

2.3 原単位

現状分析

(1) 原材料原単位

原材料としてナフタリン，硫酸，カ性ソーダを以下のとおり使用している。(β-ナフトール1トン当り)

- ナフタリン ; 1.148トン
- 98%硫酸 ; 1.170トン
- 42%カ性ソーダ(100%換算) ; 0.800トン

(2) 副産物原単位

副産物は生産していない。

(3) 用役原単位

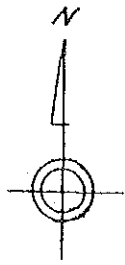
用役として重油，低圧スチーム，電気，用水を以下のとおり使用している。(β-ナフトール1トン当り)

- 重油 ; 0.488トン (4.88×10⁶Kcal)
- 低圧スチーム ; 10.76トン (9.684× ")
- 電気 ; 114KWH (0.325× ")
- 用水 ; 711 トン (0.405× ")

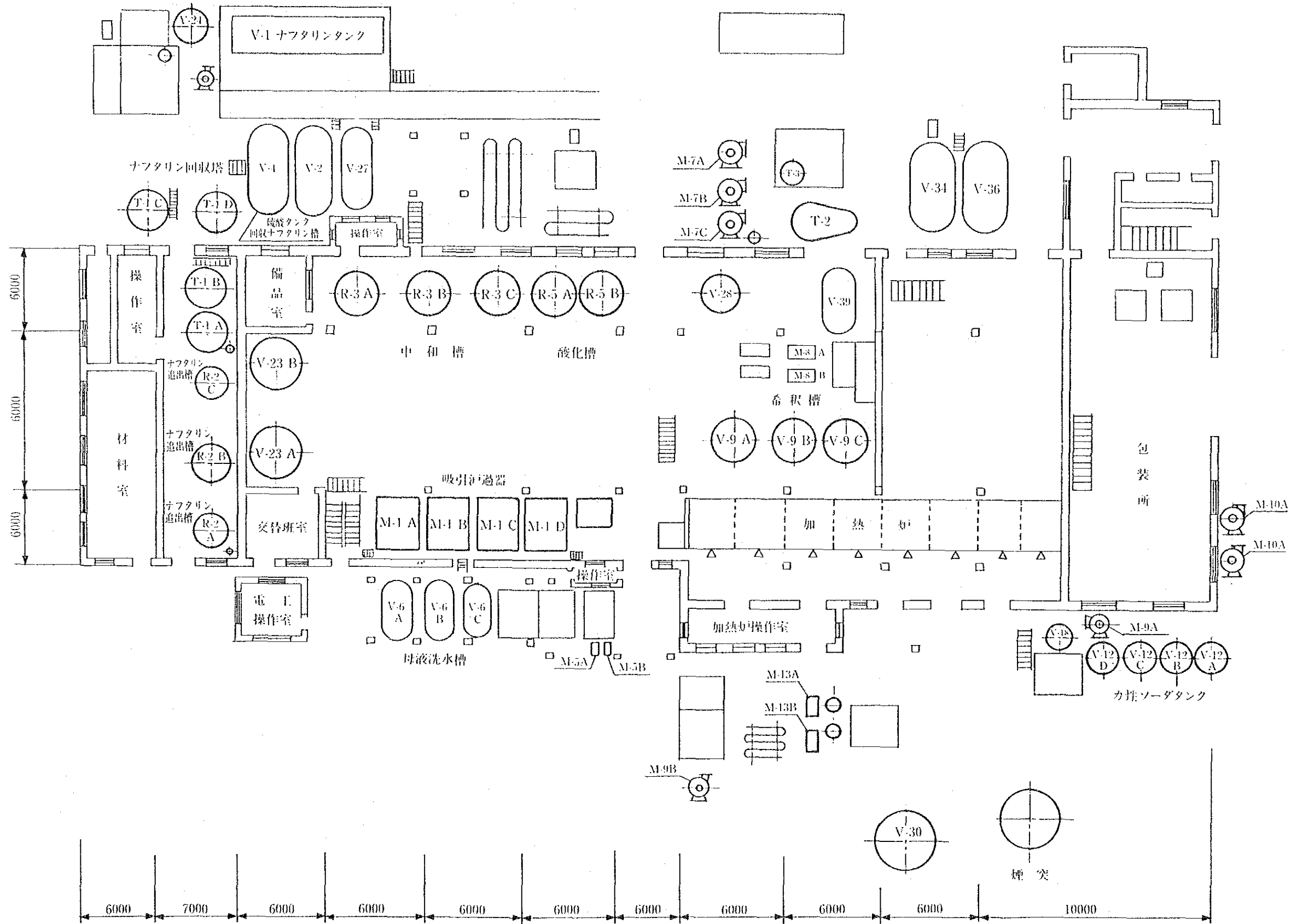
(合計) 1.529×10⁷Kcal

表Ⅳ-4 β-ナフトール製造設備機器仕様一覧表

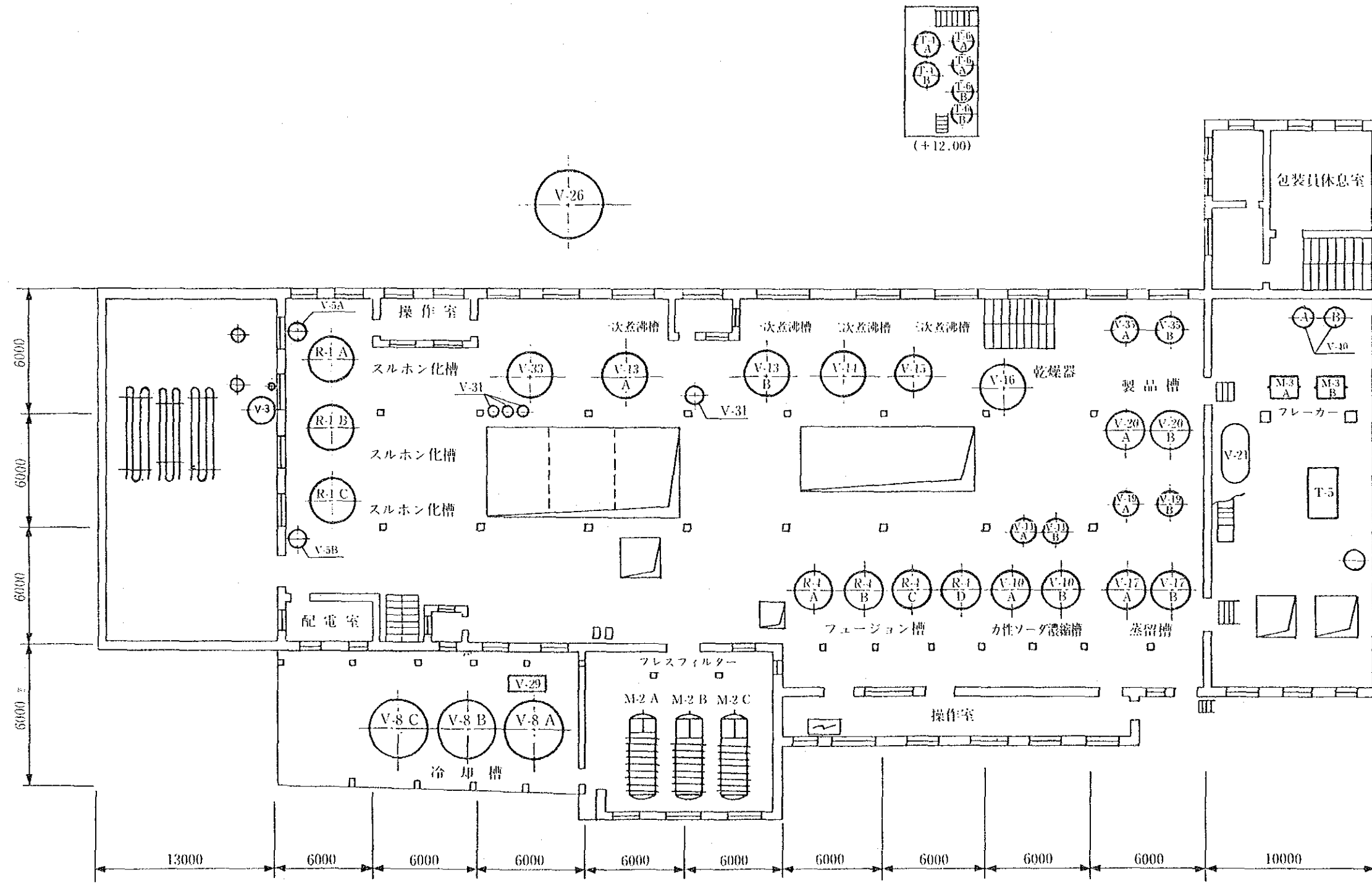
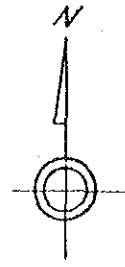
機器番号	機器名称	基数	仕様番号	仕 様			設 計 条 件						断 熱		設置場所		主要附属品	備 考 耐用年数
				型 式	主使用材質	能力(容量)	主要寸法 (mm)	取扱流体	適用法規	圧 力 (kg/cm ² G)	温 度 (°C)	比 重	粘 度 (CP)	要	否	屋 内		
R-1A・B・C	スルホン化装置	3		縦型攪拌槽	鋳鉄・鋼板	3 m ³	Ø1600×1685	ナフタリン、硫酸		2/6.5	165					○	錨式攪拌機・ジャケット	1年
R-2A・B・C	加水分解 吹蒸装置	3		"	鋼板・セラミック	8 m ³	Ø2000×3000×12	βナフタリン スルホン酸		3	165					○	パドル式攪拌機	10年
R-3A	中和装置	1		"	鋼板・セラミック	14 m ³	(A); Ø2600×2800	"		3	165					○	パドル式攪拌機	10年
R-3B・C	"	2		"	"	12 m ³	(B),(C); Ø2400×2912	"		"	"					○	"	
R-4A・B・C・D	アルカリフュージョン装置	4		"	鋳 鉄	3 m ³	Ø1785×1800	フュージョン化物 カ性ソーダ		0	340					○	錨式攪拌機・加熱炉	3ヶ月 (最短7-8日)
R-5A・B	酸化装置	2		"	鋼板・セラミック	12 m ³	Ø2400×2912	フュージョン化物 SO ₂		3	100					○	パドル式攪拌機	10年
V-1	ナフタリン貯槽	1		横 型 槽	鋼 板	23 m ³	Ø1800×9000×14	ナフタリン		0/4	120					○	ジャケット	
V-2	硫酸貯槽	1		"	"	23 m ³	Ø2200×6000×14	硫 酸		0	常温					○		
V-3	ナフタリン計量缶	1		縦 型 槽	"	2.5 m ³	Ø1200×1900×10	ナフタリン		0	120					○		
V-4	回収ナフタリン貯槽	1		横 型 槽	"	10 m ³	Ø1800×4000×12	ナフタリン		0/4	100					○		
V-5A・B	硫酸計量槽	2		縦 型 槽	"	1.2 m ³	Ø1000×1470×10	硫 酸		0	常温					○		
V-6A・B・C・D	母液洗水缶	4		横 型 槽	"	12 m ³	Ø2200×3960×12	母 液		3/300~ 400mmHg	30~40					○		
V-7	カ性ソーダ計量槽	1		縦 型 槽	"	1 m ³	Ø1000×1500×12	カ性ソーダ		0	常温					○		
V-8A・B・C	冷 却 槽	3		縦型攪拌槽	ステンレス	12 m ³	Ø2600×2600×14	β 塩		0	115					○	冷却コイル、パドル式攪拌機	
V-9A・B・C	希 釈 槽	3		"	鋼 板	11 m ³	Ø2200×3400×12	フュージョン 化物		3	150					○		
V-10A・B	カ性ソーダ濃縮槽	2		縦 型 槽	鋳 鉄	3 m ³	Ø1800×1935	カ性ソーダ		0	340					○	加 熱 炉	1年
V-11A・B	カ性ソーダ計量槽	2		"	鋼 板	2.3 m ³	Ø1200×2300×12	カ性ソーダ		0	常温					○		
V-12A・B・C・D	カ性ソーダ貯槽	4		"	"	10 m ³	Ø2000×4000×12	"		4	0					○		
V-13	一次煮沸槽	1		縦型攪拌槽	ステンレス	14 m ³	Ø2600×3552×10	粗βナフトール		3	105					○	パドル式攪拌機	10年
V-14	二次煮沸槽	1		"	鋼板・セラミック	12 m ³	Ø2600×3552×10	"		3	105					○	"	
V-15	三次煮沸槽	1		"	鋼 板	10 m ³	Ø2200×3000×12	"		3	100					○	"	
V-16A・B	乾 燥 器	2		縦 型 槽	"	7 m ³	Ø2000×2900×14	"		3/-600 mmHg	120					○	ジャケット	
V-17A・B	蒸 留 装 置	2		"	"	4.5 m ³	Ø1700×2700×14	"		3/-740 mmHg	300					○	ジャケット・加熱炉	2年
V-18	排 渣 槽	1		縦型攪拌槽	"	5 m ³	Ø1600×2500×10	残 渣		0	常温					○	パドル式攪拌機	
V-19A・B	一・三次留分受槽	2		縦 型 槽	"	1.5 m ³	Ø1200×1614×10	粗βナフトール		3/-740 mmHg	120					○	ジャケット	
V-20A・B	製品受槽	2		"	"	4 m ³	Ø1600×3100×12	βナフトール		"	160					○	"	
V-21	製品高位槽	1		横 型 槽	"	5 m ³	Ø1600×2900×12	"		常 圧	160					○		
V-22	製品貯槽	2		"	"	8 m ³	Ø2200×2400×8	"		"	80					○		
M-1A・B・C・D	βナフトールスルホン酸 ソーダろ過器	4		真空ろ過器	鋼 板	10 m ³	2500×4000×1250	βナフタリン スルホン酸ソーダ		-500 mmHg	32					○		3年 (6ヶ月交換)
M-2A・B・C	βナフトール 回収 ろ過器	3		圧 ろ 器	鋳鉄・帆布	60 m ³	各ろ板 810×810	廃 水			55					○		
M-3	製品固化装置	1		回転冷却ドラム						0	常温					○		



