經濟委員會より、保温工事に関して以下の指導が行なわれている。

- 保温表面温度 $\leq 50^{\circ}\text{C}$ （大気温度 25°C ）
- 配管中の熱損失 $\leq 5\%$
- 保温材伝熱係数 ≤ 0.12 （機器表面温度 650°C に対し）
- 屋外保温配管はアルミ板または亜鉛メッキ板等で覆う

11.2 スチームコンデンセイト（復水）の回収

国家經濟委員會は、生産工場に対し「復水回収率60%」の省エネルギー目標を揚げている。しかしながら、南京化工廠の省エネルギー努力にも、かかわらず、この目標は達成されていない。

11.3 加熱炉熱効率

調査対象5プラントにおいて設置されている工業用加熱炉は、11炉であり、その分析値は、表Ⅱ-6のとおりである。

表Ⅱ－6 南京化工廠加熱炉調査

加熱炉名	項 目	基 数	熱 負 荷 kcal/Hr	燃料消費量 kg/Hr	空気過剰率	排気ガス温 度 ℃	熱 効 率 %
レゾルシン プラント	フュージョン釜炉	2	141.59	450	1.4	480	31.5
	ソーダ蒸留釜炉	1	40.22	122	1.4	480	33
β-ナフトール プラント	フュージョン釜炉	4	117.64	310	1.4	480	38
	ソーダ蒸留釜炉	2	32.6	86	1.4	540	38
	蒸 留 釜 炉	2	78.9	268	1.4	490	29

通常化学工場で使用する工業炉の熱効率は、低くとも60%程度であり、南京化工廠の加熱炉の熱効率は、約30-40%と非常に低い値である。

11.4 保温保冷対策

南京化工廠においては、製造設備間の一般配管がパイプラック(Pipe Rack)上で用役配管およびプロセス配管とが混在密接して設置されている場所が多く、新たに保温工事を実施したり、古い保温材を、取り替える作業が、実施困難な場所がある。したがって、国家経済委員会の基準を完全に達成するためには、相当な努力を要する。

12. 問題点

生産管理および生産工程に関わる現状分析と問題点は、第Ⅲ編と第Ⅳ編で詳細に述べることとし、本章では工場全体に共通する問題点として環境対策、保安対策、および省エネルギー対策について述べる。

12.1 環境対策

環境対策として産業公害対策と労働衛生対策に分けて問題点を述べる。

12.1.1 産業公害対策

(1) 大気汚染防止対策

南京化工廠では現在は問題になっていないが、将来各工場が生産量増大を志向した場合問題になることが予想される。

(2) 水質汚濁防止対策

。 化学工場の第2次廃水は、先ず各製造現場で第1次処理が行なわれ、その後工場全体として最終処理後工場外へ排出するのが通例である。南京化工廠では各製造現場で第1次処理を行っていないので、全負荷が最終処理設備にかかるため効率的な廃水処理が困難である。

(3) 産業廃棄物の処理、処分

産業廃棄物の処理に関し、南京化工廠では未だ体系的な検討がなされていないが、今後産業廃棄物の処理に関して国、地方行政体（省、市）の指導が強化されると考えられるので事前に検討しておく必要がある。

12.1.2 労働衛生対策

(1) 有害蒸気の排気対策

- 。 レゾルシン製造設備とβ-ナフトール製造設備の2ヶ所のスクラバー出口の排ガス中に苛性ソーダミストが同伴している。
- 。 レゾルシン製造設備の1ヶ所のスクラバーが機能していないまま排ガス中に硫酸ミストが同伴している。

(2) 作業環境

通常、工場の作業が行なわれる場所の照度は150ルクス以上必要であるが、南京化工廠では照度の不足した作業環境が散見される。

(3) 定期健康診断および特別健康診断の実施

工場従業員に対して実施する定期健康診断の他に、有機化合物を取扱っている生産現場の従業員に対しては、特別健康診断を実施する必要がある。

12.2 保安対策

(1) 設備設計への保安対策織り込み

南京化工廠で現在稼動している製造設備に対する保安上の考慮は、保安関係基準の整備も含め良く運営されており、その結果千人負傷率が低く安全確保に対する努力が実っている。

これ以上、保安対策の強化を図るためには、新設又は増設する製造設備の設計時に保安上の配慮を織り込むことが必要と考えられる。

(2) 定置式ガス検知器

保安設備は全般的に良く整備されている。ガス検知器に関しては、現在可搬式が6台あり定置式は設置されていない。工場内で可燃性物質の漏洩が予想される場所で、定置式ガス検知器は極めて有効な保安設備であることから、今後設置を検討する必要がある。

(3) 安全帽および作業服の着用

工場内に入ってから私服を作業服に着替え、安全帽を着用することは、安全に対する再認識を促し心理的な効果が大きい。南京化工廠では作業服と安全帽の着用が義務付けられていないので検討する必要がある。

(4) 非常時動員体制

化学工場は可燃性物質および危険物質を大量に扱っているため、不慮の事故または火災に対してどのように対応するか明確に規定し、また非常時を想定した訓練が必要である。

南京化工廠では安全管理規則中に非常事態に関する規定はあるが、体制表により明確化されていないので明確化すべきである。

12.3 省エネルギー対策

(1) スチームトラップ

蒸気配管の末端には凝縮した水を排出するためのスチームトラップを付けている。このスチームトラップが故障した場合は蒸気がそのまま大気へ放出されることとなる。

南京化工廠の本調査対象製造設備であるレゾルシン、 β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸製造設備に使用されているスチームトラップの状態を調査し、表Ⅱ-7にまとめた。

表Ⅱ-7からスチームトラップの故障率は約50%に達しており省エネルギーの観点から改善を要する。

表Ⅱ－7 スチームトラップ調査結果

製造設備	総 数	故障数	故障率(%)
レゾルシン	10	5	50
β -ナフトール	13	7	54
吐氏酸/J酸	11	6	55
周 位 酸	5	2	40
合 計	39	20	51

(2) 加熱炉熱効率

本調査の対象製造設備である、レゾルシンおよび β -ナフトール製造設備にある11基の加熱炉の熱効率を調査した結果、熱効率は約30～40%と低い値である。通常加熱炉の熱効率は60%以上であり、省エネルギーの観点から改善を要する。

(3) 保温、保冷対策

省エネルギーの立場から保温、保冷対策は重要であるが、南京化工廠の現状は一部保温材が剝離している等不十分な点がある。保温、保冷に関し、工場全体として総合的な見直しが必要である。

第Ⅲ編

生 産 管 理

第Ⅲ編 生産管理

1. 工場管理

南京化工廠の工場管理に関して工場組織、職務分掌、および権限規定についての現状分析と問題点は次のとおりである。

1.1 工場組織

工場組織については、第Ⅱ編工場概要第6章にて既述したが、本章では工場の組織を工場管理の面から把握、現状分析と問題点を述べる。

現状分析

- (1) 工場の総人員は4,142人であり、工場管理の上部組織として社長および5人の副社長で統括している。各組織の人員数を記すと次の通りである。

社長室（社長直属）	35人
情報センター等（社長直属）	100人
製造本部	2,700人
技術本部	7人
開発本部	250人
業務本部	400人
総務本部	650人
	4,142人

上記のように、製造本部の2,700人が多いのは当然としても技術本部がわずか7人であり、各本部の人員数にかなりの差が見られる。

問題点

- (1) 各本部に属する課または室でその機能から考慮して他の本部に属すべきものが散見される。主要な問題点は次のとおりである。

- 1) 現状では社長直属の課または室として社長室、情報センター、計画課、品質管理課および財務課があるが、機能から考慮して社長室以外は他の本部に属すべきと考えられる。第Ⅴ編の近代化計画で後述するが移管する課の案は次のとおりである。

情報センター	————→	開発本部
計 画 課	————→	管理本部
品質管理課	————→	管理本部
財 務 課	————→	管理本部

2) 現状では製造本部に属する課として生産現場をはじめ17課と1室があるが、機能上製造本部以外に属すべき課が製造本部に属しているため、製造本部の本来業務である製品の製造に専念出来ない組織となっている。移管する課または室の案は次のとおりである。

水 処 理 課	————→	管理本部
環境保全課	————→	管理本部
生産調整室	————→	管理本部
生産保安課	————→	管理本部
生産技術課	————→	技術本部

3) 現状では技術本部には総工師および工師の7人が属するのみであるが、南京化工廠のように多品目を生産する化学工場の技術業務全般を遂行するには、組織が弱いと考えられるので、現在他の本部に属している技術関係の課をこの本部に移管させ増強する必要がある。他の本部から技術本部に移管すべき課の案は次のとおりである。

生産技術課	製造本部	————→	技術本部
設 計 課	開発本部	————→	技術本部
エンジニアリング課	開発本部	————→	技術本部

4) 現状開発本部は設計課、調査課およびエンジニアリング課があるが、設計課およびエンジニアリング課の業務は業務内容から考慮し技術本部に属すべきであり、また現在社長直属となっている情報センターは機能上この開発本部に属すべきである。以上をまとめると次のとおりである。

設 計 課	————→	技術本部	
エンジニアリング課	————→	技術本部	
情報センター	社長直属	————→	開発本部

5) 現状の組織は、工場の管理機能が分散しているので管理本部を新設し、管理機能を集中・強化する必要がある。

計 画 課	社長直属	————→	管理本部
品質管理課	社長直属	————→	管理本部
財 務 課	社長直属	————→	管理本部
水 処 理 課	製造本部	————→	管理本部

環境保全課	製造本部	→	管理本部
生産調整室	製造本部	→	管理本部
生産保安課	製造本部	→	管理本部

6) 現状の総務本部および業務本部の組織については特に問題点はない。

以上述べた南京化工廠の組織に関する問題点の解決策は第Ⅴ編の近代化計画で後述する。

1.2 職務分掌

企業の組織が機能するためには、各組織がどのような業務を責任を持って実施するかを文書で明確化することが必要であり、これを纏めたものが職務分掌と通常称されている。

現状分析

南京化工廠の生産保安課、供給市場課および輸送チームの職務分掌を入手した。この職務分掌は業務範囲と業務実施基準が詳細に規定されている。

問題点

- (1) 職務分掌の内容が、非常に詳細に規定されており、この職務分掌が各職場の業務内容の規範となるためには組織の変更、業務内容の変更に応じて職務分掌の内容も逐次変更する必要がある。現状では、例として生産保安課の職務分掌の中に、記述の一部に「安全管理制度を1983年1月28日に完成する」に見られるように職務分掌の内容が業務の実体と合わせて内容が改定されていない可能性がある。

1.3 権限規定

企業は通常社長、取締役、部長および課長等職務責任に応じて権限が定められている。これを文書で明確化したものが、権限規定である。

現状分析

南京化工廠に権限規定の有無を確認したが、現在の組織が1984年末に変更されたばかりであるので、現状の組織に応じた権限規定はまだ出来ていないとの事であった。

問 題 点

- (1) 組織が機能するためには、権限規定は必要であるので、早く制定する必要がある。

2. 生産管理（工程管理）

南京化工廠の生産管理（工程管理）に関して、生産管理担当部門・体制・人員、生産計画・生産実績、生産指示部門と生産現場、生産現場の勤務体制、生産現場の帳簿・伝票等、および生産現場の労働意欲向上策についての現状分析と問題点は次のとおりである。

2.1 担当部門・体制・人員

現状分析

- (1) 工場製品の生産管理は、製造本部に属する11課すなわち11の生産現場が担当している。人員数はこの生産現場および他の部門を含む製造本部全体で2,700人である。

問題点

特になし。

2.2 生産計画・生産実績

現状分析

- (1) 1年間または1ヶ月間を通じた生産計画の指示は、社長から製造本部に出される。
- (2) 生産計画と生産実績の対比は、社長直属である計画課が実施している。計画課の人員数は9人である。

問題点

- (1) 第Ⅱ編の工場概要でも既述した通り、生産計画と生産実績の対比等工場管理に関する重要事項を担当している計画課は管理本部に移管すべきである。

2.3 生産現場の勤務体制

現状分析

(1) 化学工場の生産現場の勤務体制は通常三交替勤務を行ない、夜間も生産設備を停止しないのが普通である。その理由は次のとおりである。

- 化学工場は設備投資金額が大きいため、製造費用の中で固定費の占める割合が大きいため設備を100%活用する。
- 化学工場では設備を停止した場合、反応条件が変化するため設備停止の前後に不合格品が発生するため、運転の基本方針として設備停止を避ける。

南京化工廠においても生産現場の運転は三交替制を採用しており、その勤務時間は次のとおりである。

一例	A 班	1 直	0.0 0 — 8.0 0	(2 3.4 5 — 0.0 0 引き継ぎ時間)
	B 班	2 直	8.0 0 — 1 6.0 0	(7.4 5 — 8.0 0 ")
	C 班	3 直	1 6.0 0 — 2 4.0 0	(1 5.4 5 — 1 6.0 0 ")
	D 班		公	休

各班の勤務直の変更は次のとおりである。

	第 1 日	第 2 日	第 3 日	第 4 日	第 5 日	第 6 日	第 7 日
A 班	1	1	1	公	3	3	3
B 班	2	2	公	1	1	1	公
C 班	3	公	2	2	2	公	1
D 班	公	3	3	3	公	2	2

問題点

各勤務班の間で運転状況を打合せるいわゆる引き継ぎ時間も15分考慮しており特に問題点はない。

2.4 生産現場の運転標準書

現状分析

対象製品であるレゾルシン、 β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸の運転標準書を入手した。この運転標準書の内容としては、例としてレゾルシンで示すと次のとおりである。

- 製品概要（化学・物理的物性、用途他）
- 原料・助剤規格
- 生産工程のユニット構成
- 生産工程詳細
- 反応操作条件
- 工程管理
- 環境保全
- 原単位
- 従業員守則
- 保安規定
- 分析方法
- 機器リスト
- 設備チェックリスト
- フローシート

問題点

運転標準書の内容は十分であるが、制定から改定されたあとがない。設備改造等で内容が一部変わる場合は、生産現場が責任を持って内容を改定すべきである。

2.5 生産現場の労働意欲向上策

現状分析

生産現場を含む全従業員に対して、改善提案を実施した場合表彰制度がある。

問 題 点

特になし。

2.6 生産現場における運転停止・事故時の報告

現状分析

生産現場において運転停止、事故が起きた場合、次に述べる報告書が生産現場から該当部門に送付される。

- 設備事故報告書 生産現場 → 機械工場

報告書の内容としては、事故の経緯、原因分析および措置案等が記載されており修理のための情報が記入されている。

- 生産事故報告書 生産現場 → 生産技術課

報告書の内容としては事故の経緯、設備損失額、事故措置案等が記載されている。

問 題 点

運転停止または事故の場合、製品の生産量に影響を与えるので生産事故報告書に予想減産量の欄を作り、生産量の計画、実績値把握を担当している計画課にも送付する必要がある。

3. 在庫管理（製品、原料を対象とする）

南京化工廠の製品・原料を対象とした在庫管理に関して、担当部門・体制、在庫品の種類・数量、在庫管理、在庫に関する帳簿・伝票についての現状分析と問題点は次のとおりである。

3.1 担当部門・体制

現状分析

在庫管理の担当は管理本部に属する原料・製品倉庫であり、倉庫主任を責任者として各倉庫が下部組織となっている。

問題点

特になし。

3.2 在庫品の種類・数量

現状分析

- (1) 南京化工廠が外部から購入している原料・燃料・助剤に関し入手が容易なものについては約1週間の在庫を持ち、入手が比較的困難なものについては約1ヶ月の在庫を持っている。この原料は重油、石炭、ベンゼン、発煙硫酸等である。
- (2) 対象製品であるレゾルシン、 β -ナフトール、吐氏酸、J酸および周位酸については、約3日分の在庫を考慮している。

問題点

特になし。

3.3 在庫管理

現状分析

- (1) 在庫量の管理は、前述の通り原料・燃料・助剤については1週間 — 1ヶ月の在庫量を確保するように管理しており、製品については3日間の在庫量を確保するように管理している。
- (2) 在庫品の品質劣化防止のため、夏期の非常に暑い時期は倉庫に散水して温度上昇を防いでいる。