図Ⅳ-10 β-ナフトール製造設備
 平面配置図(1階; ±0.00)
 (その1)



図IV-10 β-ナフトール製造設備
 平面配置図(2階; +6.00)
 (その2)



2.4 収 率

現状分析

(1) ナフタリンからの β -ナフトール収率はマスバランス表の不備、ナフタリンリサイクル等があるため、1984年実績ナフタリン原単位と理論原単位から求めると77.4%である。

(2) 装置別の収率は詳細を図Ⅳ-11に示すが概要は以下のとおりである。

1) スルホン化	;	97.4%	(大気へ逸失)
2) 加水分解/吹蔡	;	100%	
3) 中和と吸引濾過	;	86.8%	(濾液へ混入)
4) アルカリフュージョン	;	99.8%	(大気へ逸失)
5) 希釈	;	100%	
6) 酸化	;	99.7%	(圧縮濾過濾液へ混入)
7) 製品分離	;	95.3%	(蒸留残渣)
総 合		;	77.4%

総合収率はマスバランス表の不備ならびにナフタリンリサイクル等があるため1984年実績ナフタリン原単位1.148トンと理論原単位0.889トン(それぞれ β -ナフトール1トン当り)の値から計算した。なお()内にはロス原因を示した。

問題点

(1) 吸引濾過における収率が低い、他の工程の収率は良好である。

2.5 生産能力

現 状

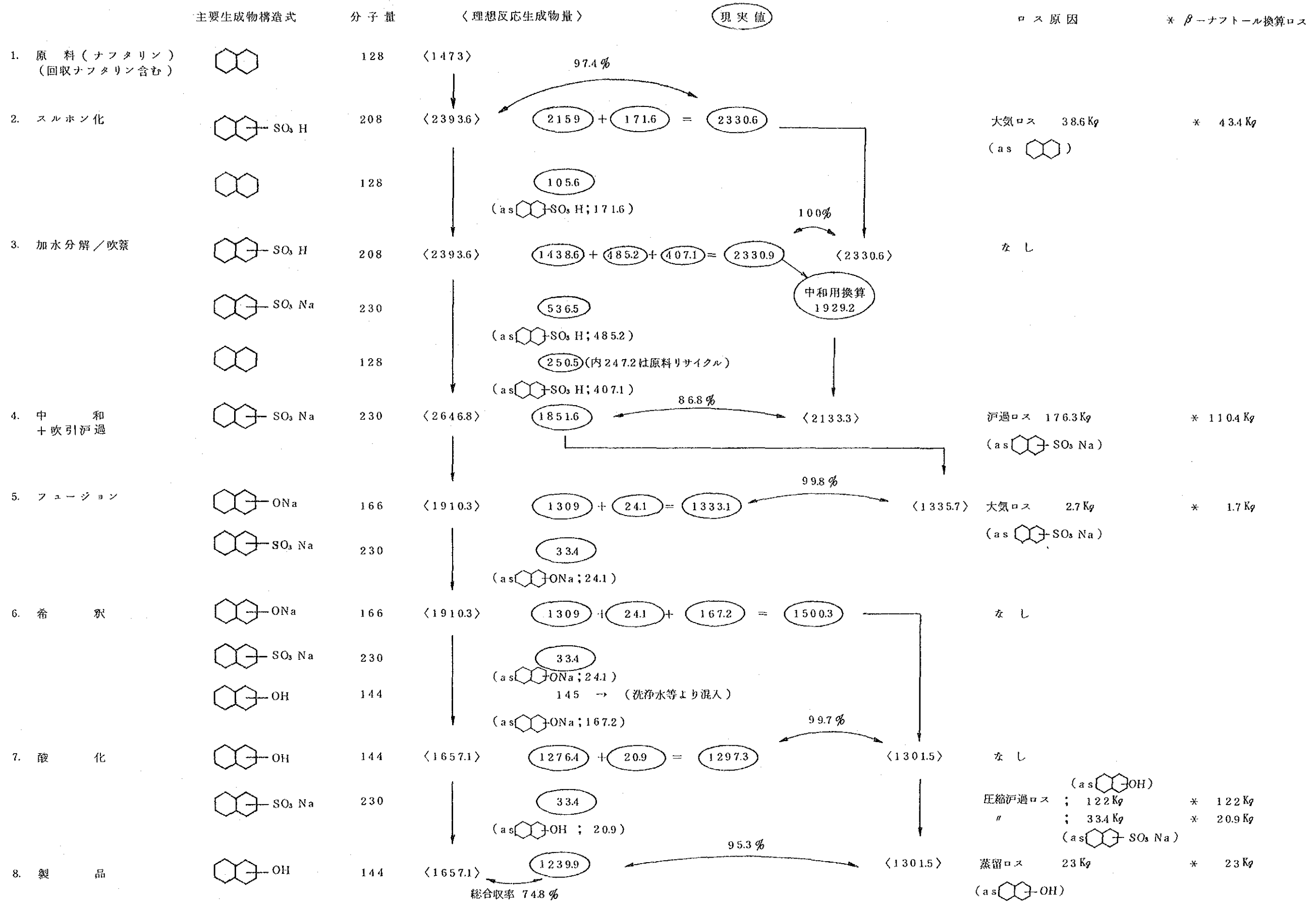
- (1) 設計能力は4,300トン／年であり、過去5年間の最大生産量は1984年実績の4,065トン／年であった。
- (2) 年間稼働日数は回分式操作、手動制御方式、機器の補修頻度が高いこと等の理由により300日間であった。
- (3) 装置別能力の詳細を図Ⅳ-12に示す。

現在設計能力を律している装置は吸引濾過と蒸留であるが何れも設計能力を上回っている。

問 題 点

- (1) 各装置とも設計能力を上回っており問題ない。

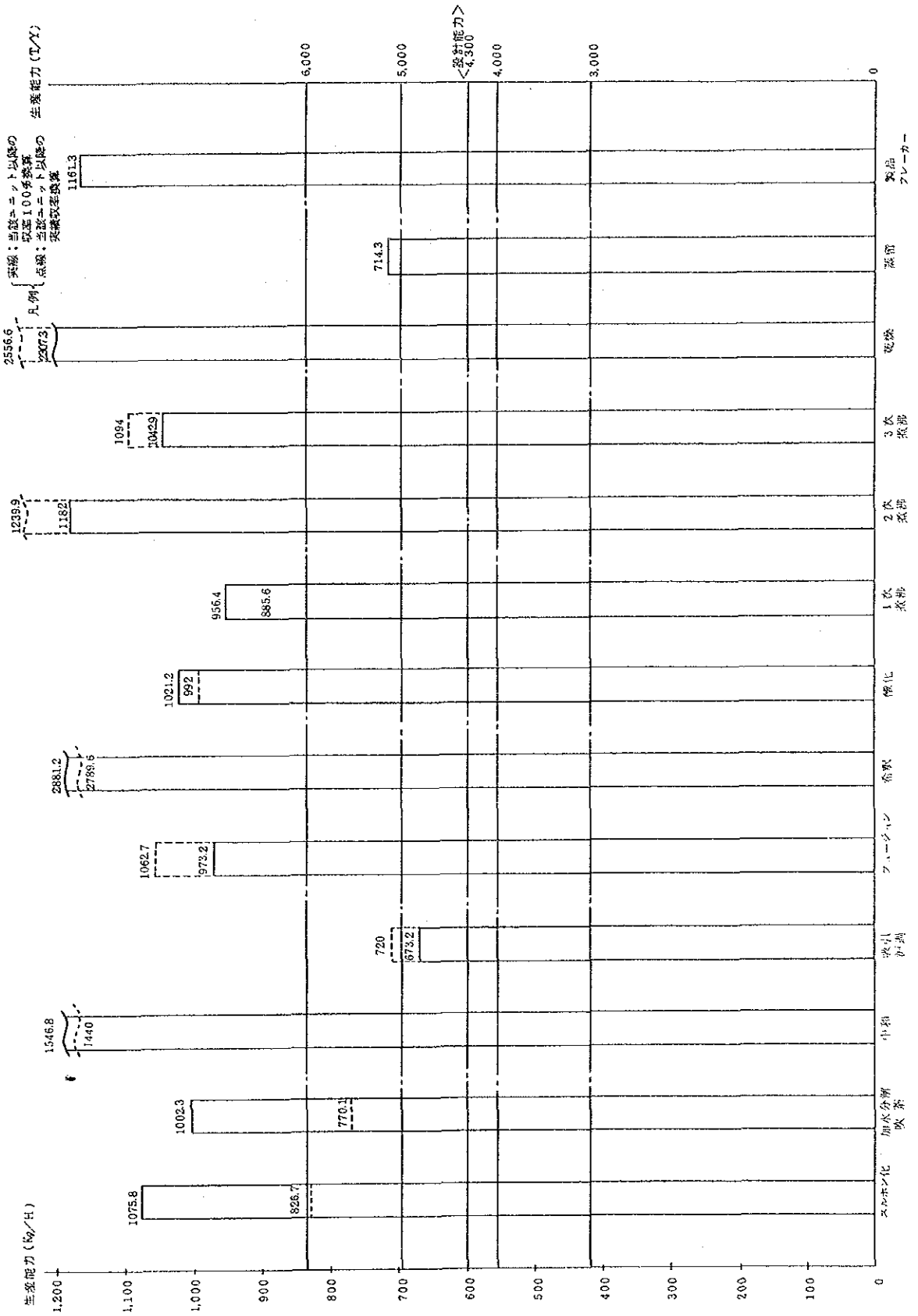
図IV-11 β-ナフトール収率



* 総合収率はマスバランス表の不備、ナフタリンリサイクル等があるため以下の計算を実施
 • 1984年実績 ナフタリン原単位; 1.148T/T ←→ 理論原単位 0.889 → 77.4% → 合計ロス 362 Kg

(計) 321.4 Kg

図 IV-12 β-ナフトール製造設備装置別生産能力 (β-ナフトール換算)



2.6 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、 β -ナフトール製造設備には、 β -ナフタリンスルホン酸ソーダ濾過装置、 β -ナフトール回収濾過装置および製品固形化装置がある。
- (2) β -ナフタリンスルホン酸ソーダ濾過装置は吸引濾過（ヌッチェ）方式であり、濾布には綿製の帆布（濾過面積； $10\text{ m}^2 \times 3$ 台）を使用し、真空度は -500 mmHg であり、濾過ケーキとして、ナフタリンスルホン酸ソーダを分離している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は5時間10分である。
 - 濾過分離された濾液中に13.2%ロスに相当する β -ナフトールスルホン酸ソーダが混入している。
- (3) β -ナフトール回収濾過装置は圧縮濾過（フィルタープレス）方式であり濾布は帆布（濾過面積 $30\text{ m}^2 \times 2$ 台）である。濾過ケーキとして β -ナフトールを分離した後、スチームでこのケーキを溶解し、プロセスに回収している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は2時間10分である。
- (4) 製品固形化装置は内部に冷却水を通水した回転ドラム方式であり、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、掻取器でフレック状の製品を得る。
 - 大気開放式である。
 - 製品の包装は下部のダクト（先端は綿布バッグ付）から人力で各ドラムへ充填している。
 - 総所要時間は5時間10分である。

問題点

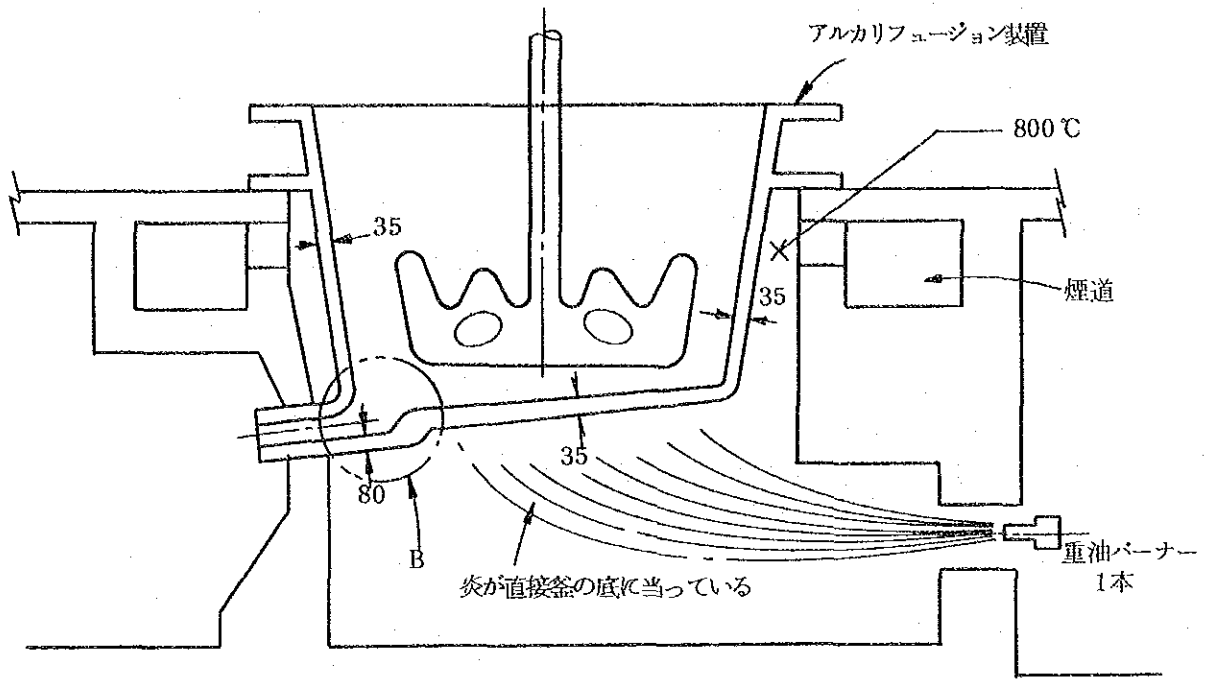
- (1) β -ナフタリンスルホン酸ソーダ濾過装置の問題点は以下のとおりである。
 - 操作所要時間が長い。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
 - 中間原料のロスが大きい。
- (2) β -ナフトール回収濾過装置の問題点は以下のとおりである。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
 - 濾布が取扱い流体（酸性）によりよく損傷し、鋳鉄製の濾板も腐食する。
- (3) 製品固形化装置は開放型であるが、プロセス上の問題にはなっていない。