問題点

特になし。

3.4 在庫に関する帳簿・伝票等

現状分析

倉庫がベンゼン、重油等化学品の原材料を受入れる場合に発行する伝票と、化学品以外の原材料を受入れる場合に発行する伝票がある。

問題点

特になし。

4. 技術管理

南京化工廠の技術管理に関して、担当部門・体制・人員、技術開発、技術報告書、および技術情報についての現状分析と問題点は次のとおりである。

4.1 担当部門・体制・人員

現状分析

南京化工廠の技術関係は、技術本部が担当しており人員は7人である。

問題点

本編第1章に既述した通り、現状の技術本部は7人のみであり、南京化工廠の技術全般を担当するには体制が弱いと考えられるので、現在製造本部に属している生産技術課と開発本部に属している設計課とエンジニアリング課を、技術本部に移管して体制を強化する必要がある。

4.2 技術開発

現状分析

技術開発事項は開発本部が担当している。開発本部の体制・人員は次のとおりである。

開発本部	設計課	60人
	調査課	150人
	エンジニアリング課	40人

問題点

前述の通り、現在開発本部に属している設計課とエンジニアリング課を技術本部に移管し、現在社長直属となっている情報センターを開発本部に加えるべきである。

調査課と情報センターの業務は次のとおりとする。

調査課： 自社技術による技術開発を担当する。

情報センター： 技術情報を集め社内に情報を伝達する他、他社からの技術導入検討を担当する。

4.3 技術報告書

現状分析

生産現場で検討された改善事項は、技術報告書として纏められて製造本部生産技術課へ送付され保管される。

問題点

特になし。

4.4 技術情報

現状分析

中華人民共和国および外国の技術情報は、社長直属の情報センターが収集し、関係部門への配布を行なっている。

問題点

特になし。

5. 品質管理

南京化工廠の品質管理に関して、担当部門・体制・人員、分析機器・分析試薬、分析標準書、分析記録およびその管理についての現状分析と問題点は次のとおりである。

5.1 担当部門・体制・人員

品質管理業務は検定分析と工程分析に大別される。

○ 検定分析

工場で使用する原料、燃料等の品質検定および工場で出荷する製品を品質検定する分析業務をいう。

○ 工程分析

製品を生産する工程が正常に運転されているかどうかを調べるため、工程の中間段階で中間製品を分析する業務をいう。

現状分析

- (1) 検定分析は、社長直属の品質管理課が担当している。品質管理課の業務、体制および人員は次のとおりである。

品質管理課	製品標準係	18人
	品質管理課	5人
	品質検査係	50人

- (2) 工程分析は、製造本部に属する9生産現場の分析室で実施している。すなわち工程分析は生産現場が担当している。

問題点

日本でも検定分析は管理部所属の試験課等の名称を持つ課が担当し、工程分析は製造部所属の生産現場で実施しており、南京化工廠の体制で問題はない。

5.2 分析機器・分析試薬

現状分析

- (1) 検定分析を担当する品質管理課が所有する分析機器の種類、数量は次のとおりである。

○ ガスクロマトグラフ	10台
○ 滴定器具	多数
○ PHメーター	2台
○ 比色計	4台

(2) 分析試薬の規格および試薬の管理は次のとおりである。

1) 試薬の規格

中華人民共和国規格の特級および1級を適用している。

2) 試薬の管理

試薬の管理は特別な保存倉庫に保管されている。

問題点

特になし。

5.3 分析標準書

現状分析

各生産現場に運転標準書があり、この中に分析標準書も含まれている。

問題点

分析標準書として最小限の内容は記載されており、特に大きな問題はないが改善すべき問題点は次のとおりである。

- (1) 現状では計算式で分析精度上、表示して意味のある桁数が明記されていない。
- (2) 異常分析値が出た場合の取扱い方法が明記されていない。
- (3) 分析業務で取扱う試薬によっては、人体を保護する保護具を着用して分析を実施する必要があるが、保護具の規定が明記されていない。

5.4 分析記録およびその管理

現状分析

- (1) 南京化工廠で使用されている工程分析の記録用紙と顧客に提出される品質証明書を入手した。
- (2) 分析データの管理として、近代的な管理手法としては分析値の偶発的なばらつきか、分析値が異常な値を示しているのかを見わけけるための管理手法として $\bar{x} - R$ 管理図法を採用しているが、南京化工廠ではこの手法は用いられていない。

問題点

- (1) 分析データの管理として近代的な手法が採用されていないためその分析値が異常値であるかどうかの判断が難しい。

6. コスト管理

南京化工廠のコスト管理に関して、担当部門・体制・人員、固定費、変動費および生産原価と販売価格についての現状分析と問題点は次のとおりである。

6.1 担当部門・体制・人員

現状分析

工場のコスト管理は、社長直属組織の財務課が担当しており財務課の体制・人員は課長1人、副課長1人、課員23人の編成である。

問題点

特になし。

6.2 固定費の構成

現状分析

生産現場の固定費は、実績の平均値から次のとおりとなっている。

- 金 利 設備投資金額 $\times$ 3.6 %
- 償 却 費 " $\times$ 6.7 %
- 保 全 費 " $\times$ 6.79 %
- 保 險 " $\times$ 0.6 %
- 人 件 費 人 員 数 $\times$ 1200 元 / 年

問題点

特になし。但し各固定費の費目別に日本の場合と比較すると次のとおりである。

- 金 利

日本の場合には通常設備投資金額 $\times$ 10 % であり、南京化工廠の 3.6 % は非常に低い金利となっている。

- 償 却 費

日本の場合は通常化学工場の場合、償却期間が8年であるため償却費は設備投資金額×12.5%であり南京化工廠の6.7%は非常に低い償却費となっている。

○ 保 全 費

日本の場合も保全費は、設備投資金額×(3-8)%であり南京化工廠の生産設備は腐食性の高い原料、助剤を扱っていることを考慮すると保全費の6.79%の数値は日本並みといえる。

○ 保 険

日本の場合と大差ない。

○ そ の 他

日本では上記項目の他固定資産税(1.6%)を固定費として計上する必要があるが、南京化工廠の場合、固定資産税は後述する物品税(5-20%)に含まれている。

6.3 変動費の構成

現状分析

生産現場の変動費は原料費、用役費、および助剤費から成る。製品1トン当り生産するために必要な原料、用役および助剤を原単位(単位トン/トン)と称し、変動費は原料、用役または助剤の原単位×単価の合計値で示される。南京化工廠で原単位および単価を聴取したが、原単位のデータは得られたものの単価は最近価格の変動が激しいとの理由でデータが入手不可能であった。

問 題 点

特になし。中華人民共和国ベースの単価が得られなかったので、日本ベースの単価を採用し、5対象製品について変動費を計算した。その結果は参考として第V編近代化計画に後述した。

6.4 生産原価と販売価格

現状分析

南京化工廠における製造コスト、生産原価および販売価格の関係は次のとおりである。

○ 製造コスト

生産現場で製品を生産するために必要な費用の合計であり、前述の固定費と変動費の合

計で表わされる。

○ 生産原価

生産原価とは製造コストに工場の管理部門、総務部門および人事部門等の間接部門の経費を加えた原価であり、南京化工廠の場合製造コスト×(110-115)%である。

○ 販売価格

南京化工廠の場合、生産原価に次の項目が加算されて販売価格となる。

販売価格＝生産原価＋利益＋産品税

利 益：通常生産原価×10%である。

産 品 税：産品によって異なるが生産原価×(5-20)%である。

問 題 点

特になし。

7. 教育・訓練

南京化工廠の教育・訓練に関して、担当部門・体制・人員、教育体系・内容、業績評価システム、企業内小集団活動、各種訓練活動についての現状分析と問題点は次のとおりである。

7.1 担当部門・体制・人員

現状分析

南京化工廠の教育担当部門は教育課であり、課長1人、課員19人である。

問題点

特になし。

7.2 教育体系・内容

現状分析

会社の従業員をスタッフ、班長(Shift Chief)、運転員に分割して年2週間-1ヶ月の間、毎日残業により企業内教育を実施している。必要な知識を有する技術者がインストラクターとなる。

問題点

特になし。

7.3 業績評価システム

現状分析

- (1) 運転員から班長への登用等昇進は筆記試験、面接試験により適任者を選定している。
- (2) 従業員に対する表彰制度があり、改善提案等功績があったグループに対して5-1000元/グループの報奨金が与えられる。

問 題 点

特になし。

7.4 企業内小集団活動

現状分析

南京化工廠において企業内小集団活動はQuality Control活動いわゆるQC活動が盛んに行なわれている。昨年の例を示すと改善提案件数は約200件である。

問 題 点

特になし。

7.5 各種訓練活動

現状分析

各種訓練活動として、事故想定訓練、消防訓練等を実施している。

問 題 点

特になし。

8. 設備保安全管理

南京化工廠の設備保安全管理に関して、担当部門・体制・人員、保全基準、日常修理と定期修理、設備保全経費、保全工場、製造設備の更新・新設の基準、予備品管理についての現状分析と問題点は次のとおりである。

8.1 担当部門・体制・人員

現状分析

設備保全は表Ⅲ－１に示すとおり製造本部に属する２課、２工場が担当し人員は５８５人である。

表Ⅲ－１ 設備保全体制・人員

部 門 職 階	電 力 お よ び 機 械 課	修 繕 課			計装・測定 工 場	電気・機械 修理工場	合 計
		機械	修理	土建			
課 長	2	3					5
主 任		2	2	2	2	1	9
技 師	14	4			4	2	24
技術スタッフ	25	40			21	13	99
熟 練 工	25	129			9	52	215
一 般 工		162			32	39	233
合 計	66	344			68	107	585

この他に製造各課に設備保全を担当する従業員が、それぞれ７人～１６人おり合計約１２０人である。従って南京化工廠では合計約７００人が設備保全を担当している。

問 題 点

南京化工廠の規模から推察して約７００人は非常に多過ぎる。日本の場合、南京化工廠と同程度の規模の化学工場では、５０人～１５０人程度である。

南京化工廠の場合、設備投資による建設工事などが無いときには、保全要員の稼働率は非常に低くなる、また新技術の導入、設備の改善、改良などにより各機器の寿命が長くなった

場合は保全量の低減となり、やはり保全要員の稼働率は低下する。

現在の状況においても、保全要員の人件費および保全工事の費用を考慮した総保全経費の製品原価に占める割合は、日本の場合に比較して非常に大きいと推測される。

8.2 保全基準

現状分析

化学工業部の基準を基にした内部基準がある。

問題点

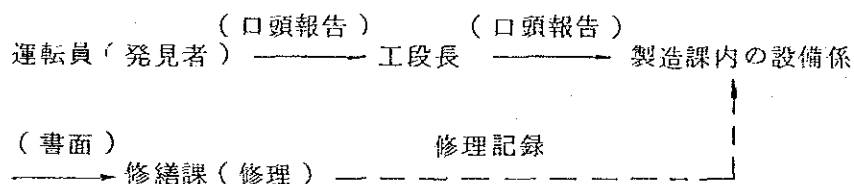
内容は機密事項とのことで開示されなかったため問題点は不明である。

8.3 日常修理と定期修理

現状分析

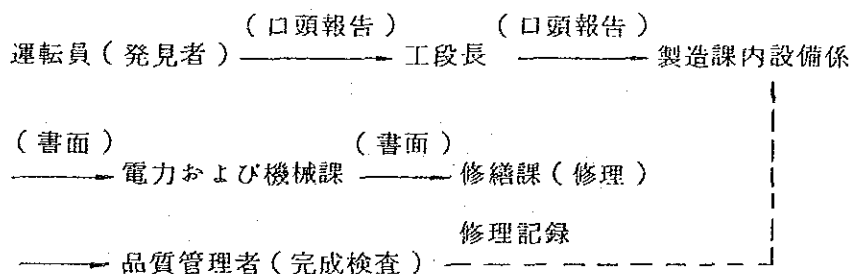
(1) 日常修理は小修理と大修理に区別して下記のごとく実施されている。

1) 小修理



修理記録には運転員および工段長の検収サインがなされ、修理記録は設備係で保管される。

2) 大修理



電力および機械課から修繕課へ作業依頼する過程で工場長と材料係の承認を必要とする。

大修理の場合は、修理完成后品質管理者の完成検査を受け検収サインがなされ、修理記録は設備係に保管される。

(2) 定期修理は設備の運転状況、日常の修理点検状況、保全基準等に基づき、下記のように計画立案、実施される。

1) 工場全体の定期修理の計画は、生産計画、販売計画、労務計画、修理内容等を考慮し、計画課が定修時期、定期期間を計画する。

2) 定期修理内容は設備係が作成し、電力および機械課がとりまとめ工場長の承認を得て、同時に適切な定期修理時期について進言する。

3) 定期修理は毎年1回実施されるが、時期は必ずしも一定していない。

4) 定期修理は原則として各プラント毎に実施される。

5) 次回の定期修理計画は、定期修理を実施した当期の末までに作成して提出する。

提出した計画は次回実施予定時期の3ヶ月前に見直し最終的に決定する。

問題点

特になし。

8.4 設備保全経費

現状分析

設備保全経費は、電力および機械課が管理している。

設備保全経費予算は積み上げ方式によるものではなく、設備建設費（取得価格）の6～7%が年間保全経費として認められている。

問題点

現在、中華人民共和国は、市場メカニズムを取り入れており、今後労働賃金、材料価格等大きく変動するものと思われる。現在においてすでに労働賃金の上昇（過去3年間で60%の上昇率）が見られるように、今後の保全経費は上昇することが予想され、安価な設備建設費を基準とした固定的な経費の設定は、現実的ではないと考えられる。

したがって、保全経費を設備建設費に対する比率で固定する場合は、経済状況に見合った資産の再評価をする必要がある。

あるいは、保全経費は全て実勢見合いの積み上げ予算を作成し、原価管理上の上限を設定し、予算管理をするべきである。

8.5 保全工場

現状分析

保全工場における機械工作、製缶、木工、配管工事などに必要な、主な機械類は表Ⅲ－２のとおりである。

表Ⅲ－２ 保全工場機械

機 械 名	概 略 仕 様	数 量	機 械 名	概 略 仕 様	数 量
板 巻 機	2000×20t, 1200×12t	4台	の こ 盤		1台
シャーリング	1600×16t	2台	ホ ブ 盤		1台
側フライス	1800×12t	1台	ク レ ー ン	10T, 5T	3台
プ レ ス	2000×20t	1台	トラッククレーン	16T, 5T	2台
空気ハンマー	12m	3台	フォークリフト	5T, 1T	2台
摩擦プレス	1700 ton	1台	溶 接 機		38台
	80 ton	3台	オ ー プ ン		7台
中 ぐ り 盤	T617, T607	2台	木 工 機 械		5式
旋 盤	C620, C618, C6136	14台	鉄 筋 機 械		5式
旋 盤	C630	2台	真空ポンプ		1台
旋 盤	C61100	1台	空気圧縮機	2W-678	1台
立て削り盤	1200, 1800, 3000	3台	乾 燥 室		1室
ボ ー ル 盤		3台	帯 鋸		1台
平 削 り 盤	1200×4000	1台	円 鋸		1台
平削り フライス盤	1000×3500	1台	パイプベンダー		1台
ラッピング盤	M131	2台	高圧ポンプ		1台
平面研磨盤		1台	ふ る い		1台
工具研磨盤		2台	溶 鉄 炉		1台
ド リ ル		3台	乾 燥 釜		151台

問 題 点

日本の化学工場が一般的に保有している保全機器の量に比べて、南京化工廠の保有している保全機器は、種類および数量ともに非常に多い。

今後設備投資などが多ければ、内作加工を多くして稼働率を上げることは可能であるが、設備投資が少なくなった場合、保全用のみでは稼働率は非常に低くなり、経済的ではない。

したがって、将来は機械加工、製缶などは極力外注化して、内作は緊急用に備える程度の必要最小限に縮小して、原価構成のうちの固定費負担分を低減することが望ましい。また、保全機器の縮小によって保全工場敷地が余剰となった場合は、この敷地を生産設備用として転用することも可能になる。