2.7 設備の腐食損傷

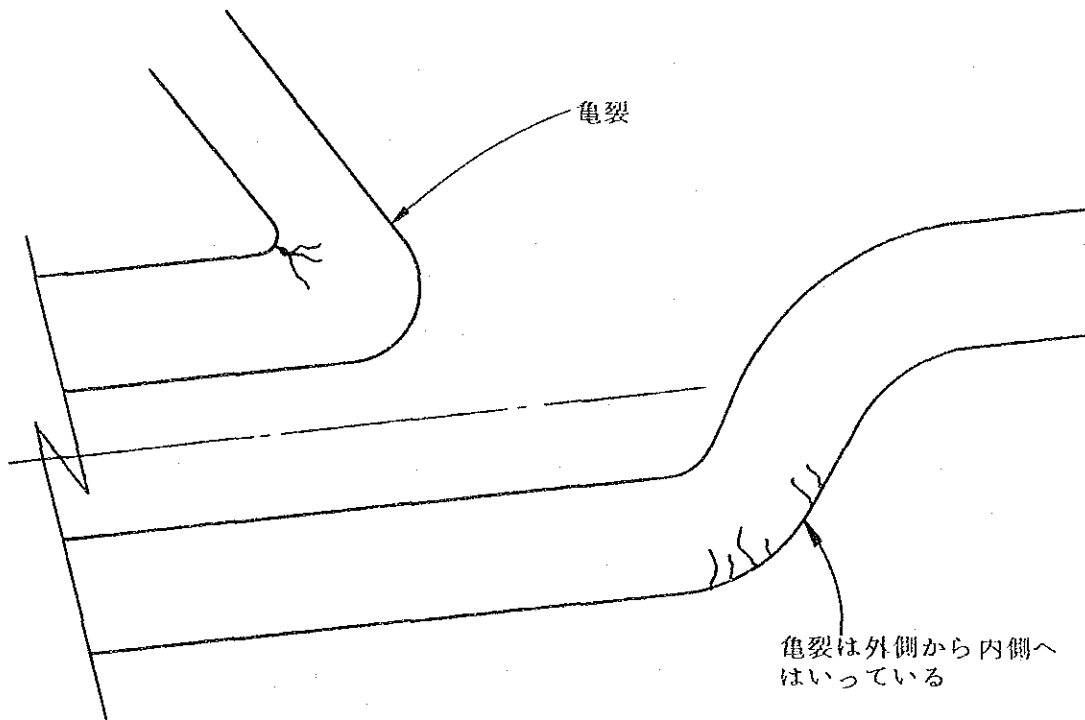
現状分析

- (1) 反応成分として硫酸・カ性ソーダ等の強酸・強アルカリを使用し、 β -ナフタリンスルホン酸ソーダろ過装置では洗浄水として含塩水を使用しているため、腐食が生じ易い。
- (2) β -ナフトール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、加水分解／吹萘装置・アルカリフュージョン装置および β -ナフトール回収ろ過装置がある。
- (3) 加水分解／吹萘装置は鑄鉄製で内面に厚さ15 mmの耐酸タイルを2層内張りした内容積7 m³の攪拌槽3基を保有している。
 - 耐酸タイルの接着の目地剤としてフロン樹脂を使用している。
 - 加水分解助剤としてカ性ソーダを使用している。
 - 吹萘(ナフタリン追出し)のため3 kg/cm²Gの水蒸気を使用している。
 - 反応温度は120-160°C、PH値は反応開始時から反応終了時まで1であり、加水分解反応時間は約2時間、吹萘(ナフタリン追出し)時間は約1時間30分である。
 - 攪拌羽根取付用のボルトナットは純銅製であるが、腐食するので毎月取替えている。
 - 攪拌機シャフトは鋼製シャフトに純銅パイプを被覆しシール溶接して使用しているが、液中部の腐食が激しいので2ヶ月毎に被覆用純銅パイプを取替えている。気相部分の腐食は少ない。
 - 攪拌羽根も純銅製であるがやはり腐食が激しく2ヶ月毎に取替えている。
 - 鋼製シャフトは被覆用純銅パイプが漏れるので6ヶ月に1度取替えている。
 - 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。
 - 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鑄鉄製で内容積3 m³の攪拌槽4基を保有している。
 - 反応温度は約330°C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、バーナーは1炉当たり1本で噴霧用気体(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-13のとおりであり、槽底部の生成物抽出ノズル付近の外面より亀裂が発生・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5 mmであり、寿命決定因子ではない。
 - 錨式攪拌機の攪拌羽根にもスラリーによる磨食(エロージョン)が発生している。

図 IV-13 アルカリフュージョン装置の腐食損傷状況



A 全体断面図



B ノズル部亀裂発生状況

- (5) ○ β -ナフトール回収濾過装置は濾板が鋳鉄製の圧縮濾過器（フィルタープレス）2基を保有している。
- 濾布として使用している帆布は綿製であるが原液に含まれている重亜硫酸ソーダ(NaHSO_3)により損傷し20日ごとにと替えている。
 - 濾板は濾液によって腐食するので、6ヶ月毎にと替えている。

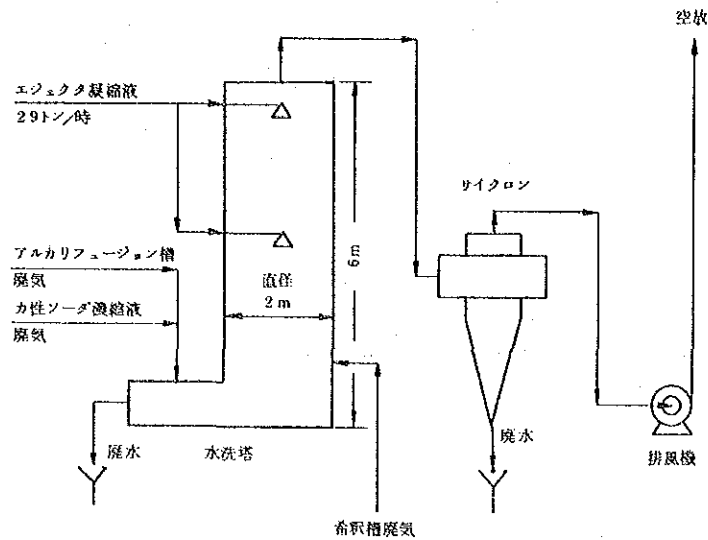
問題点

- (1) 加水分解／吹萆装置の問題点は以下のとおりである。
- 攪拌機のシャフトと攪拌羽根の材質
 - 耐酸用内張り材料と施工方法
 - 攪拌槽内への β -モノスルホン酸ソーダ投入方法
- (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っており局所的高温によって割れが生じる。
 - 鋳鉄の材質選定
 - 鋳物製品の品質上の不揃い
- (3) β -ナフトール回収濾過装置の問題点は以下のとおりである。
- 濾布の材質
 - 濾板の材質

2.8 排出物処理

現状分析

- (1) 廃気
- 1) アルカリフュージョン装置、カ性ソーダ濃縮装置および希釈装置からの廃気の水洗塔は以下のとおりであり、工業用水で洗浄した後廃気は空放、廃水は公共用水域へ放流している。



- 水洗塔は詰まり易いので内部には充填物は詰めてないので、廃気はスプレーの水滴と接触するだけであり水洗効率が低い。
- 排風機出口の空放部分から液が外側へ垂れ落ちているので、液滴が廃気に同伴して大気へ多量に出ているものと推定される。

(2) 廃水

- 1) ナフタリン回収塔からの廃水には約1%の固形ナフタリンを含むので白濁している。この排水を過去に活性汚泥法の廃水処理設備に供給したところ、活性汚泥に障害を与えたので、現在この廃水は公共用水域に放流している。水量は5525kg/バッチである。
- 2) β -ナフトール回収ろ過器の廃水の水量は0.20トン/トン。 β -ナフトールであり、組成は β -ナフタリンスルホン酸ソーダ0.6%、亜硫酸ソーダ11.4%、 β -ナフトール2.3%、 SO_2 1.3%、水84.4%である。この廃水中の亜硫酸ソーダが障害となるので活性汚泥処理ができないので、この廃水は公共用水域に放流している。

問題点

- (1) アルカリフュージョン装置、カ性ソーダ濃縮装置および希釈装置からの廃気の水洗塔の水洗効率が低いので高める必要がある。また液滴が多量に廃気に同伴して大気に出ないようにする必要がある。
- (2) ナフタリン回収塔からの廃水中の固形ナフタリンを除去した上、活性汚泥処理する必要がある。
- (3) β -ナフトール回収ろ過器中の亜硫酸ソーダを無害化した上活性汚泥処理する必要がある。

3. 吐氏酸製造設備

3.1 プロセスフロー

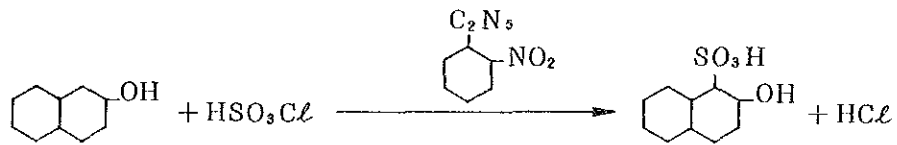
現状分析

(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。

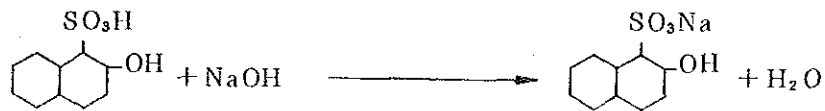
(2) プロセスは大部分反応装置により構成されている。操作は回分操作であり、各装置間は直列接続である。

反応は、スルホン化・中和・アミノ化および酸化とからなり、各々の反応器中での主反応は以下のとおりである。

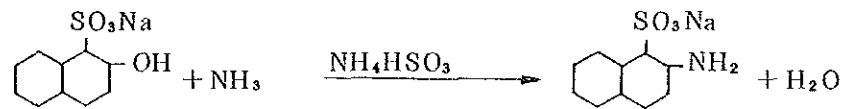
○ スルホン化



○ 中和



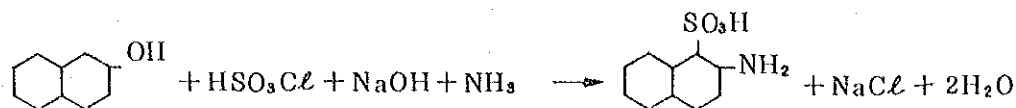
○ アミノ化



○ 酸化



< 総 合 >



(3) 操作条件

詳細は表Ⅳ-5に示すが、各装置の主要操作条件は以下のとおりであり、原料が製品となるまで46時間50分を要する。

1) スルホン化装置

- 反応温度 ; 冷却降温 0°C
- 反応圧力 ; 約 200 mm Hg A
- 総所要時間 ; 6時間

2) 中和装置

- 反応温度 ; $40 - 60^\circ\text{C}$
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 6時間55分

3) 蒸留装置

- 水蒸気蒸留温度 ; $100 - 125^\circ\text{C}$
- 蒸留圧力 ; $0 - 1\text{ kg/cm}^2\text{G}$
- 総所要時間 ; 5時間25分

4) オルソニトロエチルベンゼン処理

- 処理温度 ; $60 - 80^\circ\text{C}$
- 処理圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 5時間

5) 混合装置

- 混合温度 ; 60°C 以下
- 混合圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 5時間

6) アミノ化装置

- 反応温度 ; 150°C
- 反応圧力 ; $9.5 - 10\text{ kg/cm}^2\text{G}$
- 総所要時間 ; 9時間50分

7) 酸化装置

表Ⅳ-5 吐氏酸製造設備操作条件

項目		ユニット	スルホン化 (R-101 A・B)	中 和 (R-102 A・B)	ア ミ ン 化 (R-201 A・B・C)	酸 化 (R-202 A・B)	備 考
釜 型 式	1. 容量 (m³) 2. 攪拌方式 (rpm) 3. 材質		4 m³×2 框式攪拌機 52 rpm 炭素鋼 冷却ジャケット	8 m³×2 プロペラ式攪拌機 炭素鋼・銅コーティング(底面) 保温ジャケット(底面)	7 m³×3 プロペラ式攪拌機 炭素鋼 ジャケット	12 m³×2 プロペラ式攪拌機 26 rpm 炭素鋼・セラミックコーティング	
反 応 式	主 反 応 副 反 応		<p>400mmHg</p>	<p>• HSO₃Cl + H₂O → H₂SO₄ + HCl • H₂SO₄ + 2NaOH → Na₂SO₄ + H₂O • HCl + NaOH → NaCl + H₂O</p>	<p>9.5 - 10 Kg/cm² 150℃</p> <p>• 1-naphthylamine 副生</p>	<p>50-80℃</p> <p>• NH₃ + HCl → NH₄Cl • (NH₄)₂SO₃ + 2HCl → 2NH₄Cl + H₂O + SO₂</p>	
仕 込 順 序 等	1. 第1成分 2. 第2成分 3. 第3成分		1. 2350 Kg (2200ℓ) 2. β-ナフトール 650 Kg (640Kg*) 冷却降温 → 0℃, 1HR 3. HSO ₃ Cl 滴下 587 Kg (558Kg*) 2.5HR, 0-7℃, 200mmHg	1. NaOH (30%) 987 Kg (300Kg*) 2. スルホン化物 350 Kg	1. NH ₄ SO ₃ (≥ 20%) 1300 Kg (260Kg*) 冷却降温 2. 中和物(スルホンソーダ<30%) 3400 Kg (1000Kg*) 3. 液アン(回収アンモニア; ≥ 99%) 345 Kg (343Kg*)	1. 加熱水 (40℃) 2000ℓ 2. アミン化物 (70℃) 3. 塩酸 1400ℓ	* 100%換算
反 応 終 了	判定基準 生成物量		1.0HR, 0-7℃ ; 4-8g/ℓ スルホン化物 3100ℓ (スルホン化物 350Kg)	2.0HR, 40-60℃ PH7-9	6.0HR, 150℃, 9.5-10 Kg/cm²	2.0HR, 70℃ PH=1, 酸度 10-20g/ℓ -NH ₂ 値 < 10g/ℓ, -SO ₂ 値 < 0.32g/ℓ	