もしこのような縮小が不可能な場合は、他の工廠の機器製作を受注し積極的に収入を得ることを図るべきである。

8.6 製造設備の更新・新設の基準

現状分析

製造設備の更新、新設は次のような基準による。

- (1) 製品の品質規格が維持出来なくなった場合
- (2) 新技術が出現した場合

問 題 点

一般に製造設備があまりに古くなると、保全経費が上がり、むしろ製造設備を新設した方が、製造原価が安くなる場合がある。

従って上記(1)、(2)の場合に加え保全経費に視点を置いて製造設備の更新、新設も検討する必要がある。

8.7 予備品管理

現状分析

予備品管理は電力および機械課が担当している。

予備品は次のように区分して管理されている。

- 各製造設備に共通な予備品
- 各製造設備固有の予備品
- 非標準設備の予備品
- 事故予備品（保険的な予備品）

予備品はそれぞれ、予備品の納期を考慮して適正在庫を設定した発注点管理に基づいて調達されている。

過剰在庫対策は、在庫金額の上限を設定し上限を超過した場合は、罰則が与えられるという方法を取っている。

問題点

予備品の規格が多数あり、管理および調達が繁雑である。これは設備、機械、機器などを多数国から購入していることと、内作または国産品を購入する場合も規格を統一させていないことによるものである。

早急に規格を統一する必要がある。

9. 調 達 管 理

南京化工廠の調達管理に関して担当部門・体制・人員，調達計画，調達予算，納期管理，受入検査，調達業務に関する帳簿・伝票類についての現状分析と問題点は次のとおりである。

9.1 担当部門・体制・人員

現状分析

南京化工廠で必要な原料，材料の調達は，供給・市場課が担当している。供給・市場課の体制は課長1人，副課長1人，課員50人の編成である。

問 題 点

特になし。

9.2 調達計画

現状分析

年次の調達計画は，先ず各生産現場から計画課宛希望する原料，材料の量を連絡する。計画課は工場の生産計画を前提として各生産現場からの要求量を検討の上，工場全体の必要量を纏め供給・市場課へ連絡する。

問 題 点

特になし。

9.3 調達予算

現状分析

調達予算の作成は工場全体予算の立場から財務課が作成する。この財務課作成の予算を先ず生産現場に連絡し，生産現場から提出する調達計画の前提資料とする。

問 題 点

特になし。

9.4 納期管理

現状分析

発注した原料・材料の納期管理は、供給・市場課が行なう。但し納期が遅延して問題になった例はあまりない。

問 題 点

特になし。

9.5 受入検査

現状分析

原料・材料の検査は、化学分析を要する品質の検査は品質管理課が行ない、発注した原料・材料の量と受入れた量が適合しているかどうかの確認は倉庫が行なっている。

問 題 点

特になし。

9.6 主要発注先

現状分析

主要な原料であるベンゼン，燃料として使用する重油，石炭等は化学工業部へ発注する。この時期は1年に1回8月に行なっている。

問 題 点

特になし

第Ⅳ編

生 産 工 程

第IV編 生産工程

1. レゾルシン製造設備

1.1 プロセスフロー

現状分析

- (1) プロセスの基本技術はB.I.O.S.レポートに記載された1940年代の西ドイツにおける操業実績をもとにした文献情報である。
- (2) プロセスは前半の反応部分と後半の製品分離部分に大別されるが、操作は回分操作であり、各装置間は直列接続である。

1) 反応部分

スルホン化・中和・アルカリフュージョン・一次酸化・二次酸化とにより構成されているが各々の反応器中での主反応は以下の通りである。

○ スルホン化



○ 中和



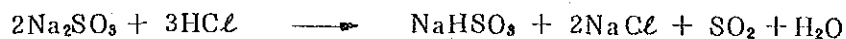
○ アルカリフュージョン



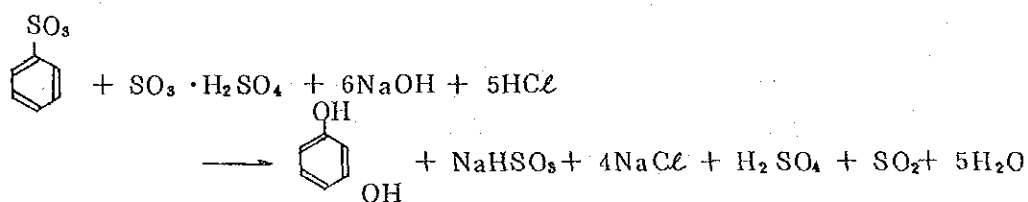
○ 一次酸化



○ 二次酸化



<総合>



2) 製品分離部分

抽出分離・製品蒸留・製品固形化とにより構成されているが、抽剤としてはノルマルブタノールを使用している。

(3) 操作条件

詳細は表Ⅳ－１に示すが、各装置の主要操作条件は以下の通りであり、原料が製品となるまで77時間45分を要する。

1) スルホン化装置

- 反応温度 ; 160℃
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 8時間45分

2) 中和装置

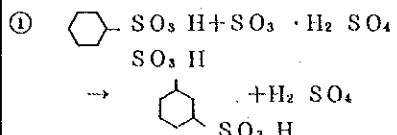
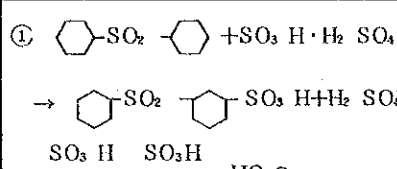
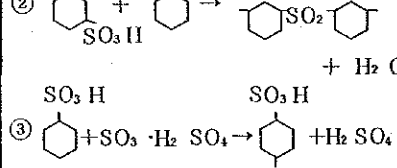
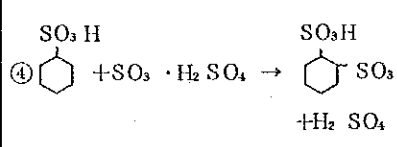
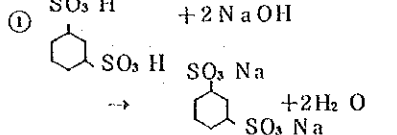
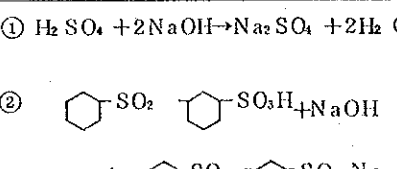
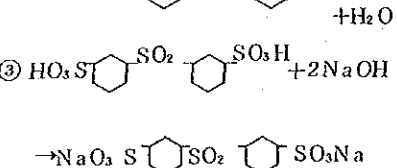
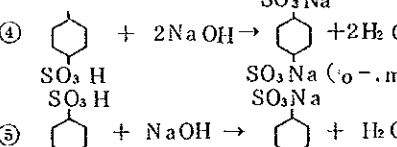
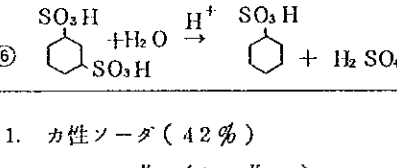
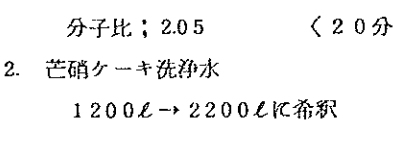
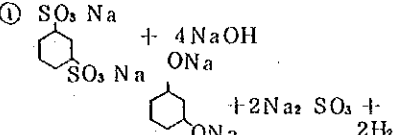
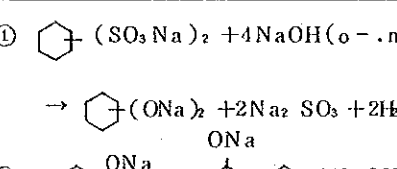
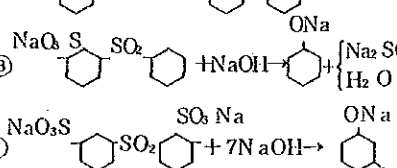
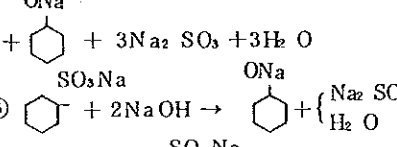
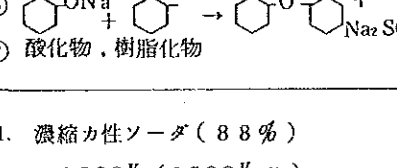
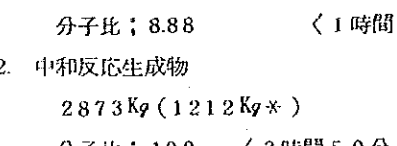
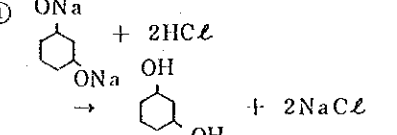
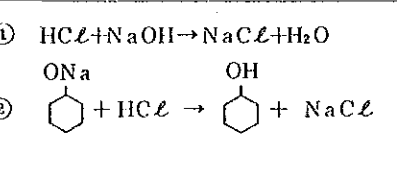
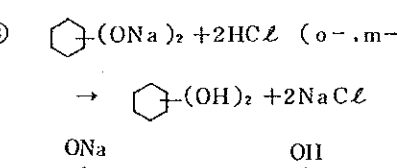
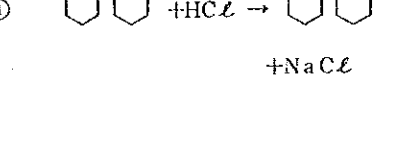
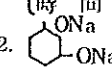
- 反応温度 ; 100℃
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 3時間55分

- 3) 芒硝濾過装置
- 形式 ; 吸引濾過 (-500 mmHg)
 - 総所要時間 ; 3 時間 55 分
- 4) アルカリフュージョン装置
- 反応温度 ; $320-330^{\circ}\text{C}$
 - 反応圧力 ; 常圧
 - 総所要時間 ; 6 時間 30 分
- 5) 希釈装置
- 反応圧力 ; 常圧
 - 総所要時間 ; 1 時間 10 分
- 6) 一次酸化装置
- 反応温度 ; 100°C
 - 反応圧力 ; 常圧
 - 総所要時間 ; 4 時間 5 分
- 7) 亜硫酸ナトリウム濾過装置
- 形式 ; 吸引濾過 (-500 mmHg)
 - 総所要時間 ; 4 時間 15 分
- 8) 二次酸化装置
- 反応温度 ; 40°C
 - 反応圧力 ; 常圧
 - 総所要時間 ; 2 時間 45 分
- 9) 抽出装置
- 形式 ; ノルマルブタノールによる 4 回抽出
 - 総所要時間 ; 5 時間 20 分
- 10) ノルマルブタノール蒸発回収装置
- 操作温度 ; 常温 -145°C
 - 操作圧力 ; -600 mmHg
 - 総所要時間 ; 6 時間 20 分
- 11) 製品蒸留装置
- 初留 ; $110-168^{\circ}\text{C}$, -740 mmHg 以下
 - 二次分留 ; $168-188^{\circ}\text{C}$, -740 mmHg 以下
 - 後留 ; $188-210^{\circ}\text{C}$, -740 mmHg 以下
 - 総所要時間 ; 19 時間 30 分

12) 製品固形化装置

- 形式 ; 軸冷却回転ドラム式
- 総所要時間 ; 5 時間 15 分

表Ⅳ-1 レゾルシン製造設備操作条件

項 目		ス ル ホ ン 化 (R - 1)	中 和 (R - 2)	ア ル カ リ フ ユ ー ジ ョ ン (R - 3 A . B)	一 次 酸 化 (R - 4)	二 次 酸 化 (R - 5)	備 考
槽 型 式	1. 容 量 (m^3) 2. 攪拌方式 (回転数; rpm) 3. 材 質 (付属設備)	3 錨 式 攪 拌 機 (52) 鋳 鉄 (加熱・冷却用ジャケット; $8.3 m^2$)	6 ブ ロ ー 式 攪 拌 機 (52) 炭 素 鋼・セ ラ ミ ッ ク タ イ ル 内 張 り (一)	3 × 2 錨 式 攪 拌 機 (52) 鋳 鉄 (重油加熱炉)	8 錨 式 攪 拌 機 (35) 炭 素 鋼 (冷却用ジャケット; $12 m^2$)	8 エアーバブリング (一) 炭 素 鋼・セ ラ ミ ッ ク タ イ ル 内 張 り (一)	伝熱面積
	1. 主反能 2. 副反応	①  ②  ③  ④ 	①  ②  ③  ④  ⑤  ⑥ 	①  ②  ③  ④  ⑤  ⑥  ⑦ 酸化物・樹脂化物	①  ②  ③  ④ 	① $Na_2 SO_3 + HCl \rightarrow NaHSO_3 + NaCl$ ② $Na_2 SO_3 + 2HCl \rightarrow 2NaCl + H_2 SO_3$ ③ $H_2 SO_3 \rightarrow SO_2 \uparrow + H_2 O$	
仕 込 順 序 等	1. 第 1 成分 2. 第 2 成分 3. 第 3 成分	1. ベンゼンモノスルホン酸 ($\geq 89\%$) 1860 Kg (1660 Kg*) 分子比; 1.00 < 20分 2. 無水芒硝 (97%) 50 Kg (48.5 Kg*) 分子比; 0.033 < 5分 3. 65%発煙硫酸 1640 Kg (SO_3 * 1070 Kg) 分子比; 1.27 < 3時間	1. カ性ソーダ (42%) 1914 Kg (811 Kg*) 分子比; 2.05 < 20分 2. 芒硝ケキ洗浄水 1200ℓ → 2200ℓ に希釈 3. スルホン化生成物 1766 Kg ($H_2 SO_4$ * 969 Kg) 分子比; 1.00 < 2時間30分	1. 濃縮カ性ソーダ (88%) 1693 Kg (1528 Kg*) 分子比; 8.88 < 1時間 2. 中和反応生成物 2873 Kg (1212 Kg*) 分子比; 1.00 < 3時間50分	1. アルカリフュージョン希釈物 4486 Kg (570 Kg*) < 15分 2. 二次酸化装置発生 SO_2 < 1時間 3. 塩酸 (31%) 3040 Kg (943 Kg*) < 2時間30分	1. 一次酸化物 6089 Kg (400 Kg*) < 20分 2. 塩酸 (31%) 409 Kg (127 Kg*) < 30分	*は100%換算 < >; 投入時間
反 応 終 了	1. 反応条件 2. 判定基準 3. 生成物量	1. 温度 160℃ 時間 4時間 (8時間45分) 2. 総酸度; 54-56% 3. 1766 Kg (2240ℓ)	1. 温度 100℃ 時間 35分 (3時間55分) 2. PH; 7-9 3. 3000ℓ	1. 温度 320 - 330℃ 時間 15分 (6時間30分) 2.  含有量 $\geq 12\%$ 3. 3010 Kg (2000ℓ)	1. 温度 100℃ 時間 5分 (4時間5分) 2. PH; 7 3. 6889 Kg	1. 温度 40℃ 時間 30分 (2時間45分) 2. PH; 3 3. 6425 Kg	(); 総所要時間