- 反応温度 ; 70 - 90 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 8 時間

8) 脱水と乾燥装置

- 形式 ; 遠心分離と気流乾燥

(4) プロセスフロー

概略フローシートを図Ⅳ-14, 詳細フローシートを図Ⅳ-15に示す。

プロセスの約半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 3.3 以降で個別に述べる。

3.2 機 器

現状分析

- (1) 主要機器リストを表Ⅳ-6に, 平面配置図を図Ⅳ-16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) 塩化スルホン酸・塩酸・苛性ソーダ・アンモニアなどの強酸・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(鑄鉄または炭素鋼), その他の部分はセラミックタイル内張りまたはプラスチックである。
- (4) 反応装置は攪拌効果を必要とするものが多く, パドル式攪拌機等が使われている。
- (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, 冷却水あるいは含塩水(ブライン)のジャケットにより対処している。
- (6) 固液分離には遠心分離器が使われ, 粉体の乾燥には移送を兼ねて気流乾燥機が採用されている。
- (7) 設備寿命は, 最も短いもので蒸留装置の3ヶ月である。

問題点

問題点については 3.3 以降で個別に述べる。

図 IV-14 吐氏酸製造設備概略フローシート

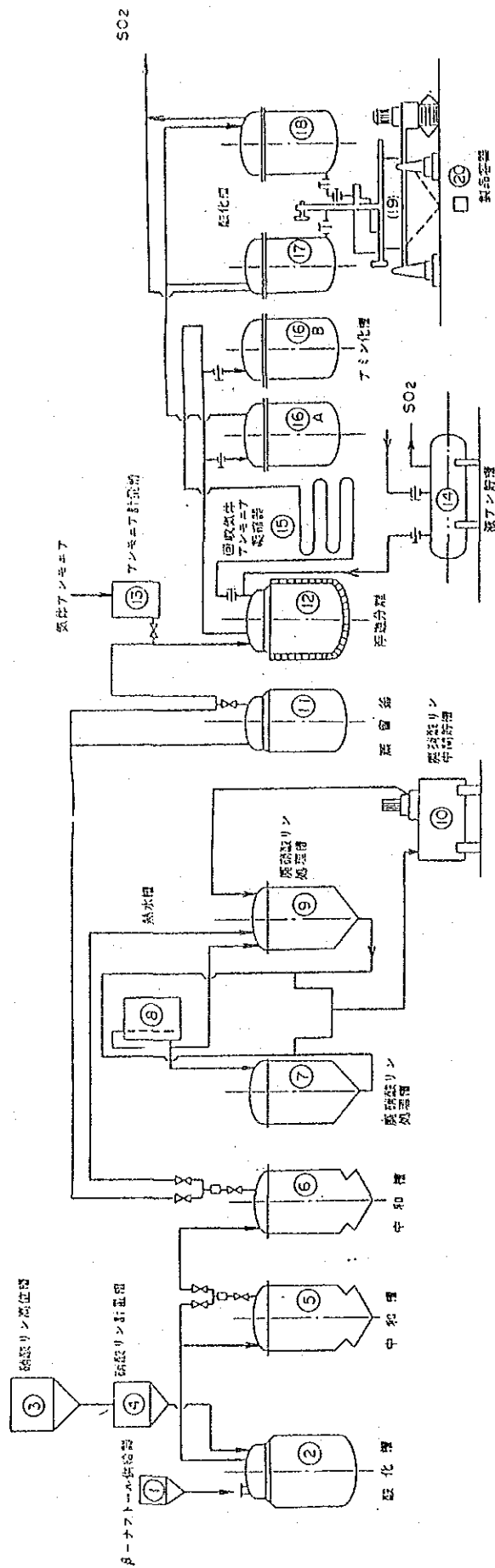
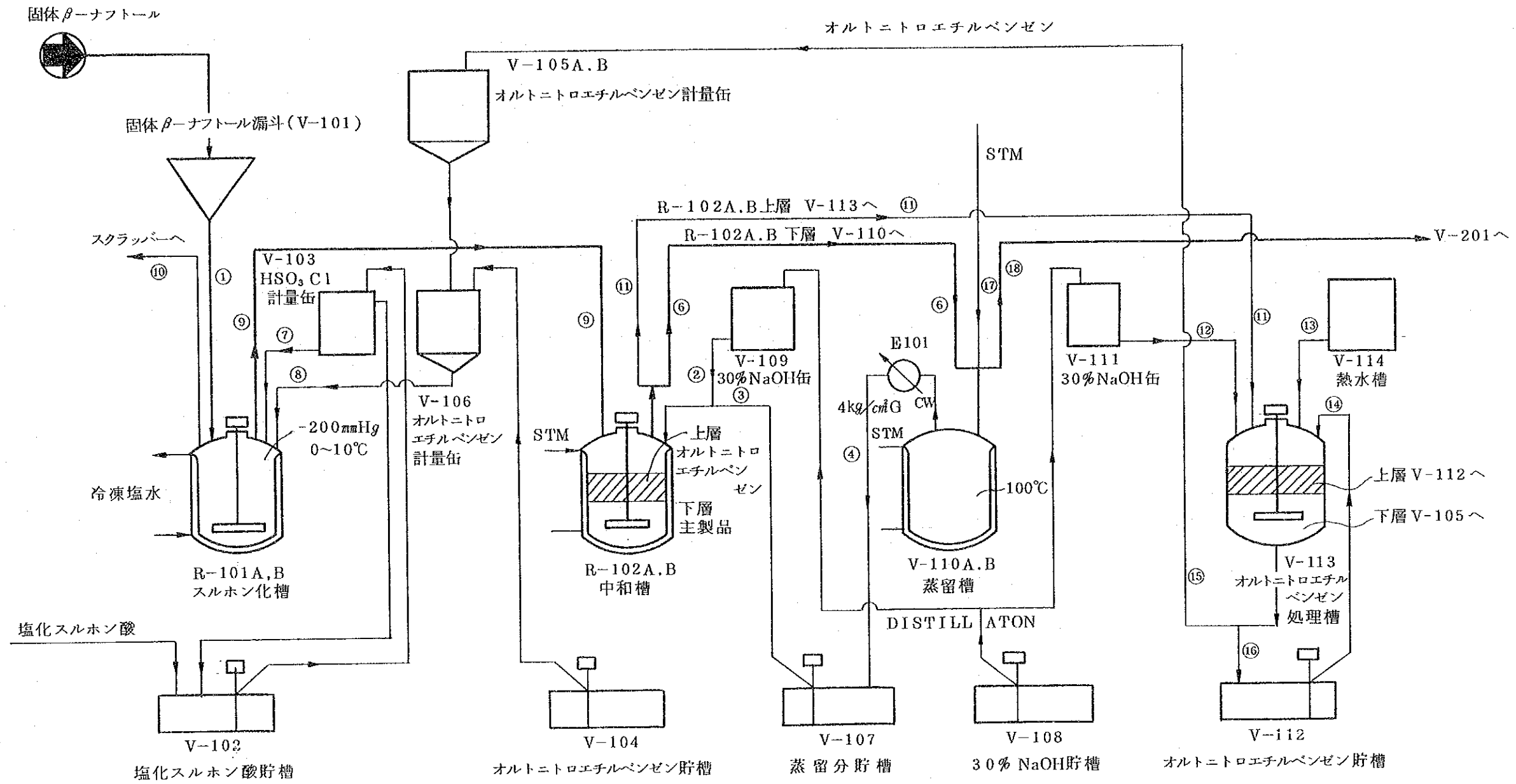
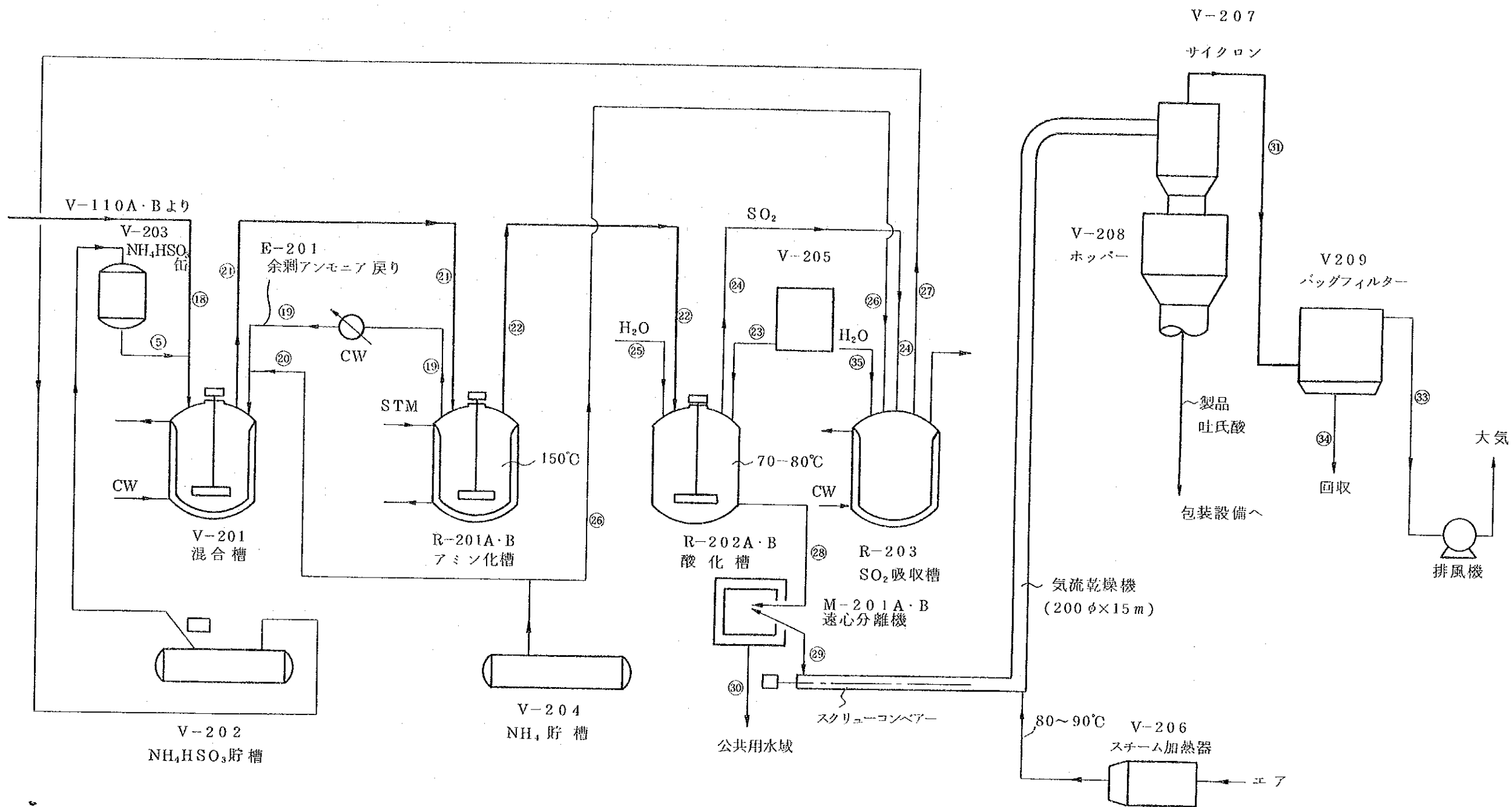


図 IV-15
吐氏酸製造設備
プロセスフローシート
(その1)



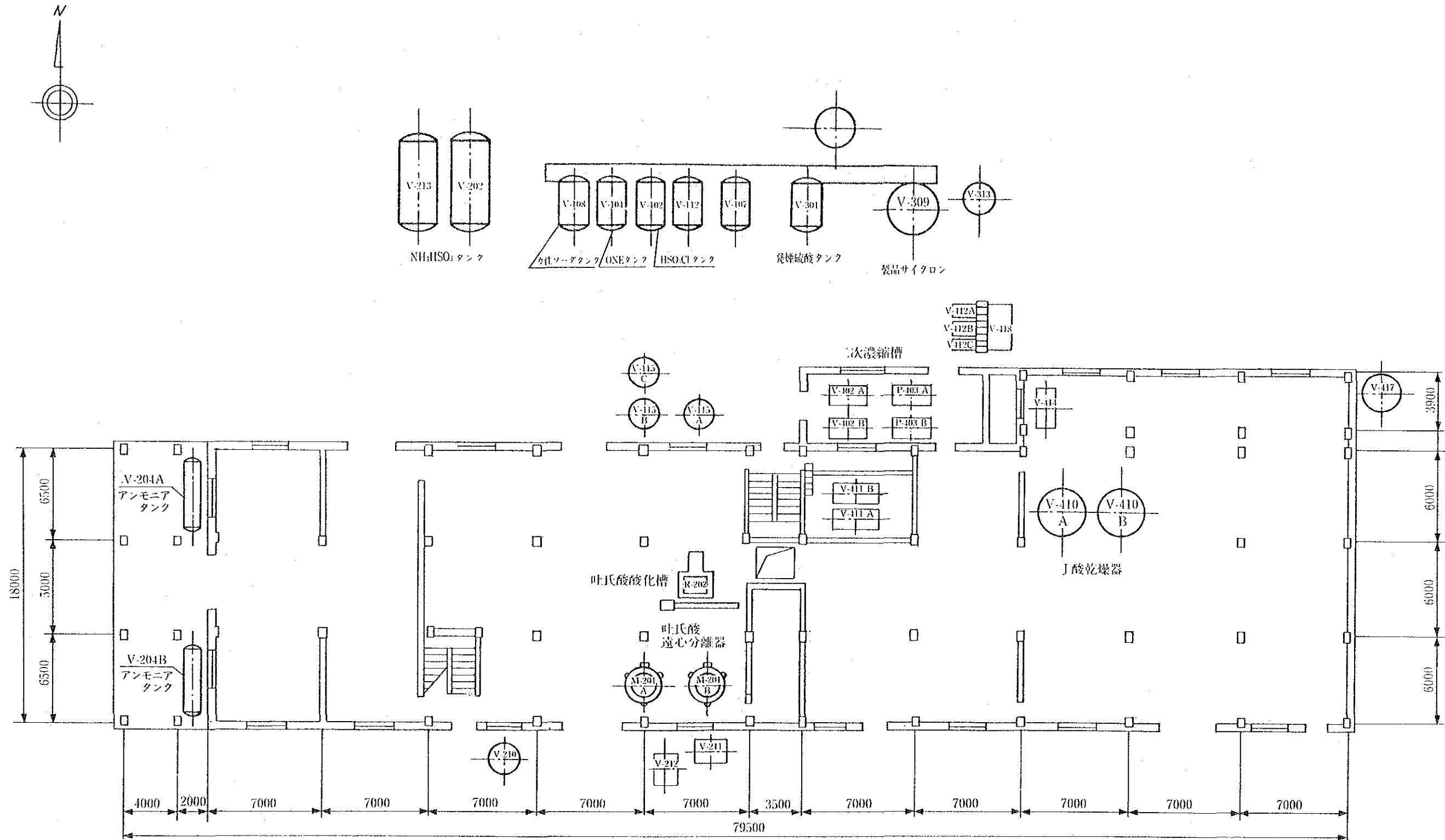
図IV-15
吐氏酸製造設備
プロセスフローシート
(その2)



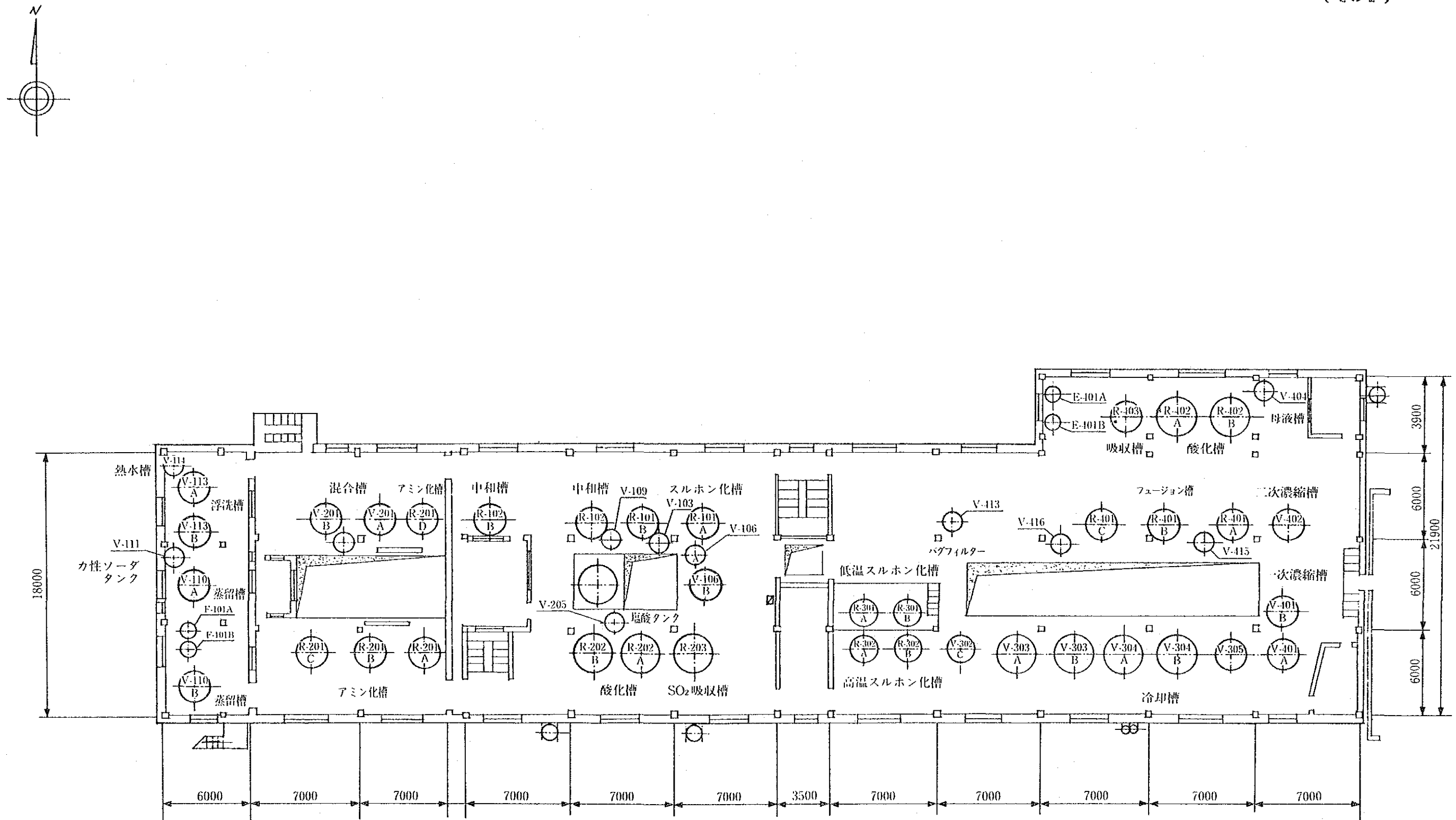
表IV-6 吐氏酸製造設備機器仕様一覧表

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	適用法規	圧 力 (kg/cm ² G)	温 度 (°C)	比 重	粘 度 (CP)	要	否	屋 内	屋 外		
R-101A・B	スルホン化装置	2		縦型攪拌槽	鋼 板	4 m ³	Ø1500×2600×18	スルホン化物		200mmHg	-5-7℃					○		バドル式攪拌機・ジャケット	
R-102A・B	中和装置	2		"	鋼 板	8 m ³	Ø2000×3952×12	スルホン化物		2.5-3.0	70					○		バドル式攪拌機・ジャケット	
R-201A・B・C	アミノ化装置	3		"	鋼 板	7 m ³	Ø1800×3140×18	アミノ化物		10	150-160					○		バドル式攪拌機・ジャケット	10ヶ月(点検頻度 6ヶ月)
R-202A・B	酸化装置	2		"	鋼板・セラミック	12 m ³	Ø2400×3850×12	酸 化 物		0	70-90					○		バドル式攪拌機	
R-203	SO ₂ 吸収装置	1		縦 型 槽	鋼板・セラミック	8 m ³	Ø2000×2500×16	アンモニア		0	常 温					○		ジャケット	
V-101A・B	βナフトール漏斗	2		漏 斗	鋼 板			β-ナフトール		0	"					○			
V-102	塩化スルホン酸貯槽	1		横 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×3000×10	塩化スルホン酸		0	"					○			
V-103A・B	塩化スルホン酸計量槽	2		縦 型 槽	"	0.5 m ³	Ø 700×1400×10	"		0	"					○			
V-104	ONE貯槽	1		横 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×2580×10	ONE		0	"					○			
V-105A・B	ONE計量槽	2		縦 型 槽	"	10 m ³		ONE		0	"					○			
V-106A・B	ONE計量槽	2		縦 型 槽	"	2.8 m ³	Ø1400×2100×18	ONE		0	"					○			
V-107	蒸留分貯槽	1		横 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×2580×10	蒸 留 物		負 圧	40					○			
V-108	30%NaOH貯槽	1		横 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×2580×12	NaOH		0	常 温					○			
V-109	NaOH計量槽	1		縦 型 槽	"	2 m ³	Ø1200×1800×10	NaOH		0	"					○			
V-110A・B	蒸留装置	2		縦 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×3280×16	蒸 留 物		2.5-3	120					○		ジャケット	
V-111	NaOH計量槽	1		縦 型 槽	"	1 m ³	Ø1000×1200×10	NaOH		0	常 温					○			
V-112A・B	ONE貯槽	2		横 型 槽	"	8 m ³	Ø2000×2580×10	ONE		0	"					○			
V-113A・B	ONE処理槽	2		縦型攪拌槽	"	8 m ³	Ø2000×3950×10	ONE		2.5-3	70					○		バドル式攪拌機・ジャケット	
V-114	熱 水 槽	1		縦 型 槽	"	2 m ³	Ø1200×1800×10	熱 水		0	90					○			
V-201A・B	混 合 槽	2		縦型攪拌槽	"	7 m ³	Ø1800×2750×18	混 合 水		2.5-3	70					○		バドル式攪拌機・ジャケット	
V-202	NH ₄ HSO ₃ 貯槽	1		横 型 槽	"	25 m ³		NH ₄ HSO ₃								○			
V-203	NH ₄ HSO ₃ 缶	1		縦 型 槽	"	2 m ³	Ø1200×1800×16	NH ₄ HSO ₃		0	常 温					○			
V-204A・B	NH ₄ 貯槽	2		横 型 槽	"	5 m ³	Ø1200×4712×16	NH ₄ OH		10以下	"					○			
V-205	塩酸計量槽	1		縦 型 槽	"	2 m ³	Ø1200×1800×16	HCl		0	"					○			
V-206	予 熱 器	1		蒸気加熱器	"			空 気・蒸 気			90					○			
V-207	サイクロン	1		縦 型	"			空 気								○			
V-208	ホッパ	1		"	"			吐 氏 酸								○			
V-209	バッグフィルター	1		"	"			空 気								○			
E-101A・B	蒸留凝縮器	2		縦型多管型	"	伝熱面積 60m ²		蒸 留 物		0	100					○			
M-201A・B	遠心分離機	2		縦 型				吐 氏 酸		0	常 温					○			本体5年・付属品 2-6ヶ月
-	スクリュウコンベアー	1						"			"					○			
-	気流乾燥機	1						"			100					○			

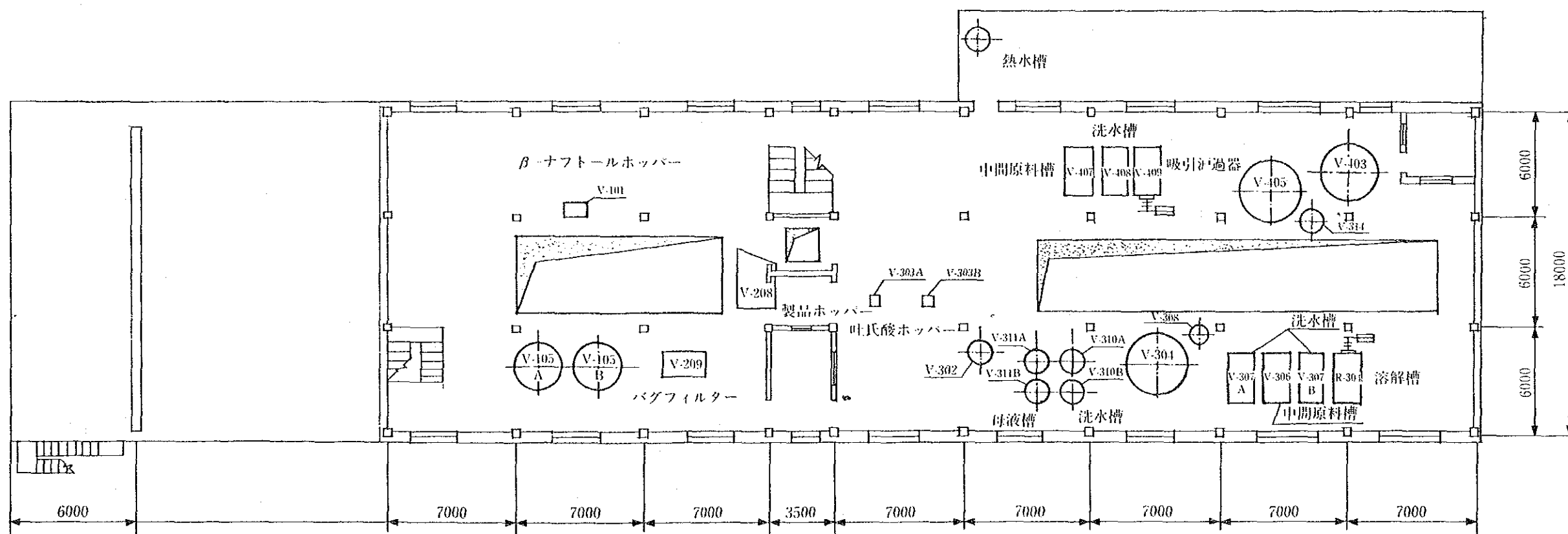
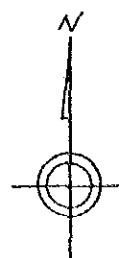
図 IV-16 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(1階; ±0.00)
 (その1)



図IV-16 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(2階; +6.00)
 (その2)



図IV-16 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(3階;+12.00)
 (その3)



3.3 原単位

現状分析

(1) 原材料原単位

原材料として、 β -ナフトール・塩化スルホン酸・カ性ソーダ・オルソニトロエチルベンゼン・塩酸および液体アンモニアを以下のとおり使用している。(吐氏酸1トン当り)

- β -ナフトール ; 0.765 トン
- 塩化スルホン酸 ; 0.690 トン
- 30%カ性ソーダ(100%換算) ; 0.345 トン
- オルソニトロエチルベンゼン ; 0.085 トン
- 31%塩酸 ; 2.0 トン
- 液体アンモニア ; 0.349 トン

(2) 副産物原単位

副産物は生産していない。

(3) 用役原単位

用役として低圧スチーム・電気・用水を以下のとおり使用している。(吐氏酸1トン当り)

- 低圧スチーム ; 12.3 トン (1.107×10^7 kcal)
- 電気 ; 234 KWH (6.67×10^5 kcal)
- 用水 ; 649 トン (3.700×10^5 kcal)

(合計) 1.211×10^7 kcal

なお総合エネルギー利用率は46%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。(吐氏酸1トン当り)

- 遠心分離母液(液体) ; 8.49 トン(12,740 トン/年)
- オルソニトロエチルベンゼン廃液(液体) ; 0.0051 トン(7.644 トン/年)
- 塩酸廃液(液体) ; 0.025 トン(38 トン/年)
- 亜硫酸ガス(気体) ; 0.041 トン(62 トン/年)