(4) プロセスフロー

概略フローシートを図Ⅳ－１，詳細フローシートを図Ⅳ－２に示す。

プロセス全体として反応部分は大気開放型であり，また計装制御機器・自動化機器はほとんど見られず手動制御方式となっている。

問題点

問題点については 1.3 以降で個別に述べる。

図 IV-1 レゾルシン製造設備概略フローシート

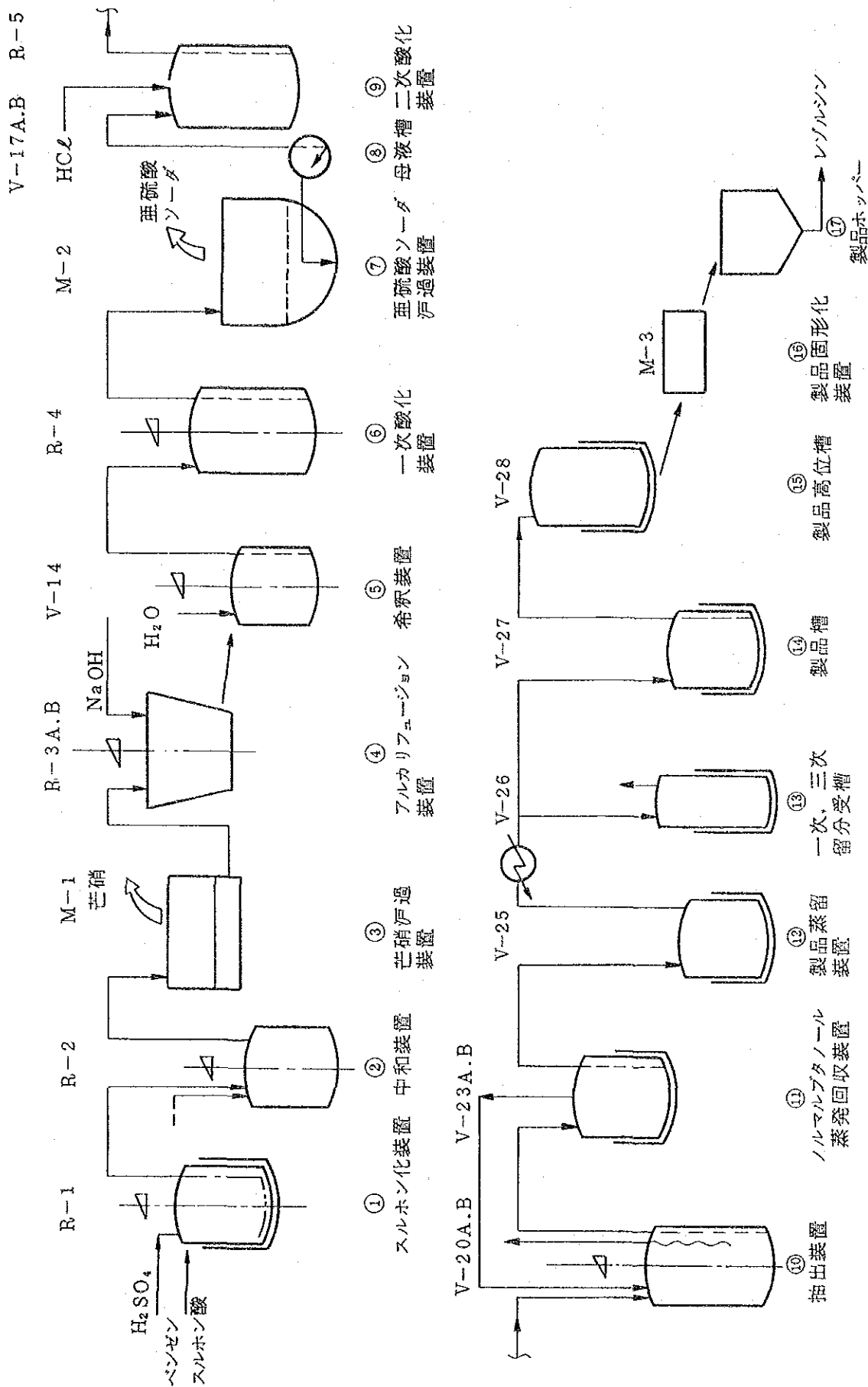
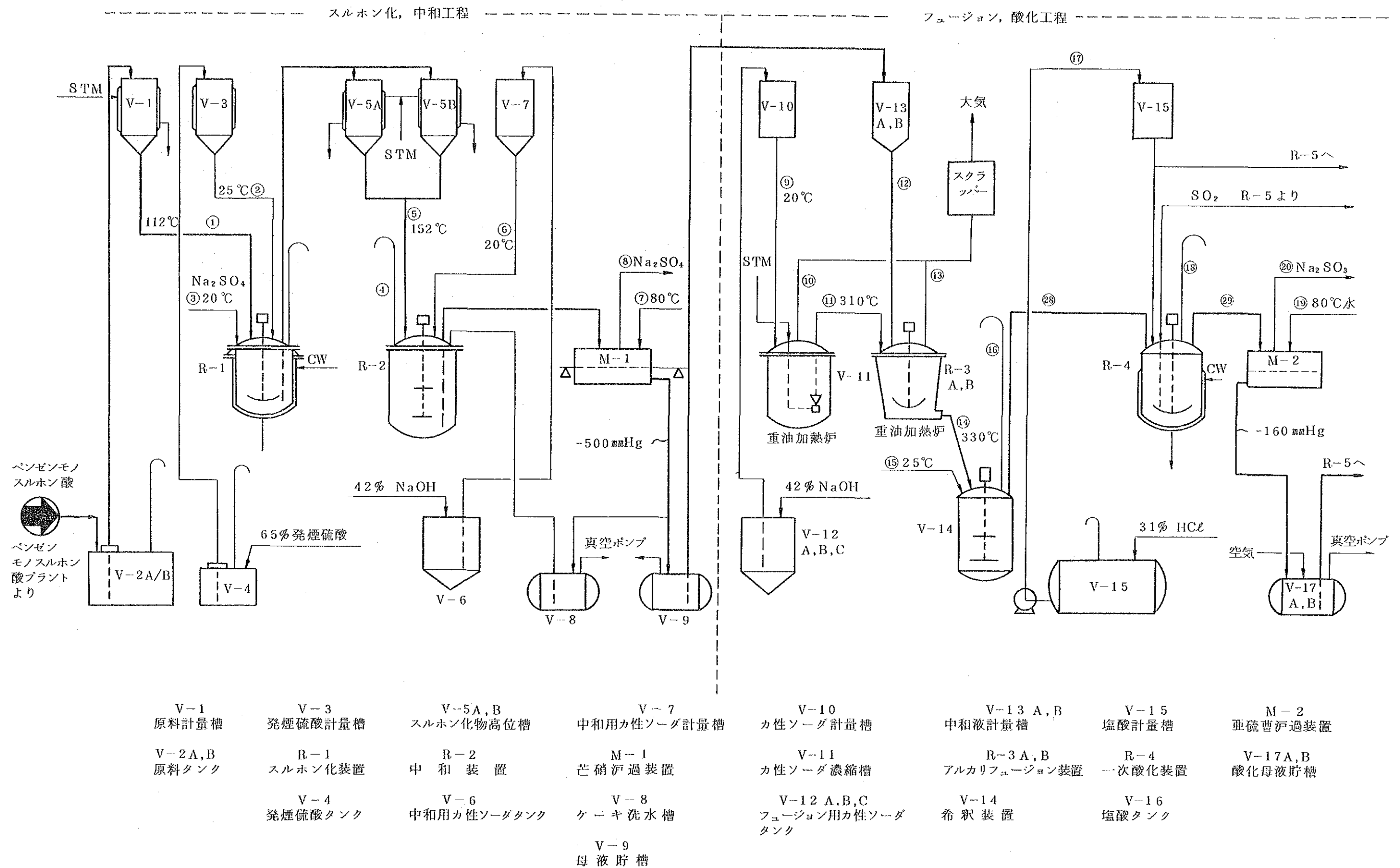
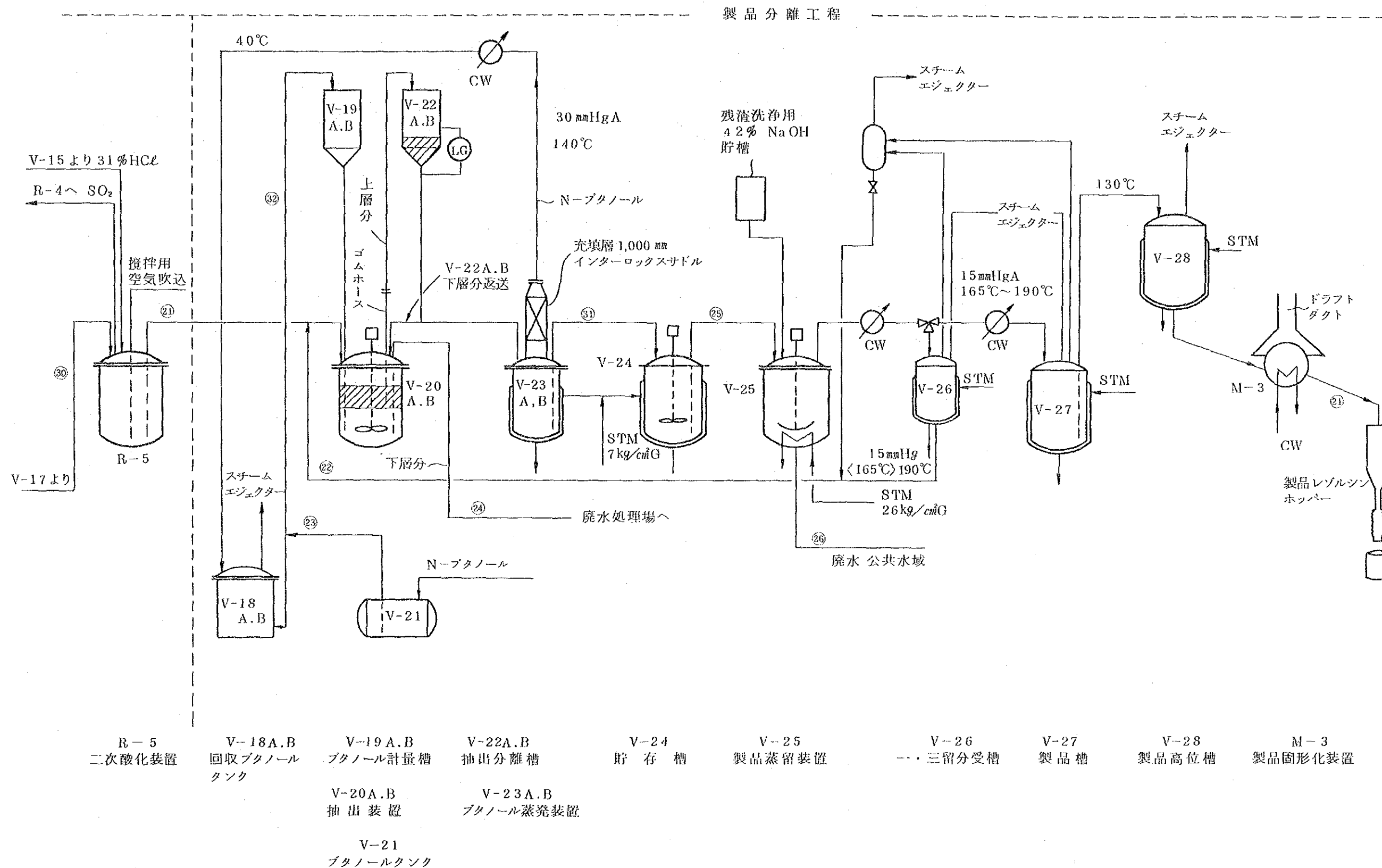


図 IV-2
レゾルシン製造設備詳細フローシート
(その1)



図Ⅳ-2
レゾルシン製造設備詳細フローシート
(その2)



1.2 機 器

現状分析

- (1) 主要機器リストを表Ⅳ－２に、平面配置図を図Ⅳ－３に示す。
- (2) 全機器が中華人民共和国製であり、その一部は南京化工廠内で製作されている。
- (3) カ性ソーダ・硫酸・塩酸等の強酸・強アルカリを使用しているが、特に腐食性を考慮する必要がない部分の材質は鉄製（鋳鉄または炭素鋼），その他の部分はステンレス製またはセラミックタイル内張りとなっている。
- (4) 反応装置は攪拌効果を必要とするものが多く、流体の粘度・腐食性等に対応して錨式・プロペラ式攪拌機または空気吹込バブリング方式を採用している。
- (5) 反応温度制御のために加熱または冷却を必要とするものが多く、スチームまたは冷却水のジャケットにより対応している。また高温を必要とするアルカリフュージョン装置およびカ性ソーダ濃縮装置は重油直火加熱方式を採用している。
- (6) 設備寿命は機器リストに示すように３ヶ月－１０年と差異が大きい。もっとも短寿命の機器はアルカリフュージョン釜の３ヶ月であるが、この値は平均値であり最短の場合には２週間という事例もある。

問 題 点

問題点については 1.3 以降で個別に述べる。

1.3 原単位

現状分析

(1) 原材料原単位

原材料としてベンゼンモノスルホン酸，カ性ソーダ，発煙硫酸，塩酸，ノルマルブタノール，硫酸ナトリウムを以下のとおり使用している。（レゾルシン1トン当り）

- ベンゼンモノスルホン酸（100%換算） ； 2.469トン
- 42%カ性ソーダ（100%カ性ソーダ換算） ； 6.560トン
- 65%発煙硫酸 ； 2.490トン
- 31%塩酸 ； 9.130トン
- ノルマルブタノール ； 0.170トン
- 97%硫酸ナトリウム ； 0.052トン

(2) 副産物原単位

副産物として亜硫酸ナトリウム，芒硝（硫酸ナトリウム）を以下のとおり生産している。（レゾルシン1トン当り）

- 亜硫酸ナトリウム（含有率50%） ； 5.405トン
- 芒硝（含有率70%） ； 2.369トン

(3) 用役原単位

用役として重油，中圧スチーム，低圧スチーム，電気，用水を以下のとおり使用している。（レゾルシン1トン当り）

- 重油 ； 2.752トン ($2.752 \times 10^7 \text{Kcal}$)
 - 中圧スチーム； 2.050トン ($0.216 \times 10^7 \text{Kcal}$)
 - 低圧スチーム； 3.056トン ($2.750 \times 10^7 \text{Kcal}$)
 - 電気 ； 1,383 KWH ($0.394 \times 10^7 \text{Kcal}$)
 - 用水 ； 1,608トン ($0.092 \times 10^7 \text{Kcal}$)
-
- （合計） $6.204 \times 10^7 \text{Kcal}$

なお総合エネルギー利用率は約30%である。

(4) 排出物原単位

主要排出物は以下のとおり発生している。（レゾルシン1トン当り）

- 抽出廃水（液体） ； 20トン（8,880トン／年）
- アルカリフュージョン廃気（気体） ； 0.107トン（47.5トン／年）
- 中和廃気その他（気体） ； 3.05トン（1,354トン／年）
- 残渣 ； 0.59トン（235トン／年）

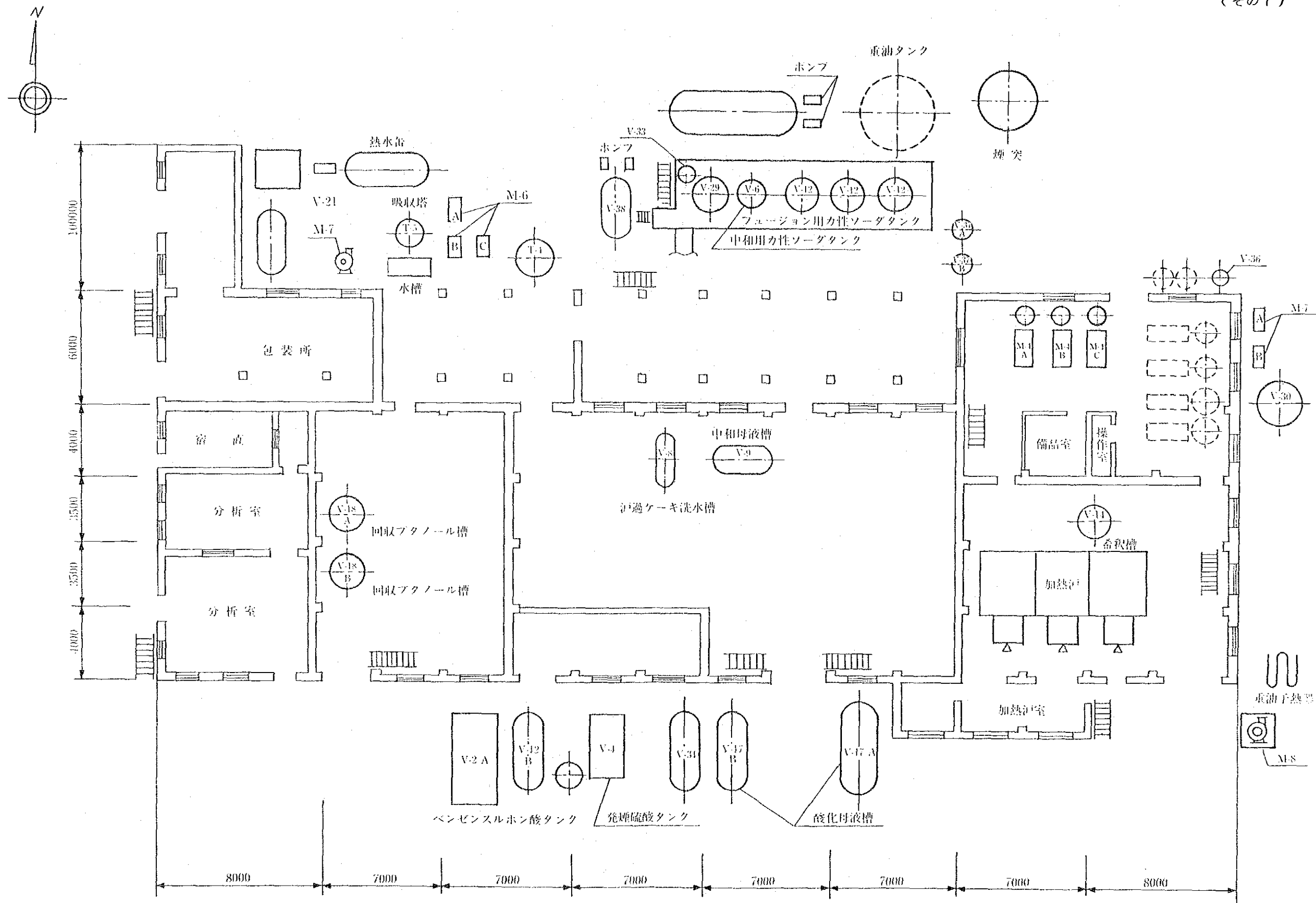
表Ⅳ-2 レゾルシン製造設備機器
仕様一覧表(1/2)

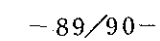
機 器 番 号	機 器 名 称	基 数	仕様番号	仕 様			設 計 条 件							断 熱		設置場所		主 要 附 属 品	備 考 耐用年数
				型 式	主使用材質	能力(容量)	主 要 寸 法 (mm)	取 扱 流 体	圧 力 (kg/cmG)	温 度 (℃)	比 重	粘 度 (CP)	要	否	屋 内	屋 外			
R-1	スルホン化装置	1		縦型攪拌槽	鋳鉄・鋼板	3 m ³	Ø1600×1685×32	ベンゼンスルホン酸 発煙硫酸	3/6.5	160						○		鋳式攪拌機、ジャケット	3年
R-2	中和装置	1		"	鋼板/セラミック	6 m ³	Ø1800×2500×14	ベンゼンスルホン酸 カ性ソーダ	3	130						○		プロペラ式攪拌機	鋼;10年 セラミック;1.5ヶ月
R-3 A・B	アルカリフュージョン装置	2		"	鋳 鉄	3 m ³	Ø1785×1800	フュージョン化物 カ性ソーダ	0	340						○		鋳式攪拌機、加熱炉	3ヶ月
R-4	一次酸化装置	1		"	鋼 板	8 m ³	Ø1800×3400×14	フュージョン化物 塩 酸	3	140						○		鋳式攪拌機、ジャケット	1年
R-5	二次酸化装置	1		縦 型 槽	鋼板/セラミック	8 m ³	Ø1800×3100	レゾルシン塩酸	3	70						○		エア-バブリング	10年
V-1	原料計量槽	1		縦 型 槽	鋼 板	6 m ³	Ø1600×3000×10	ベンゼンスルホン酸	0	110						○			
V-2 A・B	原料タンク	2		横 型 槽	鋼 板	22m ³ /9m ³	Ø2400×5000×14 Ø2000×3600×12	"	0/4	110						○		ジャケット	
V-3	硫酸計量槽	1		縦 型 槽	鋼 板	1.5 m ³	Ø1000×2300×14	発 煙 硫 酸	0	常 温						○			
V-4	発煙硫酸タンク	1		横 型 槽	鋼 板	8 m ³	Ø1800×3500×12	"	0	常 温						○			
V-5 A・B	スルホン化物高位槽	2		縦 型 槽	鋼 板	1.8 m ³	Ø1200×2300×12	スルホン化物	0/4	160						○		ジャケット	
V-6	カ性ソーダタンク	1		"	鋼 板	10 m ³	Ø2000×4000×12	カ性ソーダ	3	常 温						○			
V-7	カ性ソーダ計量槽	1		"	鋼 板	2.8 m ³	Ø1400×1800×10	"	0	常 温						○			
V-8	ケーキ洗水槽	1		横 型 槽	鋼 板	2.5 m ³	Ø1200×2500×10	中和洗水	3/-700 mmHg	100						○			
V-9	母液貯 槽	1		"	鋼 板	4 m ³	Ø1400×2500×12	中 和 液	"	100						○			
V-10	カ性ソーダ計量槽	1		縦 型 槽	鋼 板	1.6 m ³	Ø1100×1700×10	カ性ソーダ	0	常 温						○			
V-11	カ性ソーダ濃縮槽	1		縦 型 槽	鋳 鉄	5 m ³	Ø2000×1910×40	カ性ソーダ	0	340						○		加 熱 炉	1年
V-12 A・B・C	カ性ソーダタンク	3		"	鋼 板	10 m ³	Ø2000×4000×12	"	3	常 温						○			
V-13 A・B	中和液計量槽	2		"	鋼 板	3 m ³	Ø1600×2250×10 Ø1500×2550×8	中 和 液	0/3	130						○		ジャケット	
V-14	希釈装置	1		縦型攪拌槽	鋼 板	8 m ³	Ø2000×3000×12	フュージョン化物	3	150						○		プロペラ式攪拌機	
V-15	塩酸計量槽	1		縦 型 槽	プラスチック	3 m ³	Ø1550×1680×20	塩 酸	0	常 温						○			
V-16	塩酸タンク	1		横 型 槽	FRP	27 m ³	Ø2400×6000×20	"	0	常 温						○			
V-17 A・B	母液貯 槽	2		"	鋼 板	11 m ³	Ø2000×4000×10	酸化物, Na ₂ SO ₃	3/-700 mmHg	100						○		冷却蛇管	
V-18 A・B	回収ブタノールタンク	2		縦 型 槽												○			
V-19 A・B	ブタノール計量槽	2		"												○			
V-20 A・B	抽 出 装 置	2		縦型攪拌槽	鋼板/セラミック	7 m ³	Ø1800×2850	レゾルシン/ブタノール	3	70						○		プロペラ式攪拌機	5年
V-21	ブタノールタンク	1		横 型 槽	鋼 板	4 m ³	Ø1500×2500×12	ブタノール	-700mmHg	常 温						○			
V-22 A・B	抽出分離槽	2		縦 型 槽	鋼板/セラミック	2 m ³	Ø1000×3070×10	レゾルシン/ブタノール	"	"						○			
V-23 A・B	ブタノール蒸発装置	2		"	鋼板/セラミック	2 m ³		"		145						○		ジャケット、加熱銅管	
V-24	貯 存 槽	1		"												○		ジャケット	
V-25	製品蒸留装置	1		縦型攪拌槽	ステンレス	4 m ³	Ø1800×2500×10	レゾルシン	-760mmHg 25	210						○		プロペラ式攪拌機、スチーム加熱	10年
V-26	一次三次留分受槽	1		縦 型 槽												○		ジャケット	
V-27	製 品 槽	1		"												○		ジャケット	

表Ⅳ－２ レジルシン製造設備機器
仕様一覧表(2/2)

[illegible]

図 IV-3 レゾルシン製造設備
平面配置図(1階:±0.00)
(その1)





問題点

(1) 原材料原単位

- ペンゼンモノスルホン酸の原単位 (2.469 トン/トン) は SRI PEP[㊦] レポートの計算値 (1.68 トン/トン), コッパース法の文献値 (1.57 トン/トン), 日本における実績値 (1.99 トン/トン) に比し非常に大きい。なお理論原単位は 1.437 トン/トンである。
- カ性ソーダの原単位 (6.560 トン/トン) は SRI PEP レポートの計算値 (1.654 トン/トン), コッパース法の文献値 (1.584 トン/トン) に比し非常に大きい。なお南京化工廠の採用プロセスにおける理論原単位は 2.180 トン/トンである。

(2) 副産物原単位

- カ性ソーダの原単位が高いことにより亜硫酸ナトリウムの原単位 (100%換算; 2.703 トン/トン), 芒硝の原単位 (100%換算; 1.658 トン/トン) は SRI PEP レポートの計算値 (亜硫酸ナトリウム; 2.381 トン/トン, 芒硝; 0.124 トン/トン) に比し非常に大きい。
なお南京化工廠の採用プロセスにおける理論原単位は各々 0.000 トン/トンである。

(3) 用役原単位

- 総合用役原単位 ($6.204 \times 10^7 \text{Kcal/トン}$) は SRI PEP レポートの計算値 ($3.145 \times 10^7 \text{Kcal/トン}$) の約 2 倍である。

(4) 排出物原単位

- 回分操作 (バッチ) 式であること, 大気開放型であること, (1)~(3) の原単位が大きいこと等により排出物の原単位も大きい。
- SRI PEP レポートによれば排出物の原単位は以下のとおりである。

廃水 ; 0.549 トン/トン (南京化工廠; 20 トン/トン)

廃気 ; 15.65 トン/トン (南京化工廠; 3.157 トン/トン)

残渣 ; 0.288 トン/トン (南京化工廠; 0.529 トン/トン)

(合計); 16.487 トン/トン (南京化工廠; 23.686 トン/トン)

- ㊦; SRI PEP レポートの計算値とは, SRI PEP REPORT No 79 DIHYDROXYBENZENS (SEP. 1972) に記載されたもので特許その他の文献情報に種々の前提を織込んで計算された架空プロセスであるが, 内容的にはコッパース社プロセスに類似のプロセスである。また能力は 4,540 トン/年の連続操作式プロセスである。

1.4 収 率

現状分析

- (1) ベンゼンモノスルホン酸からのレゾルシン収率は58.0%である。
- (2) 装置別の収率は詳細を図Ⅳ-4に示すが概要以下のとおりである。
- | | | |
|---------------|-------|---------------------|
| 1) スルホン化 | 89.9% | (スルホン生成) |
| 2) 中 和 | 92.7% | (芒硝過剰ケーキへの混入) |
| 3) アルカリフュージョン | 86.1% | (重質分の生成) |
| 4) 酸 化 | 95.3% | (亜硫酸ナトリウム, 無機塩への混入) |
| 5) 製品分離 | 84.8% | (蒸留残渣, 抽出ロス) |

総 合 ; 58.0%

なお()内にはロス原因を示した。

問 題 点

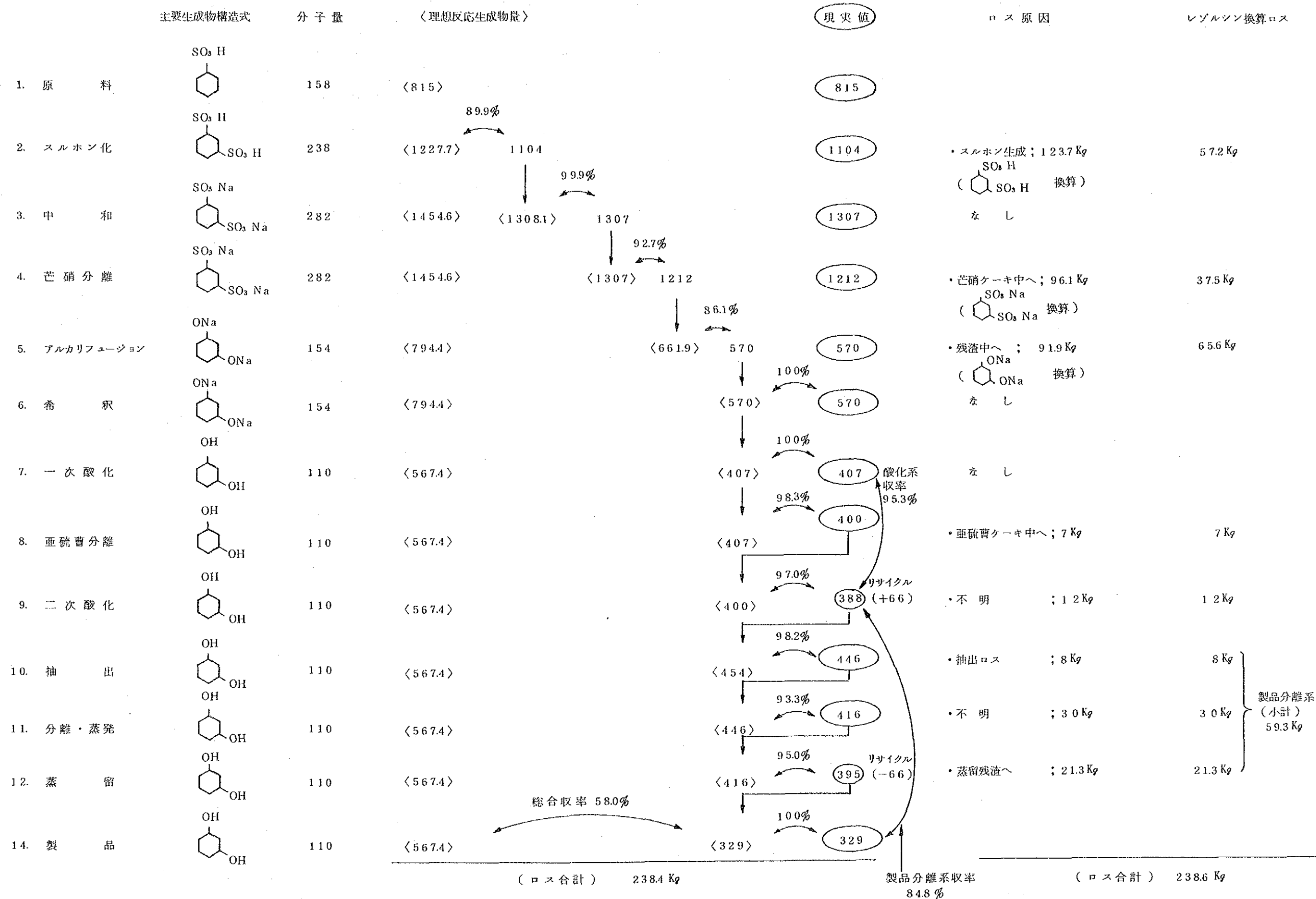
- (1) 総合収率(58.0%)はSRI PEPレポートの計算値(85.5%), コッパース法の文献値(91.5%), 日本における実績値(72.1%)に比し非常に低い。
- (2) 装置別の収率をSRI PEPレポートの計算値, 日本における実績値と比較すると以下のとおりとなる。

	南京化工廠	RRT	日 本
○ スルホン化	89.9%	90.9%	90.0%
○ 中 和	92.7%	100.0%	99.0%
○ アルカリフュージョン	86.1%	99.6%	90.0%
○ 酸 化	95.3%	97.6%	90.0%
○ 製品分離	84.8%	94.6%	
	80.8%	92.3%	
総 合	58.0%	85.5%	72.1%

以上より中和, アルカリフュージョンおよび製品分離における収率向上が必要である。

なお日本における実績値とは回分操作式, 能力1,000トン/年の製造設備の実運転データである。

図Ⅳ-4 レゾルシン収率



1.5 生産能力

現 状

- (1) 設計能力は450トン／年であり、過去5年間の最大生産量は1984年実績の444トン／年であった。
- (2) 年間稼動日数は回分式操作、手動制御方式、機器の補修頻度が高いこと等の理由により300日間である。
- (3) 装置別能力の詳細を図Ⅳ－5に示す。