問題点

問題点は見られない。

3.4 収 率

現状分析

- (1) β -ナフトールからの吐氏酸の収率は84.3%である。
- (2) 装置別の収率は詳細を図Ⅳ-17に示すが概要は以下のとおりである。

- スルホン化 ; 98.2% (異性体生成)
- 中 和 ; 96.4% (不 明)
- アミノ化 ; 92.8% (不 明)
- 酸 化 ; 95.9% (異性体生成)
- 遠心分離 ; 100%

総 合 ; 84.3%

なお()内は、ロス原因を示した。

問題点

問題点は見られない。

3.5 生産能力

現 状

- (1) 設計能力は、1,500トン/年であり、過去5年間の最大生産量は、1984年実績の1,275トン/年であった。
- (2) 年間稼働日数は、回分式操作、手動制御方式、機器の補修頻度が高いことなどにより、300日間である。
- (3) 装置別能力の詳細を図Ⅳ-18に示す。

現在生産能力を律している装置は中和装置であるものの、何れの装置も全て設計能力を上回っている。

問題点

各装置とも設計能力を上回っており問題ない。

図IV-17 吐氏酸収率

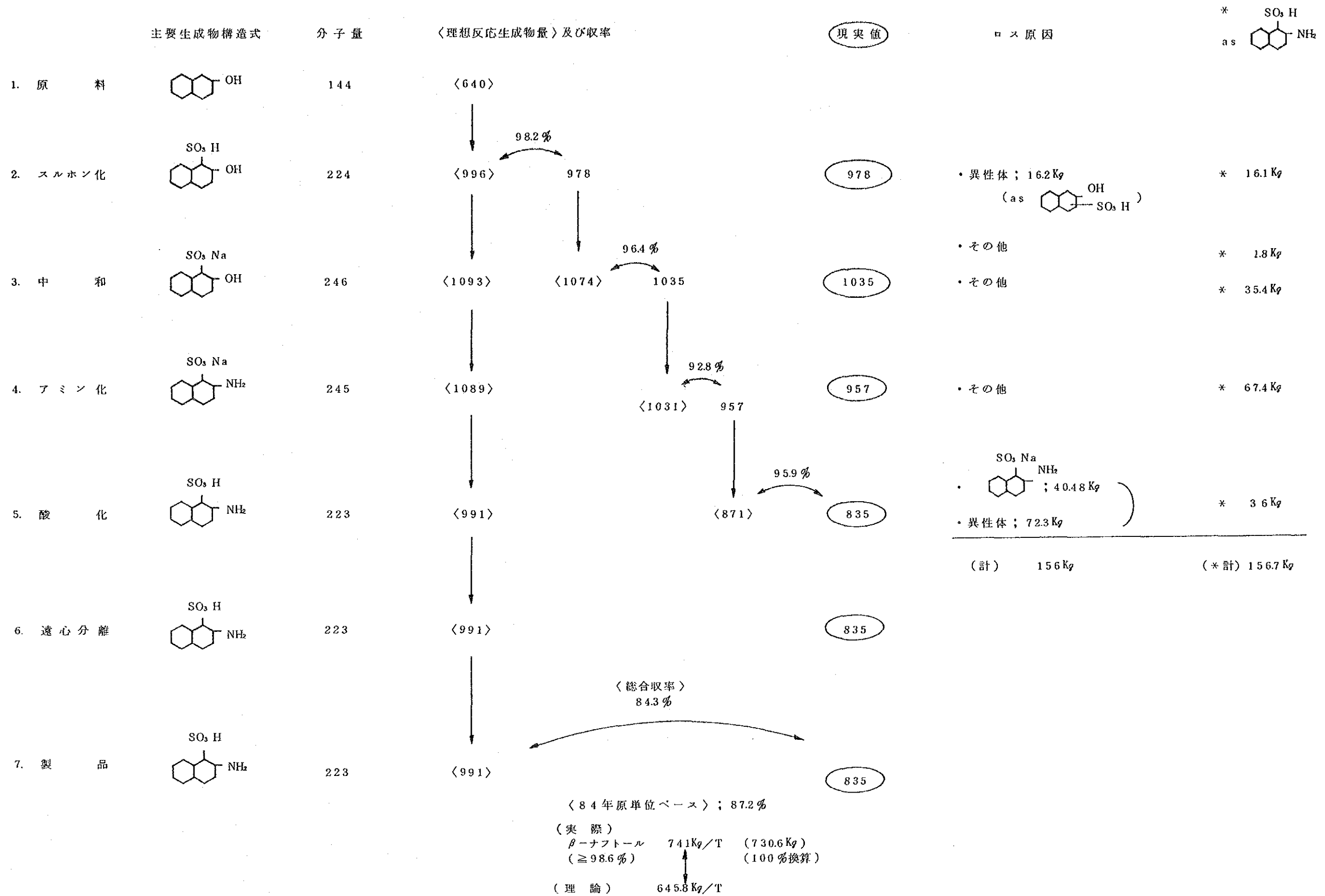
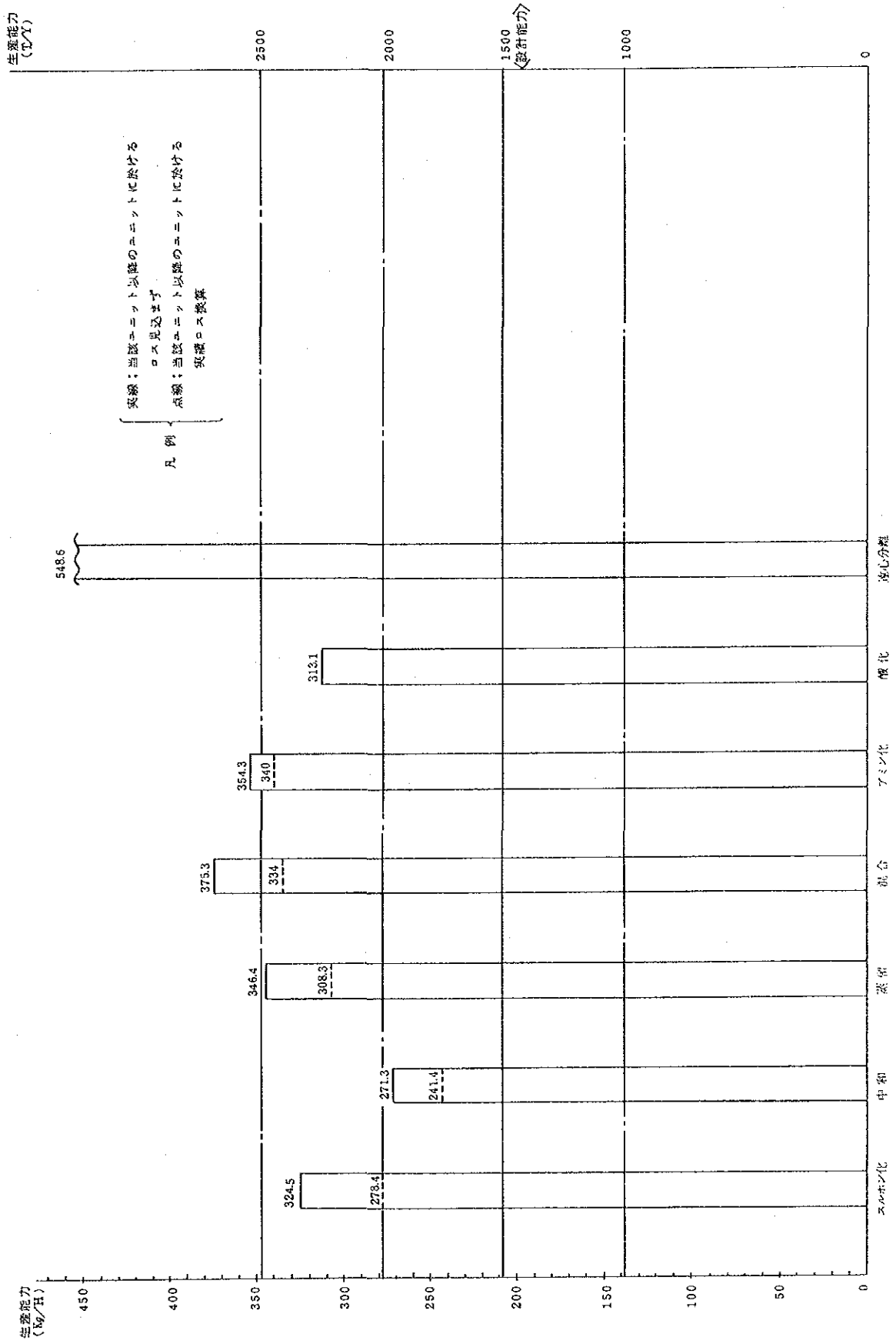


図 IV-18 吐氏酸製造設備装置別生産能力 (吐氏酸換算)



3.6 特殊機器

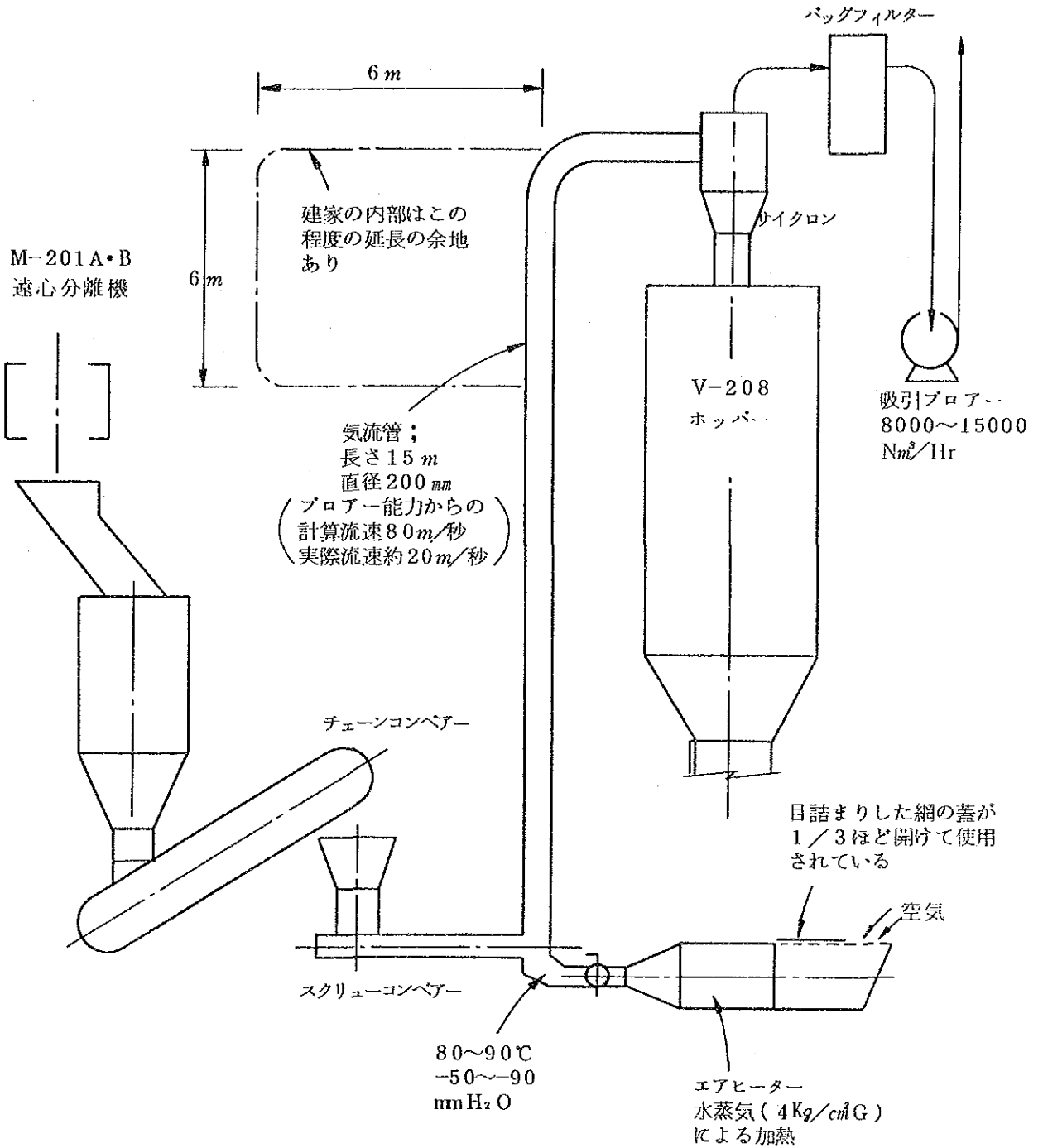
現状分析

- (1) 特殊機器とは固液分離装置などであるが、吐氏酸製造設備には遠心分離機および気流乾燥機がある。
- (2) 遠心分離機は堅型で掻取式であり、吐氏酸をケーキとして分離している。
 - 操作は全て手動操作であり、1サイクル35分の脱水を繰り返して、総所要時間は3時間30分～4時間である。
 - 遠心分離されたケーキ中には8.5%の水分を含んでいるが、南京化工廠ではこれを5%に下げることにより、下流の気流乾燥装置で乾燥した後の製品吐氏酸中の水分を減らす一助にしたいという希望がある。
- (3) 気流乾燥装置は、吐氏酸の粉体を熱風によって配管中を流動させながら乾燥させるもので、その現状を図Ⅳ-19に示す。
 - 粉体中の水分は乾燥前が8.5%で乾燥後は3%であるが、南京化工廠ではこの乾燥後の水分を1%に減らしたいという希望がある。
 - 気流乾燥管始端の粉体の温度は約40℃で熱風供給温度は80～90℃であるが、気流乾燥管終端の粉体と空気の温度は温度計が取り付けられていないため計測できない。そのため粉体中の水分と空気中の水分が気流乾燥管終端で飽和しているかどうかは、不明である。
 - 気流乾燥管へはスクリーコンベアで粉体が供給され、気流乾燥管出口のサイクロンによって粉体と空気は分離され空気はバッグフィルターを経て吸引ブローにより大気へ放出される。粉体はサイクロン下のサイロへ落ちる。
 - 気流管内での粉体の滞留時間は約0.75秒である。
 - 熱風温度の上限は空気の場合、製品の品質の劣化を防ぐため90℃である。

問題点

- (1) 遠心分離機の問題は以下のとおりである。
 - 遠心分離後のケーキ中の水分は、現状では8.5%であるが、南京化工廠ではこれを5%に下げ、下流の気流乾燥装置で乾燥した後の水分を減らすための一助としたい。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
 - 腐食損傷問題については、後の3.7のところ述べる。
- (2) 気流乾燥装置の問題は以下のとおりである。

図 IV-19 吐氏酸気流乾燥装置の現状



気流乾燥装置入口・出口条件

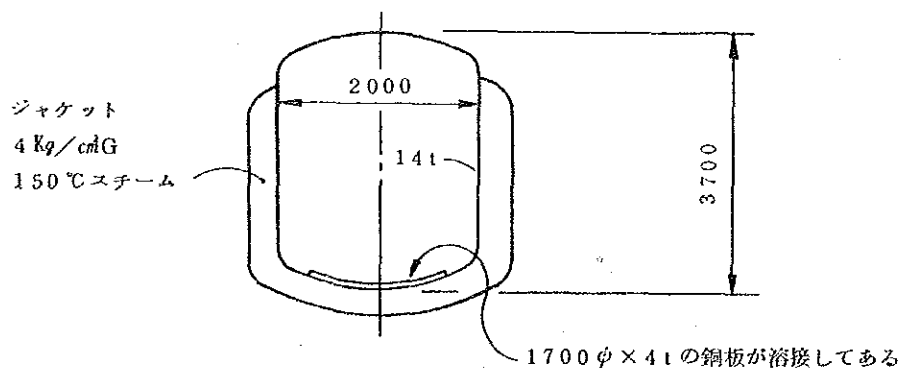
	< 供給 >	< 乾燥後 >
粉状吐氏酸	90%	96%
不純物	1.5%	1%
水分	8.5%	3%
温度	40°C	不明

- 乾燥後の吐氏酸粉体中の水分は現状では3%であるが、これを1%に減らす必要がある。

3.7 設備の腐食・損傷

現状分析

- (1) 反応成分として塩化スルホン酸・塩酸・カ性ソーダおよびアンモニアなどの強酸・強アルカリを使用しており、腐食が生じやすい。
- (2) 吐氏酸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蒸留装置・蒸留装置の凝縮器および遠心分離機がある。
- (3) 蒸留装置は鋼製で、内面の底の部分に銅板を溶接した内容積8 m³の堅型ジャケット付槽である。
 - 内容物はβ-ナフトールスルホン酸ソーダ22%で、水分は78%である。
 - 操作温度は100～120℃、PH8～9である。
 - 鋼の部分は槽内部からの腐食により、液に接する部分全体の板厚が薄くなるので、2年に1回槽全体を新品に取替えている。
 - 以前は槽の内部の底に銅板が溶接してなかったので、底の腐食が大きく毎年槽の取替えが必要であった。
 - 槽の内面全部に銅板を溶接すれば寿命は伸びるが、そうしないのは金がかかるからであるというのが南京化工廠の見解である。
 - 銅板自体には顕著な腐食は見られない。



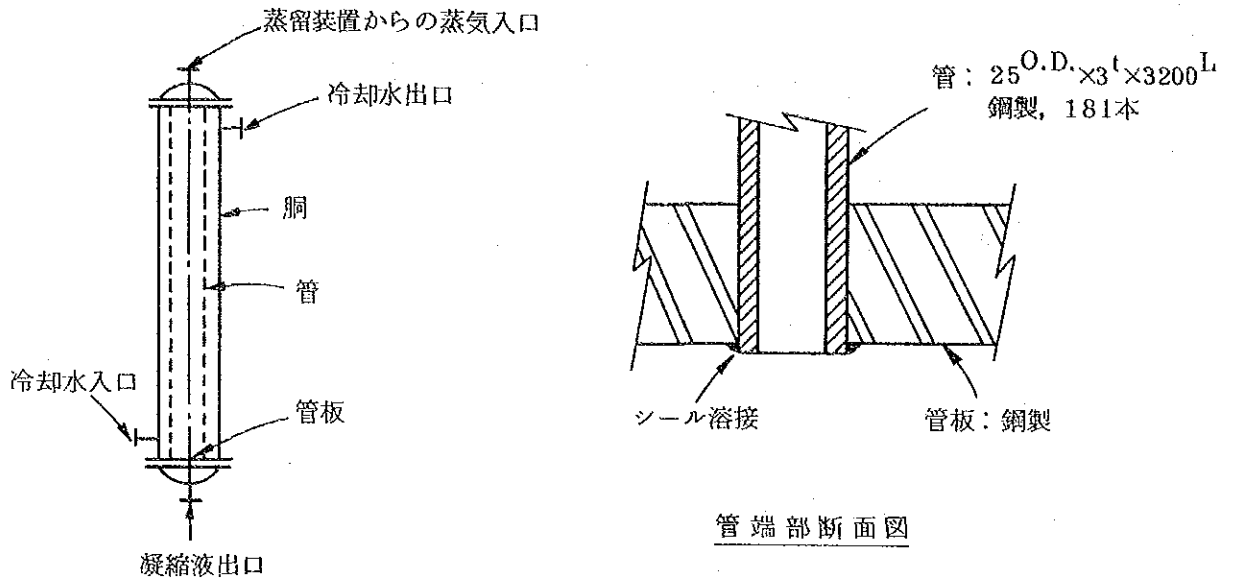
蒸留装置

- (4) ◦ 蒸留装置の凝縮器は堅型の多管式熱交換器で管・胴とも鋼製である。凝縮器の現状を図Ⅳ－20に示す。
 - 管内流体はPH9の水であるが不純物は分析されたことがないので不明である。胴側流体は冷却水である。
 - 管と管板が管内側から全面腐食するので、3ヶ月に1度熱交換器を新品に取替えている。
- (5) ◦ 遠心分離機は堅型で内筒の材質は1%クロム・18%ニッケル・9%チタニウムのステンレス鋼製で、外筒はFRP（グラスファイバー強化エポキシ樹脂）製である。内筒直径は1.2mで毎分800回転である。
 - 内筒は現在腐食の問題はないが、以前、今と異なるステンレス材を使用していた時は腐食の問題があった。
 - 外筒は遠心力で液が衝突するので摩耗（エロージョン）で損傷する。
 - 遠心分離機は2基据付けてあり、1基が予備として別に保管してあるので合計3台保有していることになる。
 - 4ヶ月ごとに1基を予備と交換しパーツを取替えた後再使用する。この修理に0.5ヶ月を要する。

問題点

- (1) 蒸留装置の問題点は以下のとおりである。
 - 銅板の当板以外の鋼の接液部の腐食防止対策が必要である。
 - 銅板以外の耐食材料も調べる必要がある。
- (2) 蒸留装置の凝縮器の問題点は以下のとおりである。
 - 管と管板の腐食防止対策が必要である。

図 IV-20 蒸留装置凝縮器の現状



凝縮器外形

伝熱面積； $60m^2$
 温度 管入口； $100^\circ C$
 管出口； $70^\circ C$
 胴入口； $20^\circ C$
 胴出口； $50^\circ C$

流体 管側；推定水100%，PH9

他の不純物は測定されたことがないので不明。

参考までに上流の蒸留装置の槽内組成を以下に示す。

β -ナフトールスルホン酸ソーダ	22%
水	78%

この他に含まれている可能性のある物質は、上流の工程より推定すると次のとおりである。

NaCl

Na_2SO_4

β -ナフトールスルホン酸

胴側；冷却水

4. J 酸製造設備

4.1 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。

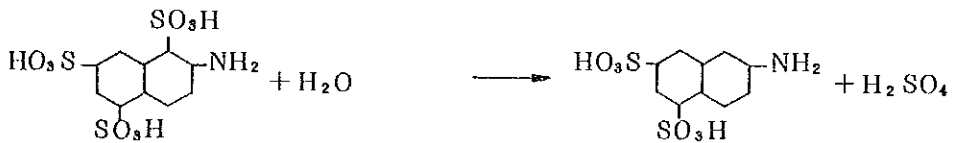
(2) プロセスは大部分反応装置により構成されている。操作は回分操作であり、各装置間は直列接続である。

反応はスルホン化・加水分解と塩析・カ性ソーダとの反応、酸化とからなり、各々の反応器中での主反応は以下のとおりである。

○ スルホン化



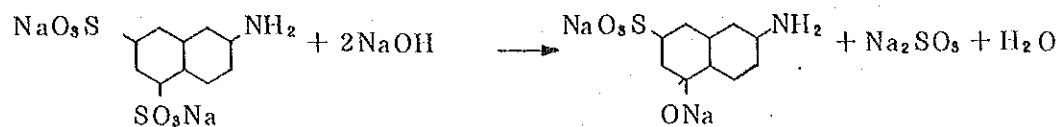
○ 加水分解と塩析



○ カ性ソーダとの反応



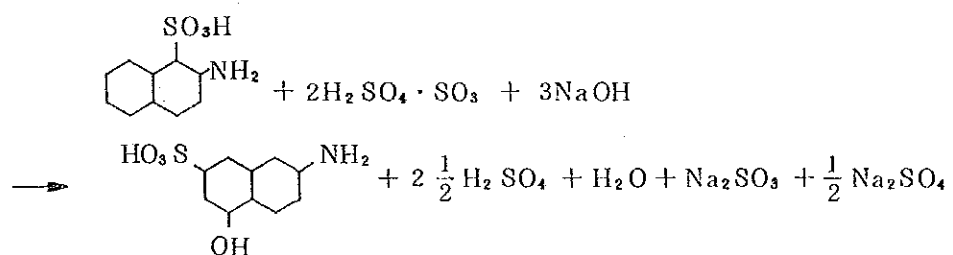
○ アルカリフュージョン



○ 酸化



<総合>



(3) 操作条件

詳細は表Ⅳ-7に示すが、各装置の主要操作条件は以下のとおりであり、原料が製品となるまで117時間45分を要する。

1) 低温スルホン化装置

- 反応温度 ; 30 - 40 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 7時間50分

2) 高温スルホン化装置

- 反応温度 ; 110 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 9時間55分

3) 加水分解装置

- 反応温度 ; 110 - 120 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 6時間

4) 冷却装置

- 操作温度 ; 120 → 30 °C
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 5時間55分

5) J酸中間体濾過

- 形 式 ; 減圧葉状濾過 (ム-ア型) (-400 mmHg)
- 総所要時間 ; 5時間40分

6) 濃縮装置

- 濃縮温度 ; 100 °C以上
- 操作圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 21時間55分

7) アルカリフュージョン装置

- 反応温度 ; 180 - 190 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 26時間10分

8) 酸化装置

- 反応温度 ; 100 °C
- 反応圧力 ; 常圧

- 総所要時間；3時間30分
- 9) 製品ペースト吸引濾過装置
 - 形 式 ；減圧葉状濾過（ムーン型）
 - 総所要時間；3時間50分
- 10) 製品吸引濾過器
 - 形 式 ；吸引濾過
 - 総所要時間；7時間
- 11) 製品乾燥装置
 - 形 式 ；槽内攪拌式加熱真空乾燥器
 - 総所要時間；20時間

表 IV-7 J 酸製造設備操作条件

項目	ユニット	スルホン化 (1次/2次) (R-301A・B/R-302A・B・C)	加水分解 (R-303 A/B)	洗浄 / 溶解 (R-304)	フュージョン (R-401 A・B・C)	酸化 (R-402 A・B)	備考
釜型式	1. 容量 (m ³) 2. 搅拌方式 (rpm) 3. 材質	4 m ³ × 2 / 4 m ³ × 3 錨式搅拌機 52 rpm 炭素鋼 / 炭素鋼 ジャケット (冷却 / 加熱)	12 m ³ × 2 プロペラ式搅拌機 26 rpm 炭素鋼・セラミックコーティング	4 m ³ ラセン式搅拌機 40 rpm 炭素鋼	7 m ³ × 3 錨式搅拌機 40 rpm 炭素鋼 スチーム加熱ジャケット	12 m ³ × 2 炭素鋼・セラミックコーティング	
反応式	主反応 副反応	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 \xrightarrow{30-40^\circ\text{C}} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4 \cdot \text{SO}_3 \xrightarrow{105-115^\circ\text{C}} \text{C}_6\text{H}_3(\text{NH}_2)(\text{SO}_3\text{H})_2 + \text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{酸性}} \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{SO}_4$ $2 \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{Na}_2\text{SO}_4 \xrightarrow{\text{酸性}} 2 \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{SO}_4$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{Na} + \text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{Na} + \text{H}_2\text{O}$ $\text{H}_2\text{SO}_4 + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{Na}_2\text{SO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{Na} + 2\text{NaOH} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{ONa} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O}$	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{ONa} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{OH} + \text{Na}_2\text{SO}_4$ $\text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{OH} + \text{Na}_2\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{C}_6\text{H}_4(\text{NH}_2)\text{SO}_3\text{H} + \text{H}_2\text{O} + \text{SO}_2 \uparrow$	
仕込順序等	1. 第1成分 2. 第2成分 3. 第3成分	(1次) 1. 20% 発煙硫酸 4230 Kg (846 Kg*) 分子比 2.88 2. 吐氏酸 (≧90%) 900 Kg (819 Kg*) 分子比 1.00 (2次) 1. 1次スルホン化物 昇温 30-40℃ → 110℃ (2HR)	1. フィルター洗浄液 6000 - 6500ℓ 2. 芒硝水 800 Kg* 3. スルホン化物 2600 - 3000ℓ		1. 42% NaOH 1400ℓ (1220 Kg*) 2. ジスルホン酸ソーダ溶液 (≧170g/ℓ) 500 Kg*	1. アンモニウム基酸母液 2600 - 3000ℓ 2. 製品抽出液 2000ℓ 3. フュージョン化物	* 100%換算
反応終了	判定基準	(1次) 30-40℃, 2HR SO ₃ 3-5% (2次) 110℃, 7HR	110 ~ 120℃, 3HR 酸度 550 - 700g/ℓ NH ₂ 値 < 13g/ℓ 芒硝 > 30g/ℓ		180 - 190℃, 22HR	100℃, 1HR 酸度 > 50g/ℓ	