現在設計能力を律速している装置は製品固形化、製品蒸留、芒硝濾過装置であり、その他の装置は約550トン／年以上の生産能力を保有している。

問 題 点

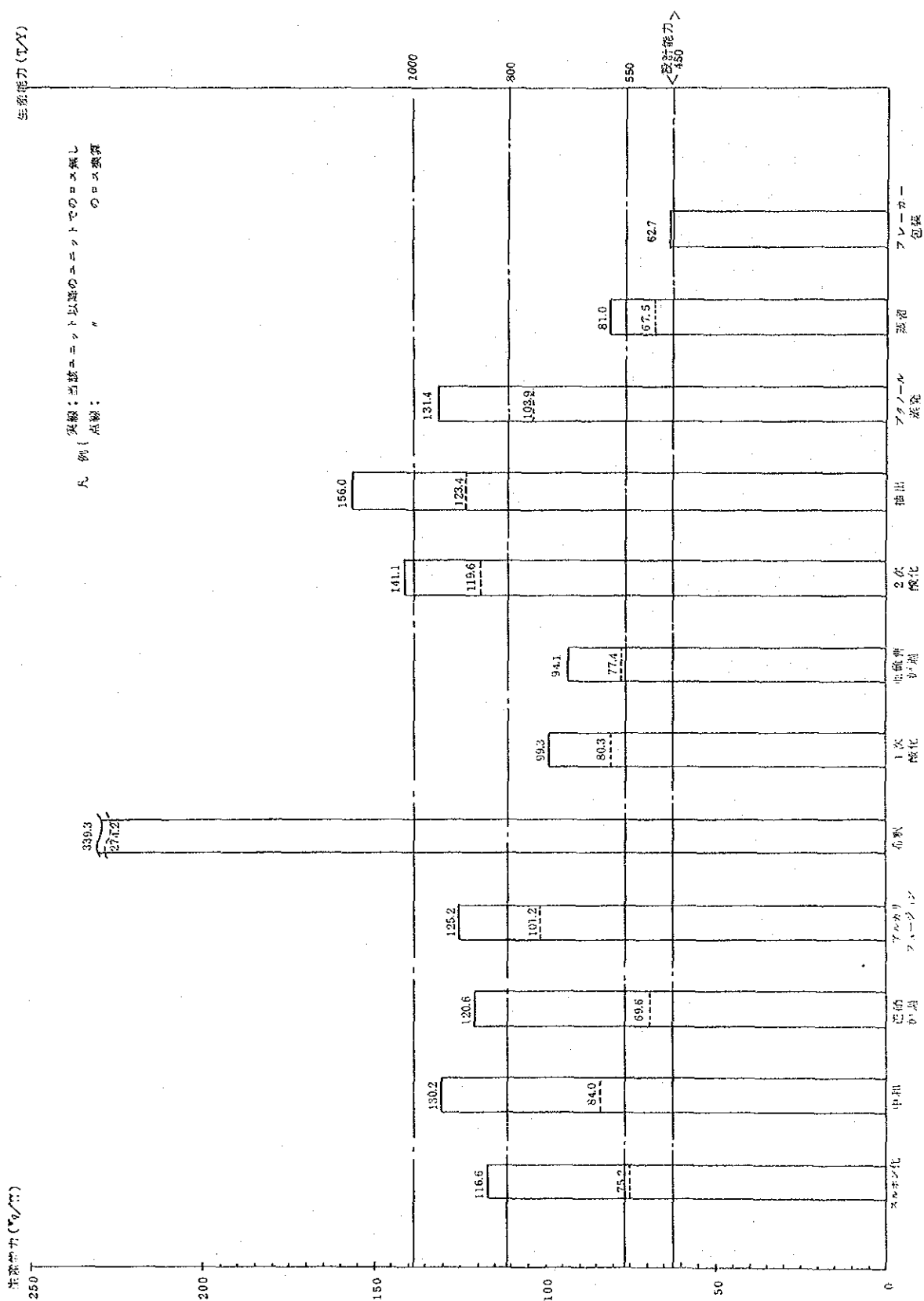
- (1) 南京化工廠の要望は1,000－1,500トン／年へ生産能力を拡大することであるが図Ⅳ－5により明らかなとおり希釈装置を除くすべての装置が能力不足である。
- (2) 各装置におけるロスが大きいため見かけの生産能力と実質生産能力との差異が大きい。
- (3) 各装置の操作時間と全装置の接続方法見直しによる回分操作の時間最適化および年間稼動日数の増加対策が必要である。

1.6 特殊機器

現状分析

- (1) 特殊機器とは固液分離装置等であるがレゾルシン製造設備には芒硝濾過装置、亜硫酸ナトリウム濾過装置および製品固形化装置がある。
- (2)
 - 芒硝濾過装置は吸引濾過（ヌッチェ式）方式であり、濾布には綿製の帆布（濾過面積； 3.6 m^2 ）を使用し真空度は -500 mmHg であり、濾過ケーキとして芒硝を分離している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は3時間55分である。
 - 濾過分離された芒硝中に7.3％ロスに相当するベンゼンジスルホン酸ナトリウムが混入している。

図 IV-5 レゾルシン製造設備装置別生産能力<レゾルシン換算>



- (3) 〇 亜硫酸ナトリウム浚過装置は吸引浚過（ヌッチェ式）方式であり浚布は帆布（浚過面積； 6.25 m^2 ）で、真空度は -500 mmHg である。浚過ケーキとして亜硫酸ナトリウムを分離している。
- 〇 操作はすべて手動操作であり総所要時間は4時間15分である。
 - 〇 浚過分離された亜硫酸ナトリウム中に1.7%ロスに相当するレゾルシンが混入している。
- (4) 〇 製品固形化装置は内部に冷却水を通入した回転ドラム式であり、ドラム表面に液状製品を撒布し膜状固形物を形成した後、掻取器でフレーク状の製品を得る。
- 〇 大気開放式である。
 - 〇 製品の包装は下部のダクト（先端綿布バッグ付）より人力で各ドラムに充填している。
 - 〇 総所要時間は5時間である。

問題点

- (1) 芒硝浚過装置の問題点は以下のとおりである。
- 〇 操作所要時間が長い。
 - 〇 中間原料のロスが大きい。
 - 〇 手動操作であるため操作が繁雑である。
- (2) 亜硫酸ナトリウム浚過装置の問題点は以下のとおりである。
- 〇 操作所要時間が長い。
 - 〇 製品のロスが大きい。
 - 〇 手動操作であるため操作が繁雑である。
- (3) 製品固形化装置の問題点は以下のとおりである。
- 〇 開放型のため製品々質の悪化原因となる。
 - 〇 開放型かつ手動操作であるため、操作が繁雑であると同時に作業環境の改善が必要である。

1.7 設備の腐食・損傷

現状分析

- (1) 反応成分として発煙硫酸・硫酸・塩酸およびカ性ソーダ等の強酸・強アルカリを使用しており腐食が生じやすい。
- (2) レゾルシン製造設備の中で腐食・損傷に対する条件が厳しい装置には、中和装置、アル

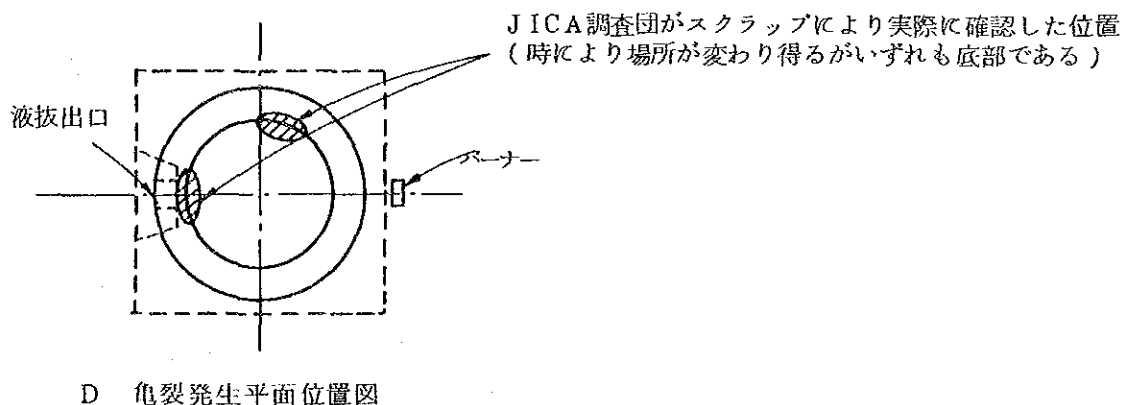
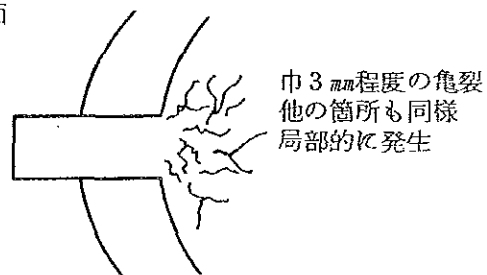
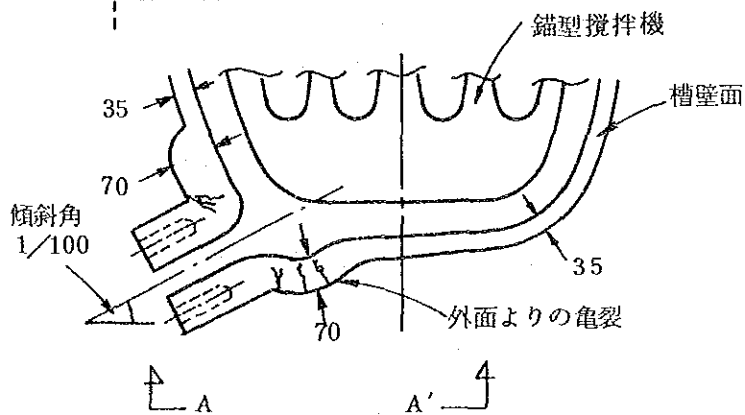
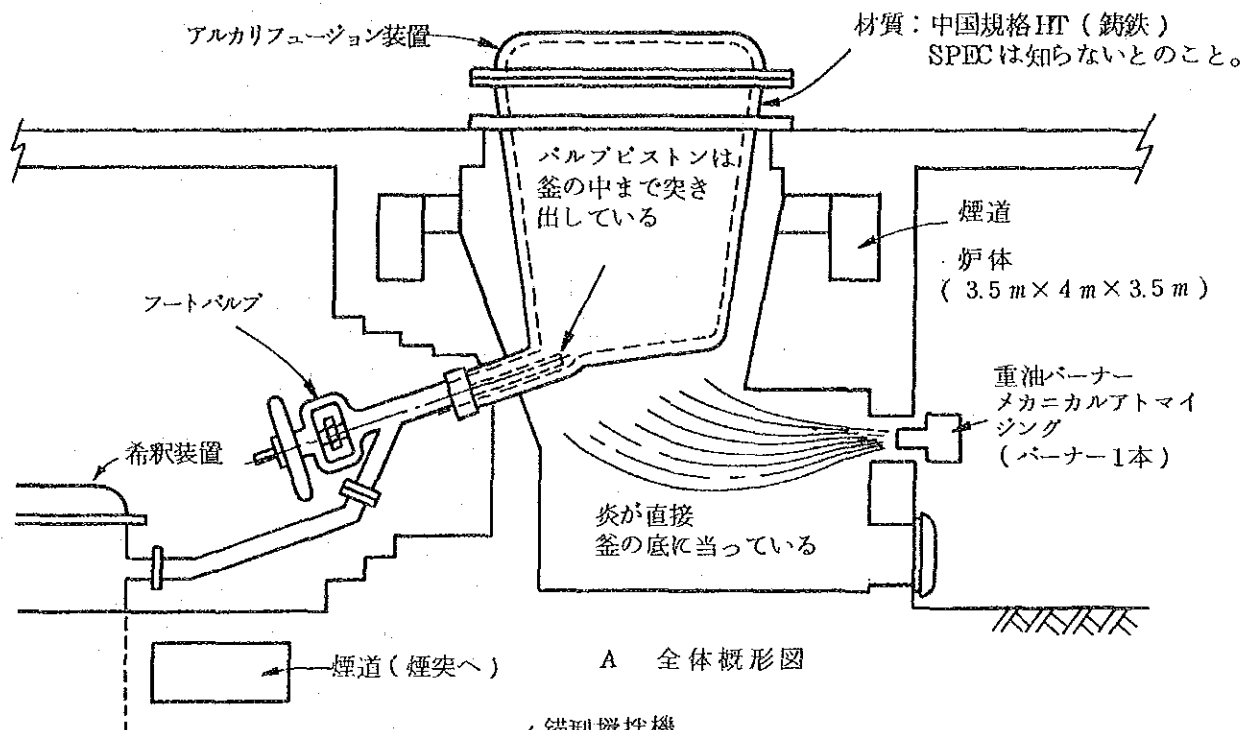
カリフュージョン装置があり現地調査時にもアルカリフュージョン装置の破損事故があった。

- (3) 中和装置は鋼製で内面に厚さ15mmの耐酸タイルを二層内張りした内容積6m³の搅拌槽である。
- 中和剤としてカ性ソーダを先に投入するため当初は強アルカリ性である。
 - 反応温度は約100℃, PH値は反応開始時14, 終点時7-9であって反応時間は約3時間である。
 - 耐酸タイルは局部的に約1.5ヶ月で剝離するため都度部分的に張替え補修している。また1年に1回全面的に張替え補修している。
 - 耐酸タイル自体には顕著な腐食は見られない。
- (4) アルカリフュージョン装置は鋳鉄製で内容積3m³の搅拌槽2基を保有している。
- 反応温度は約330℃であり, 加熱方式は重油燃焼直火加熱である。
 - 加熱用の炉は1基ごとに1炉保有しており, バーナー側面は巾3.5m・高さ4mで奥行3.5mである。なおバーナーは1本/1炉で噴霧用気体(空気・スチーム等)は使用していない。
 - 損傷による槽の交換頻度は平均3ヶ月であるが, 最短の場合は2週間という例もあった。
 - 損傷状況は図Ⅳ-6のとおりであり, 槽底部の生成物抜きノズル付近の外周より亀裂が発生・成長し内部まで貫通しており, 明らかに熱応力に起因している。
 - 腐食進行速度は年間5mmであり寿命決定因子ではない。
 - 錨式搅拌機にも損傷が発生している。

問題点

- (1) 中和装置の問題点は以下のとおりである。
- 耐酸タイル内張りの施工方法, 特に目地材の選定
 - 中和装置内へのカ性ソーダの先行投入による強アルカリ性雰囲気存在
- (2) アルカリフュージョン装置の問題点は以下のとおりである。
- 重油燃焼火炎が槽底部に直接当たっており局所的な高温および侵炭等による組織変化が見られる。
 - 槽の形状特に底部抜きノズル付近の形状。
 - 鋳鉄の材質選定。
 - 鋳物製品の品質上の不揃い。

図Ⅳ－６ アルカリフュージョン装置の腐食・損傷状況



1.8 排出物処理

現状分析

(1) 各装置からの排出物の状況は以下のとおりである。

1) 廃気

- ベンゼンモノスルホン酸貯槽ベントガス；未処理，数量不明
- 発煙硫酸貯槽ベントガス；未処理，数量不明
- ベンゼンモノスルホン酸計量槽ベントガス；未処理，数量不明
- 発煙硫酸計量槽ベントガス；未処理，数量不明
- スルホン化槽ベントガス；未処理，数量・組成不明
- 中和槽ベントガス；未処理，数量 3.09 トン／トン，レゾルシン
(組成) 水蒸気 96%，硫酸 4%
- アルカリフュージョン槽ベントガス；水洗浄塔処理，数量 4.67 トン／トン，レゾルシン
(組成) 水蒸気 96%，カ性ソーダ 4% (水洗浄前)
- カ性ソーダ濃縮槽ベントガス；未処理，数量 6.45 トン／トン，レゾルシン，組成不明
- 希釈槽ベントガス；未処理，0.26 トン／トン，レゾルシン，組成不明
- 一次酸化槽ベントガス；未処理，2.16 トン／トン，レゾルシン
(組成) 塩酸・ SO_2 (硫酸換算) 1.4%，フェノール 0.3%，水蒸気 98.3%

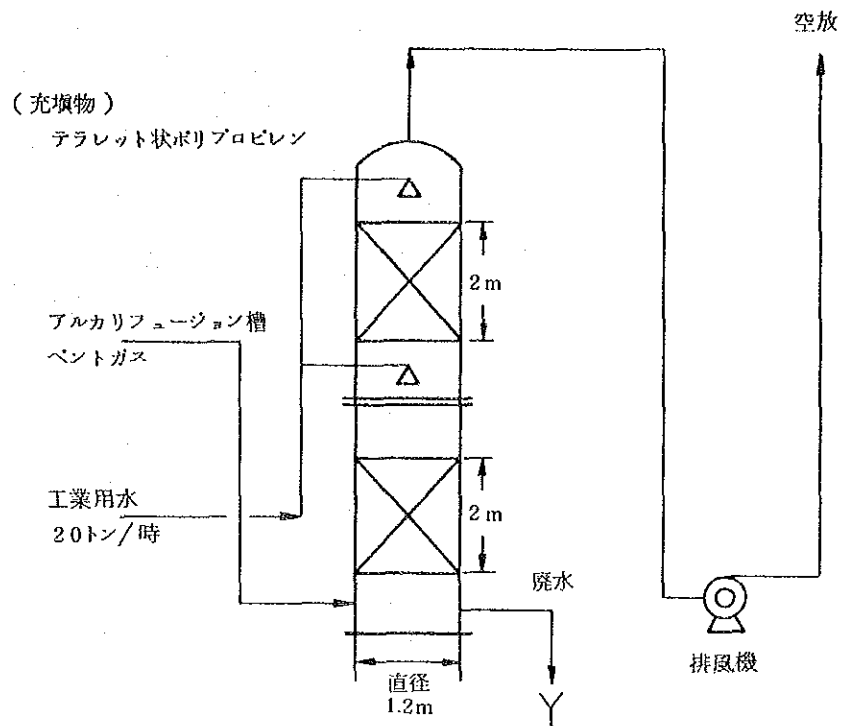
2) 廃水

- 抽出槽廃水；活性汚泥処理，数量 20.0 トン／トン，レゾルシン
(組成) 水 74.0%， NaCl 等 2.27%， NaHSO_3 2.3%，ブタノール 0.8%，レゾルシン 0.1%，残渣他 0.1%
- 蒸留槽廃水；未処理，数量 0.38 トン／トン，レゾルシン
(組成) 残渣他 83.3%，レゾルシン 16.7%
- アルカリフュージョン水洗塔廃水；未処理，数量 20 トン／時，組成不明

(2) レゾルシン製造設備全体が建家内設置のため換気は不十分であり，かつ大気開放型のため抽出装置周辺ではブタノール特有の臭気がある。

(3) アルカリフュージョン槽ベントガス水洗塔は図Ⅳ-7のとおりであり，工業用水で洗浄した後ベントガスは空放，廃水は公共用水域に放流している。

図Ⅳ－７ ベントガス水洗塔



問題点

- (1) ほとんどの装置が屋内設置にもかかわらず大気開放型のため可燃性ガスあるいは有害ガスの漏洩が避けられない。従って可燃性ガスには窒素シール，有害ガスには除害システム（洗浄塔等）の設置が必要である。
- (2) アルカリフュージョン槽ベントガス水洗塔は大量の工業用水を使用している。また補集された少量のカ性ソーダを含む廃水を公共用水域に放流しているので，ベントガス中のカ性ソーダの回収およびその有効利用が必要である。
- (3) 抽出槽廃水の量が多いが数量低減のためには各反応装置および戸過装置の合理化が必要である。

1.9 品質管理

現状分析

- (1) 全般的に見て分析機器・分析手法が未確立のものが多く分析不可能項目が多い。また、分析所要時間も多大なため分析結果の設備運転に対するフィードバックが不十分である。
- (2) 製品レゾルシンは空気中で容易にオレンジ色に変色し、かつ特有の異臭を保有する。なお原因は未解明である。
- (3) スルホン化・アルカリフュージョン反応では多種類の副反応が存在し異性体を生成するが、その定量方法は未確立である。
- (4) 中和装置・アルカリフュージョン装置で使用されているカ性ソーダは南京化工廠製であるが約2WT%のNaClを含んでいる。

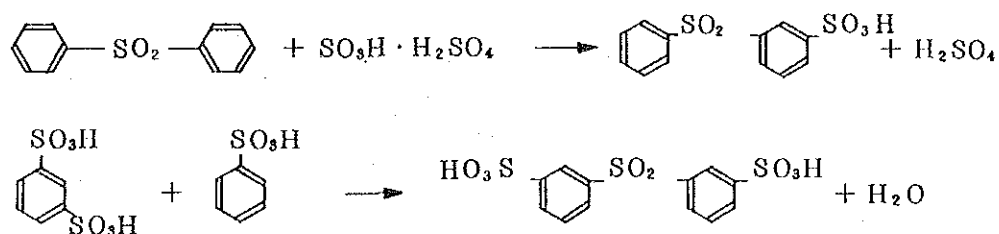
問題点

- (1) 分析機器・分析手法の高度化・迅速化が必要である。
- (2) 製品々質の劣化は不純物が原因している。不純物の生成はアルカリフュージョン装置以降での空気酸化・熱履歴に起因するものが多いと見られ、総合的見直しが必要である。
- (3) スルホン化・アルカリフュージョン反応での異性体の定量による副反応の抑制（反応の最適化）が必要である。なお異性体の定量化手法が可能になれば実験室規模での小規模実験結果と実用装置の運転結果との相関が明確になって、反応の最適化に対する機動力が増す。
- (4) カ性ソーダ中に存在するNaClの濃度（2WT%）は日本で使用されているNaClの濃度（0.4WT%以下）に比較して大きく、装置の腐食または製品々質上好ましくない。

1.10 スルホン化装置

現状分析

- (1) 副反応が以下のとおり存在し、ロス原因となっている。



- (2) 原料のベンゼンモノスルホン酸はレゾルシン製造設備以外の製造設備で気相法で製造されている。ベンゼンジスルホン酸生成のためのスルホン化剤は 65% 発煙硫酸を使用している。

問題点

- (1) 主としてスルホンの生成により、10.1%の収率ロスが発生し、収率ロス全体の24%を占めている。
- (2) スルホン化のため発煙硫酸を使用しているが、反応機構上過剰の SO_3 を必要とするため、硫酸自体は未反応のまま残留する。したがって大量の硫酸がスルホン化生成物中に存在し次の中和装置で大量のカ性ソーダによる中和が必要となる。

1.11 アルカリフュージョン装置

現状分析

- (1) 設備の腐食・損傷、排出物処理、品質管理の現状分析および問題点については1.7, 1.8, 1.9項で既述しているのでそれ以外の項目を対象とする。
- (2) カ性ソーダとベンゼンジスルホン酸ナトリウムのモル比が8.9モル倍で、理論値の4.0モル倍に比較し2倍強のカ性ソーダを使用している。この理由は以下のとおりである。
- 内容物の流動性を高める。
 - 壁面への付着物による焼焦げの防止
- (3) 運転操作は20日間程度回分操作を連続して運転した後、装置底部の残渣物を熱水洗浄(約 100°C)する。その後2日間は自然放冷して装置点検後再稼動している。
- (4) 主として重質分の生成により13.9%の収率ロスが発生し、収率ロス全体の27.5%を占めている。
- (5) 底部抜出ノズルに使用されているバルブよりの洩れが存在し1ヶ月に1度交換する。

問題点

- (1) カ性ソーダの使用量低減が必要である。使用量低減が可能であれば一次酸化・二次酸化反応に使用している塩酸の使用量も低減できる。
- (2) 重質分の生成抑制が必要である。重質分の生成は槽底部に火炎が直接当たっているための

局所的過熱と大気開放型による空気酸化等が原因と見られる。

- (3) 断続運転の原因となる残渣物の熱水洗浄は、底部抽出しノズル周辺でのコーキングにより必要となるので、コーキング防止対策が必要である。

1.12 蒸留装置

現状分析

- (1) 抽出装置の現状は以下のとおりである。

- 抽剤としてブタノールを使用し4段抽出を行なっている。1段抽出に要する時間は各々1時間である。
- 攪拌後静置し上層（レゾルシン・ブタノール）を透明塩ビホースにより吸い取る。分離終了の判断は液の色が黄色から白濁に変化することを目視確認することにより行なう。
- 抽出分離槽に移送された上層から、さらに静置沈降により水分を抽出槽に戻す。この操作も覗き窓（サイトグラス）の色を目視確認して行なう。
- 抽出装置の廃水中には約0.2%のレゾルシンと約0.8%のブタノールが含まれている。なお収率ロス率は1.8%であり、収率ロス全体の3.4%に相当する。
- 周辺にはブタノール特有の臭気が充満している。

- (2) 製品蒸留装置の現状は以下のとおりである。

- ブタノール蒸発回収装置よりの原液中に、ブタノールが10.9%含まれているため初留に5時間を要している。
- 蒸留残渣中にレゾルシンが混入し5%の収率ロスを生じており収率ロス全体の8.9%に相当する。

なお蒸留残渣はカ性ソーダ溶液で洗浄後公共用水域へ放流している。現在焼却炉をテスト中であり近い将来は焼却処理を計画している。

- 抽出分離装置－貯存槽－製品蒸留装置間の移送、および製品槽－製品高位槽間の移送は真空吸込式であるが、送出側は大気圧かつ大気開放型であり製品は空気と接触している。
- 製品蒸留装置と製品固形化装置の間にスチームジャケット付きの製品槽と製品高位槽が設置され、製品が約130℃で貯蔵されている。

- (3) 製品固型化装置の現状は以下のとおりである。

- 軸冷却回転ドラム式でありレゾルシンはノズルにより回転ドラム表面に噴射され膜状の固形物が得られる。（大気開放型）
- 固体製品は固型化装置下方のホッパーに貯蔵され、ホッパー下部先端の布バッグより30

kg入りの木箱に人力で包装されている。

問 題 点

- (1) 全体的には蒸留装置部での空気混入は酸化による製品々質の劣化原因となり、窒素シール等によるクローズド化が必要である。
- (2) 抽出装置での上下二層の分離およびブタノール蒸発回収装置でのブタノールの分離が不完全である。抽出溶剤の変更を含む見直しが必要である。また抽出装置、製品蒸留装置でのロス低減も必要である。
- (3) 製品蒸留装置と製品固型化装置間での貯蔵は避ける必要がある。

2. β -ナフトール製造設備

2.1 プロセスフロー

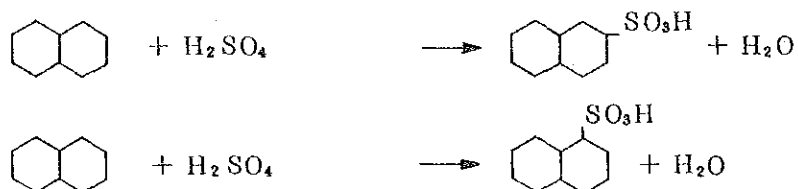
現状分析

- (1) プロセスの基本技術は B. I. O. S. レポートに記載された 1940 年代の西ドイツにおける
操業実績をもとにした文献情報である。
- (2) プロセスは前半の反応部分と後半の製品分離部分に大別されるが、操作は回分操作であ
り、各装置間は直列接続である。

1) 反応部分

スルホン化・加水分解・中和・アルカリフュージョン・酸化により構成されているが、
各々の反応器中での主反応は以下の通りである。

○ スルホン化



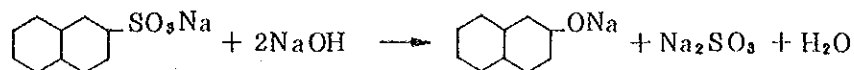
○ 加水分解



○ 中和



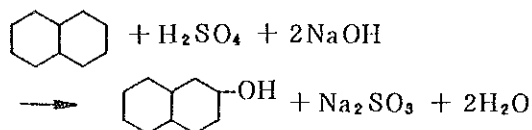
○ アルカリフュージョン



○ 酸化



<総合>



2) 製品分離部分

製品洗浄，製品乾燥，製品蒸留，製品固形化により構成されている。

(3) 操作条件

詳細は表Ⅳ－３に示すが，各装置の主要操作条件は以下の通りであり，原料が製品となるまで５０時間１７分を要する。

1) スルホン化装置

- 反応温度 ; 158－165℃
- 反応圧力 ; 4－6.5 kg/cm²G
- 総所要時間 ; 4時間30分

2) 加水分解／吹蔡装置

- 反応温度 ; 150－155℃ (吹蔡温度120℃)
- 反応圧力 ; 常圧 (吹蔡圧力1－1.5kg/cm²G)
- 総所要時間 ; 4時間50分

3) 中和装置

- 反応温度 ; 85－90℃
- 反応圧力 ; 50－200 mmHg
- 総所要時間 ; 2時間35分

4) 冷却装置

- 操作温度 ; $90 \rightarrow 30^{\circ}\text{C}$
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 4 時間

5) β -ナフタリンスルホン酸ソーダ濾過装置

- 形式 ; 吸引濾過 (-500 mmHg)
- 総所要時間 ; 5 時間 10 分

6) アルカリフュージョン装置

- 反応温度 ; $300-335^{\circ}\text{C}$
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 4 時間 40 分

7) 希釈装置

- 操作温度 ; $335^{\circ}\text{C} \rightarrow 80^{\circ}\text{C}$
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 1 時間 20 分

8) 酸化装置

- 反応温度 ; 80°C
- 反応圧力 ; 400 mmHg
- 総所要時間 ; 2 時間 30 分

9) 一次煮沸

- 操作温度 ; $80-100^{\circ}\text{C}$
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 2 時間 48 分

10) 二次煮沸

- 操作温度 ; 100°C
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 1 時間 1 分

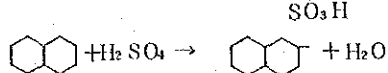
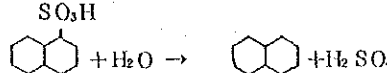
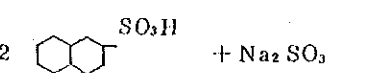
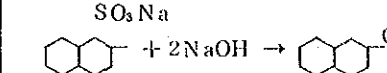
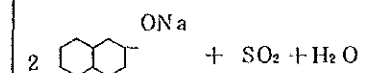
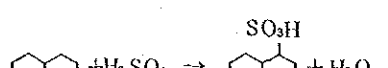
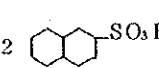
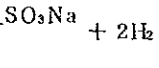
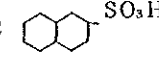
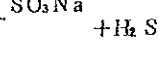
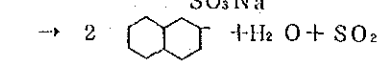
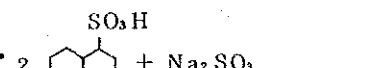
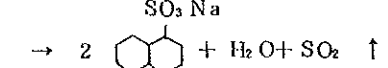
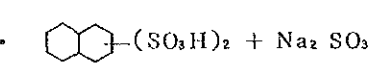
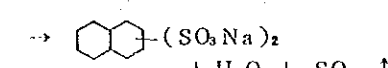
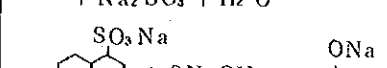
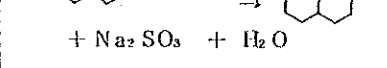
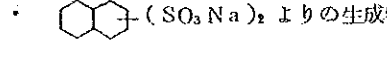
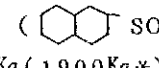
11) 三次煮沸

- 操作温度 ; 100°C
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 1 時間 8 分

12) 乾燥装置

- 操作温度 ; 110°C

表Ⅳ-3 β-ナフトール製造設備操作条件

項目		スルホン化 (R-1 A・B・C)	加水分解／吹蔡 (R-2 A・B・C)	中和 (R-3 A・B・C)	フュージョン (R-4 A・B・C・D)	酸化 (R-5 A・B)	備考
釜型式	1. 容量 (m³)	3 m³×3	8 m³×3	1 2 m³×1, 1 4 m³×2	3 m³×4	1 2 m³×2	
	2. 攪拌方式	錨式攪拌機	プロペラ式攪拌機	プロペラ式攪拌機	錨式攪拌機	プロペラ式攪拌機	
釜型式	3. 材質	52 rpm 鈉鉄／炭素鋼 (スチームジャケット)	52 rpm 炭素鋼・セラミックコーティング	52 rpm 炭素鋼・セラミックコーティング	52 rpm 鈉鉄製 重油直火加熱	52 rpm 炭素鋼・セラミックコーティング	
反応式	主反応						
	副反応	   ・ ナフタリン ジスルホン酸 及びその生成物 ・ SO₂ 生成	(吹蔡) 2 NaOH + H₂SO₄ → Na₂SO₄ + H₂O 2 NaOH + 2  SO₃H → 2  SO₃Na + 2 H₂O Na₂SO₄ + 2  SO₃H → 2  SO₃Na + H₂SO₄	 H₂SO₄ + Na₂SO₃ → Na₂SO₄ + SO₂ ↑ H₂SO₄ + 2 Na₂SO₃ → Na₂SO₄ + 2 NaHSO₃ SO₂ + Na₂SO₃ + H₂O → 2 NaHSO₃  → 2  SO₃Na + H₂O + SO₂ ↑ ・  (SO₃H)₂ + Na₂SO₃ →  (SO₃Na)₂ + H₂O + SO₂ ↑	  ・  (SO₃Na)₂ より生成物 ・ 樹脂化・炭化 液表面；空気酸化 底部；熱反応	2 NaOH + SO₂ → Na₂SO₃ + H₂O ・ Na₂SO₃ + SO₂ + H₂O → 2 NaHSO₃	
仕込順序等	1. 第1成分	1. 工業用ナフタリン (99%) 1488 Kg (1473 Kg ×) 115-125℃→135-140℃	1. スルホン化物 2686 Kg } 水解 2. 水 60ℓ	1. 吹蔡物 3460 kg 負圧 300mmHg	1. 濃縮カ性ソーダ (90%) 845 Kg (760 Kg ×) 分子比 2.3 310℃泡昇温	1. 希釈物 8400 Kg 300mmHg 以上	※ 100%換算
	2. 第2成分	2. 硫酸 (98%) 1243 Kg (※ 1219 Kg) 158-160℃	1. 水解物 2400 Kg } 吹蔡 2. 水 635ℓ 3. カ性ソーダ (42%) 218 Kg (91.3 Kg ×)	2. Na₂SO₃ (16-18%) 6900 Kg 95-100℃	2. 中和物 ( SO₃Na 85%) 2240 Kg (1900 Kg ×) 分子比 1.0 320℃・2.5 HR	2. 中和釜発生 SO₂ 400 Kg	
反応終了	3. 第3成分				3. フュージョン後希釈 圧縮ろ過洗浄水+工水 容量 6500~7500ℓ		
	判定基準	161-165℃・2.5HR 1.0HR 常圧 1.5HR 負圧 (200mmHg) 総酸度 25-27%、遊離硫酸 6.5-8.5% 遊離ナフタリン 4-7% β-ナフトールスルホン酸 75-78% α- " 4-5% 2686kg	(水解) 150-155℃・20HR 総酸度 28-30% β-ナフトールスルホン酸 71-74% 遊離硫酸 10-13% α " 0.3-0.6% (吹蔡) 120℃・1-1.5HR 蔡；微量 総酸度 18-20% (吹蔡) 3450 Kg	85-90℃・50-220mmHg 1.5HR NaHSO₃ ; 2-5%	335℃・1.0HR 遊離 NaOH 2-4% β-ナフトール塩 (β-ナフトール換算) 45% 亜硫酸 34-36% β-ナフトールスルホン酸塩 1.5%以下 2700 Kg (1800ℓ)	80℃・400mmHg 1.5HR NaHSO₃ 1-3% Na₂SO₃ 18-20% 7000±500ℓ	
生成物量							

- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 2 時間 10 分

13) 製品蒸留装置

- 初留 ; 280°C , -680 mmHg
- 二次分留 ; 205°C , -730 mmHg
- 後留 ; 310°C , -780 mmHg
- 総所要時間 ; 8 時間 25 分

14) 製品固形化装置

- 形式 ; 軸冷却回転ドラム式
- 総所要時間 ; 5 時間 10 分

(4) プロセスフロー

概略フローシートを図Ⅳ－8，詳細フローシートを図Ⅳ－9に示す。プロセス全体として反応部分は大部分大気開放型であり，また計装制御機器・自動化機器はほとんど見られず，手動制御方式となっている。

問題点

問題点については 2.3 以後で個別に述べる。

図 W-8 β-ナフトール製造装置概略フローシート

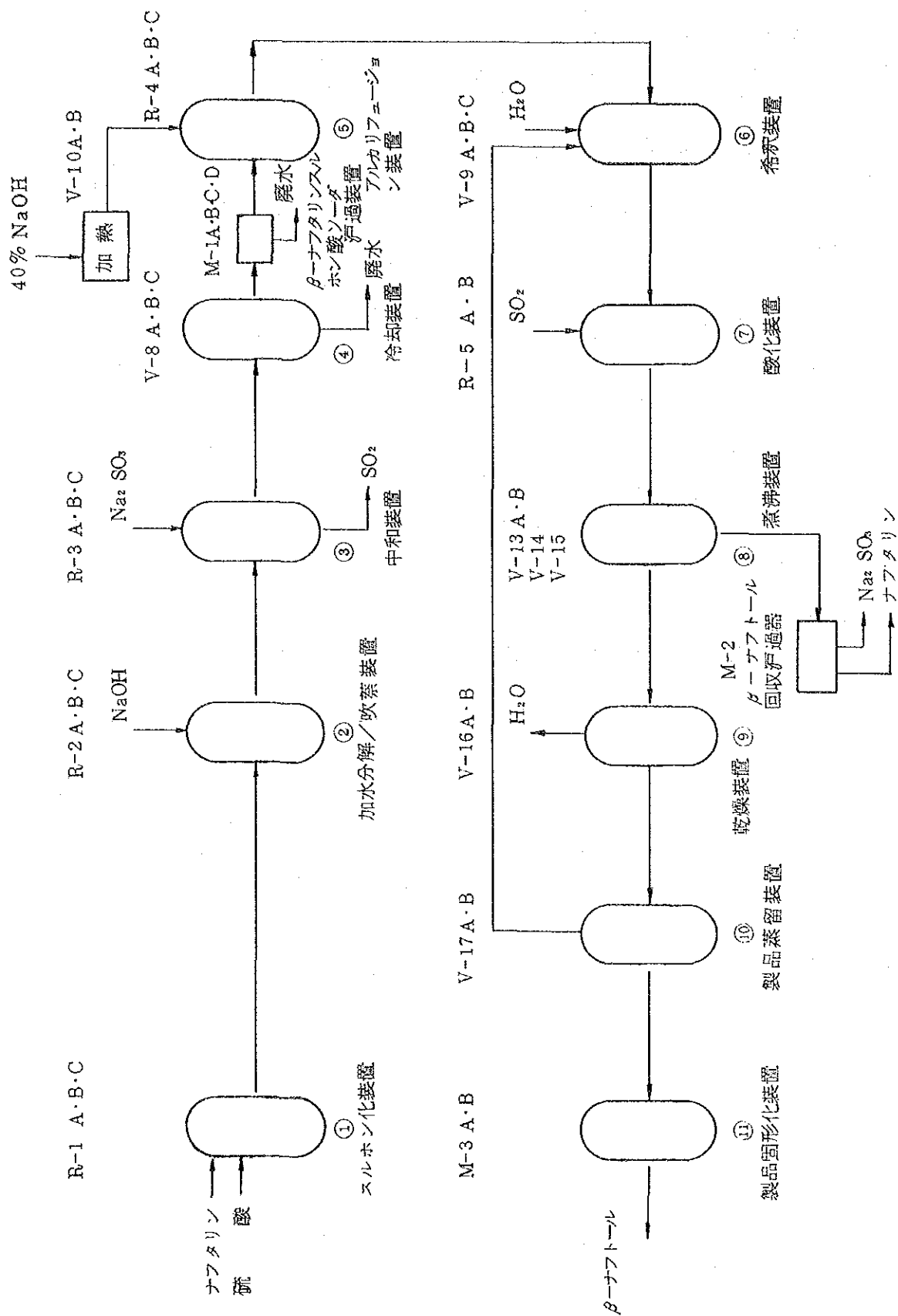
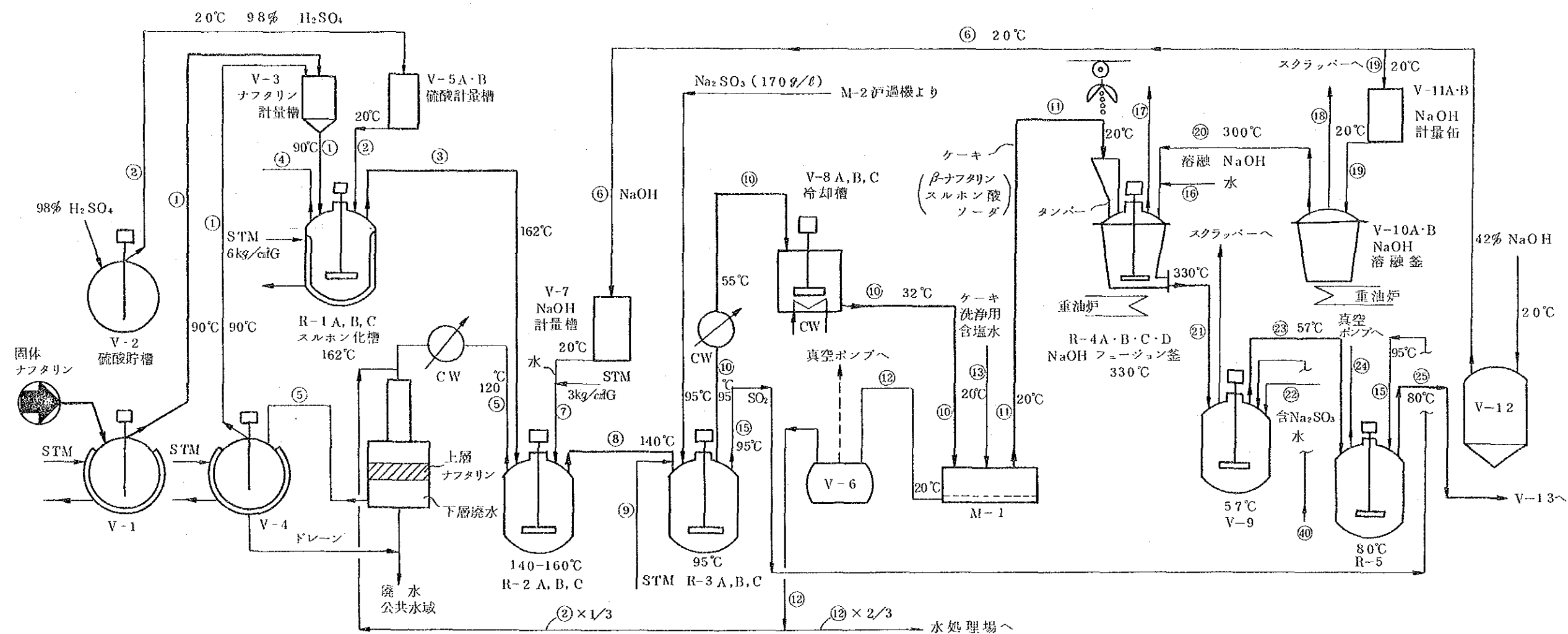
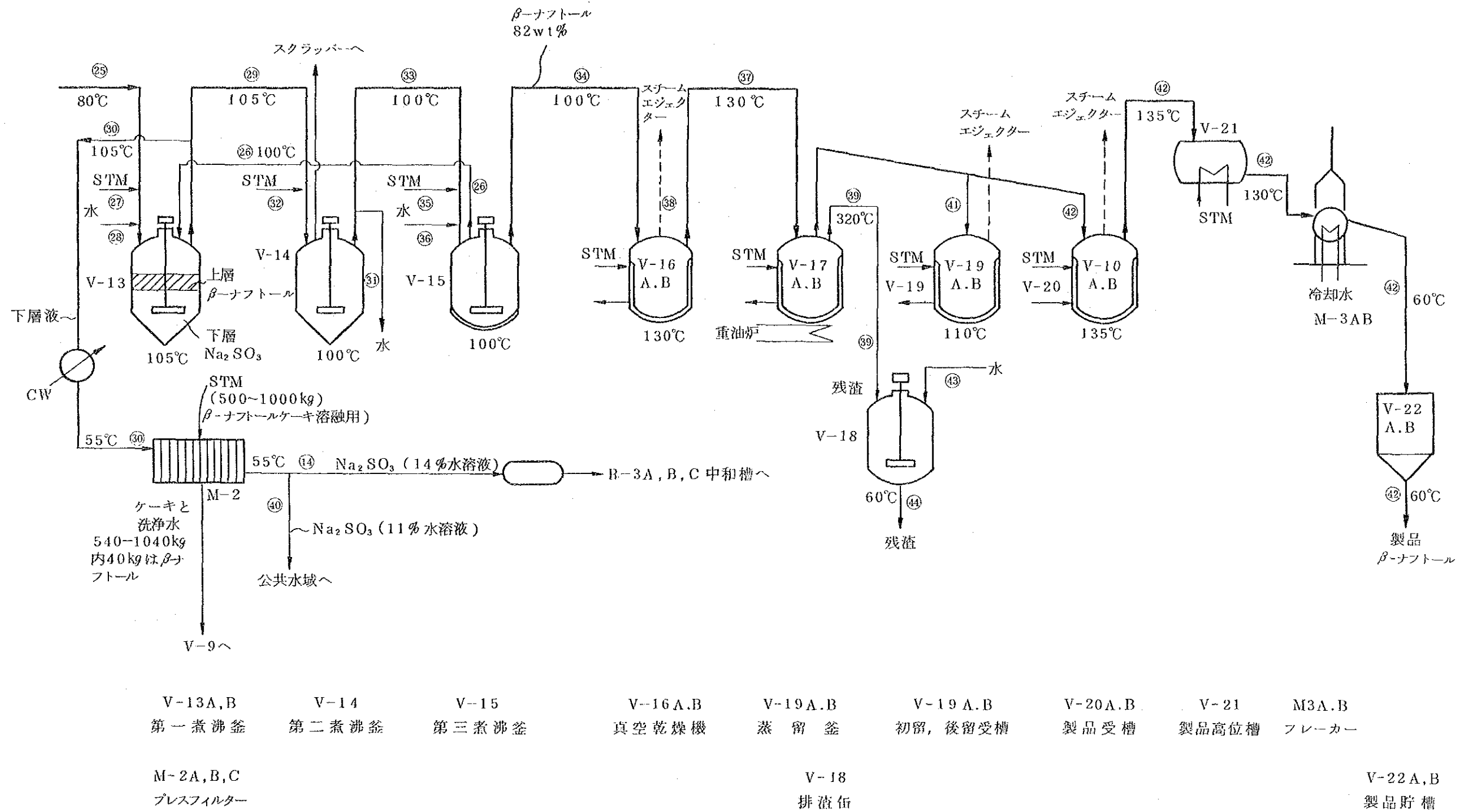


図 IV - 9
β-ナフトール製造設備
プロセスフローシート
(その 1)



V-1	V-4	T-1 A・B・C・D	R-2 A・B・C	R-3 A・B・C	V-6 A・B・C・D	M-1 A・B・C・D	V-9 A・B・C	R-5 A・B	V-12 A・B・C・D
精製ナフタリン 貯槽	回収ナフタリン 貯槽	ナフタリン回収塔	加水分解ナフタリン 追出槽	中和槽	母液洗水槽	真空留過機	希釈槽	酸化槽	苛性ソーダ貯槽

図 IV-9
β-ナフトール製造設備
プロセスフローシート
(その2)



2.2 機 器

現状分析

- (1) 主要機器リストを表Ⅳ－４に、平面配置図を図Ⅳ－１.０に示す。
- (2) 全機器が中華人民共和国製であり、その一部は南京化工廠内で製作されている。
- (3) カ性ソーダ、硫酸等の強酸、強アルカリを使用しているが、特に腐食性を考慮する必要がない部分の材質は鉄製（鋳鉄または炭素鋼）、その他の部分はステンレス製またはセラミックタイル内張りとなっている。
- (4) 反応操置は攪拌効果を必要とするものが多く、流体の粘度・腐食性等に対応して錨式、パドル式攪拌機を採用している。
- (5) 反応温度制御のために加熱または冷却を必要とするものが多く、スチームまたは冷却水のコイルならびに熱交換器により対応している。また高温を必要とするアルカリフュージョン装置およびカ性ソーダ濃縮装置は重油直火熱方式を採用している。
- (6) 設備寿命は機器リストに示すように２ヶ月－３ヶ月という短寿命の機器がある。もっとも短寿命の機器は加水分解反応器のシャフトの２ヶ月であるが、平均寿命３ヶ月のアルカリフュージョン釜は、最短の場合は７－８日という事例もある。

問 題 点

問題点については2.3以後で個別に述べる。