(4) プロセスフロー

概略フローシートを図Ⅳ-21, 詳細フローシートを図Ⅳ-22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4.3以降で個別に述べる。

図 IV-21 J 酸製造設備概略フローシート

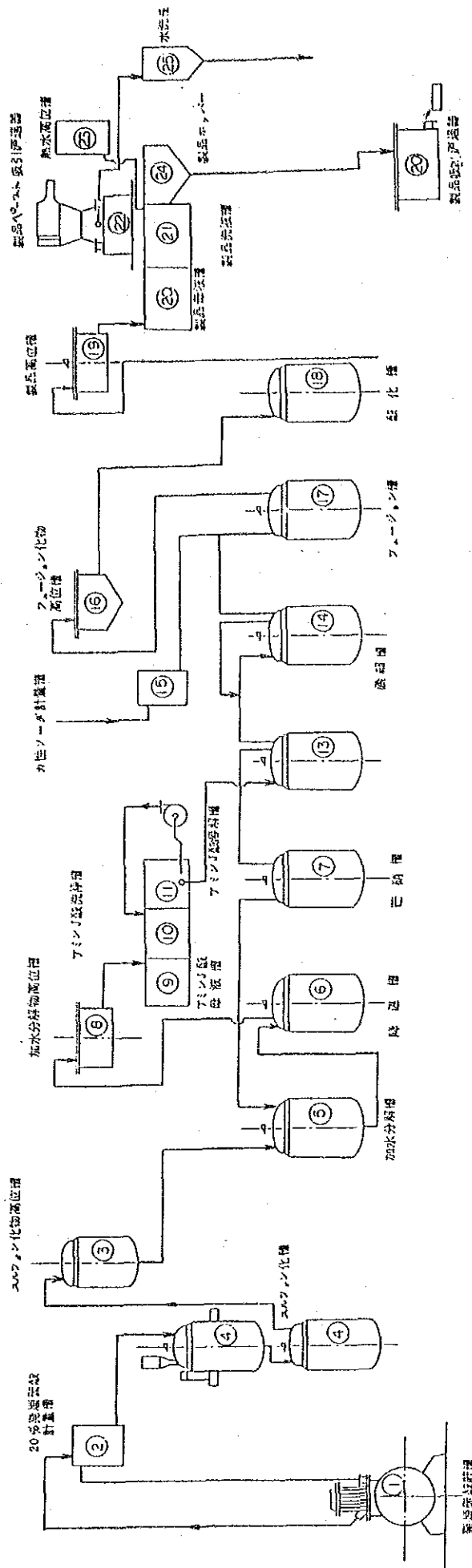
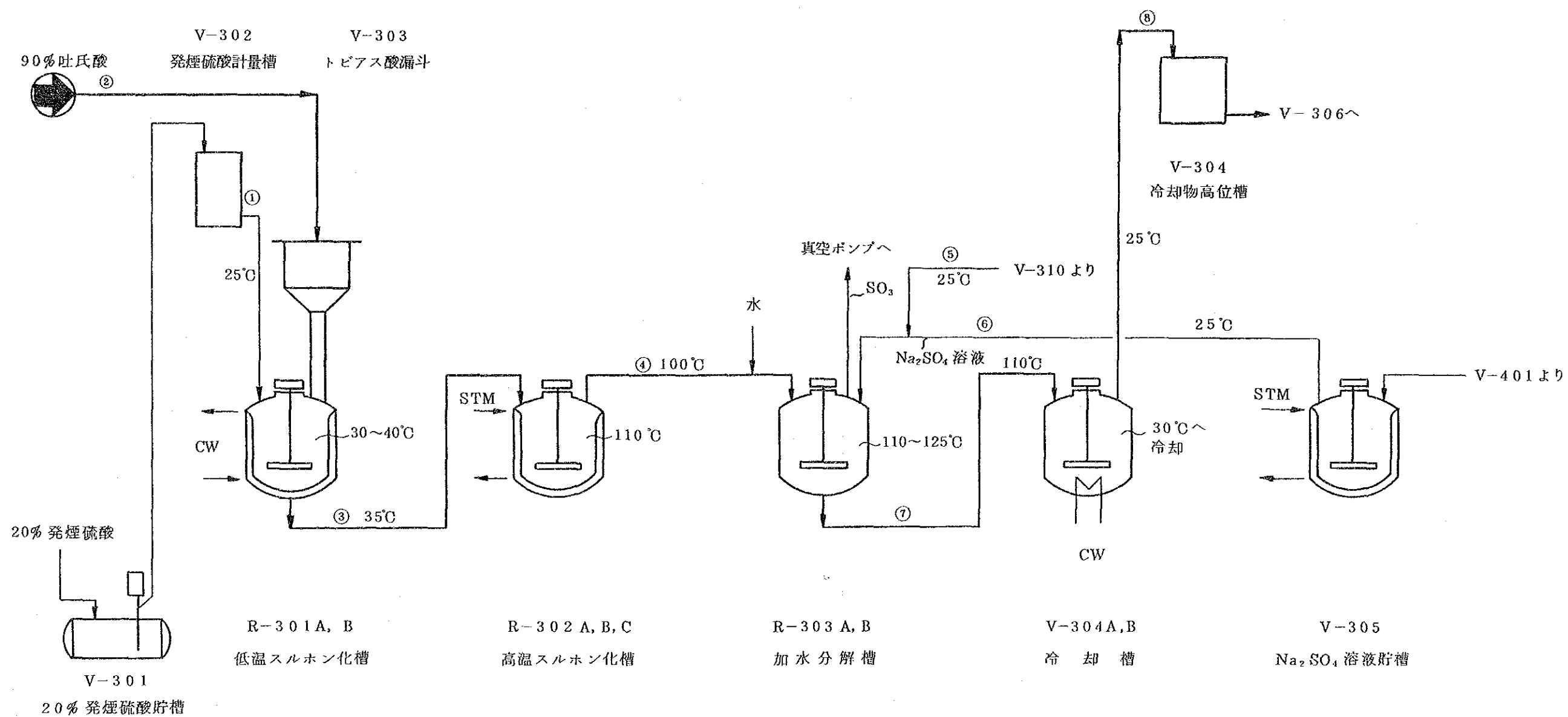


図 IV-22 J酸 製造設備
プロセスフローシート
(その1)

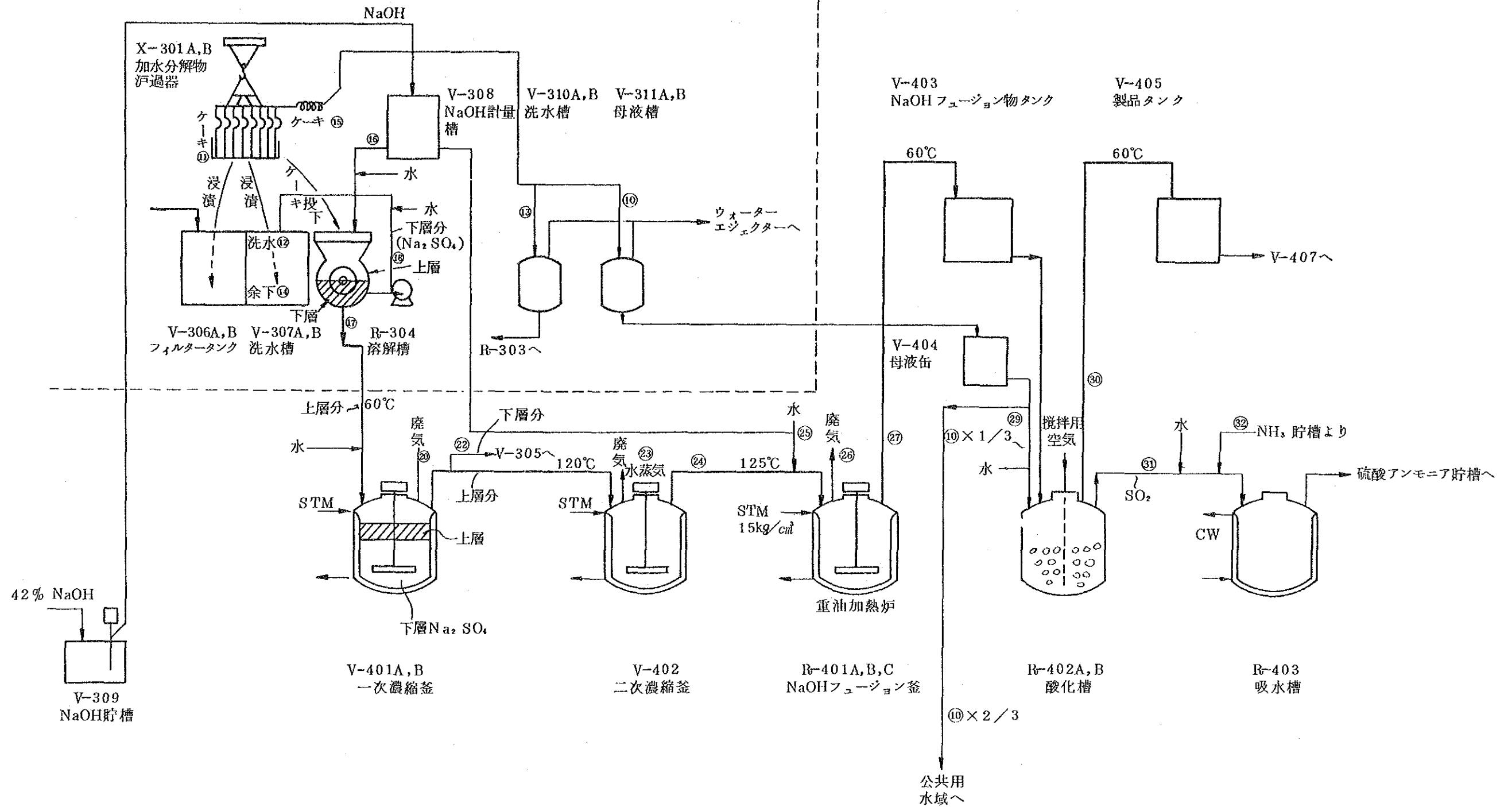
スルホン化工程-1



図IV-22 J酸 製造設備
プロセスフローシート
(その2)

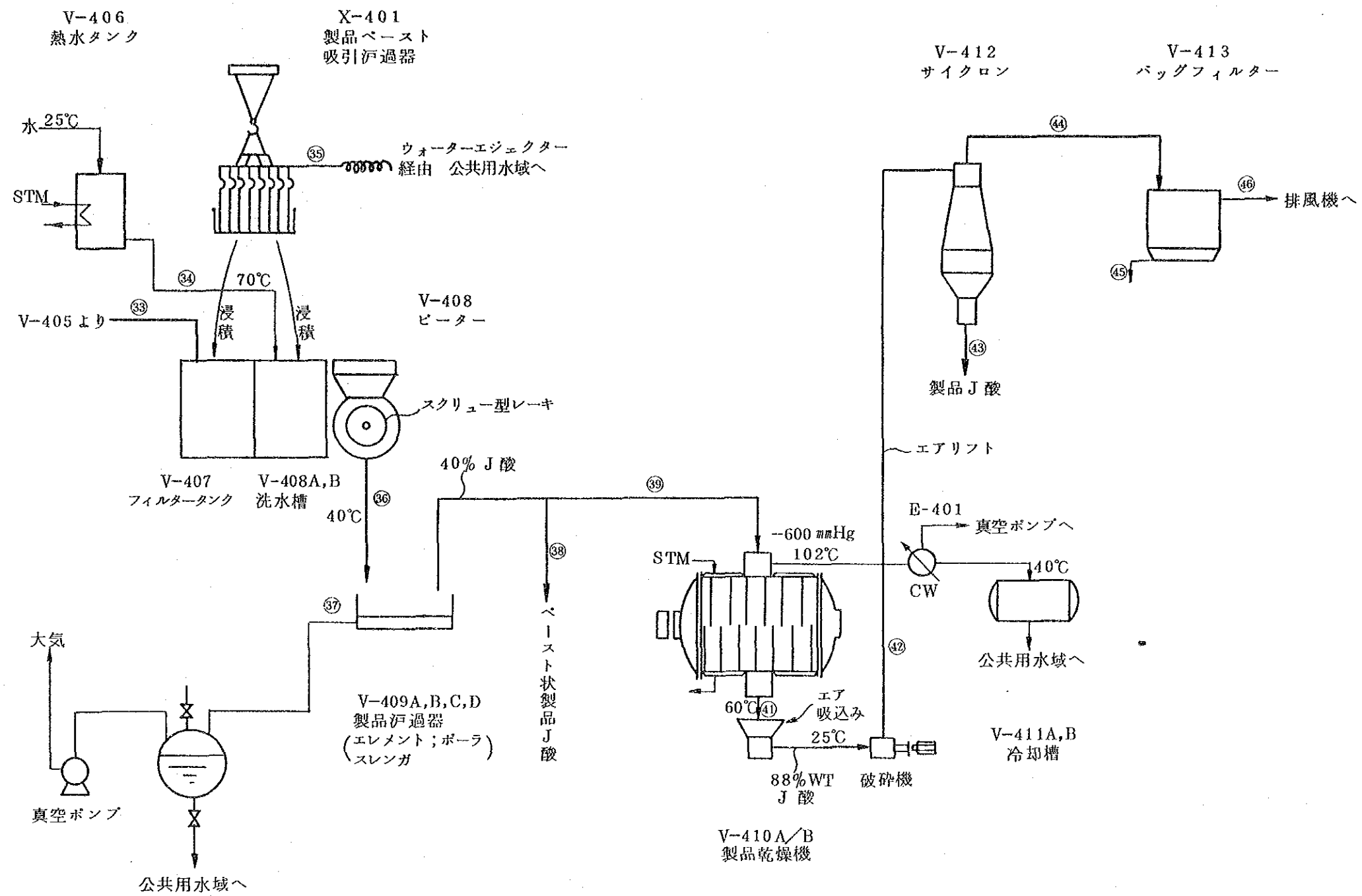
スルホン化工程-2

アルカリフュージョン工程-1



図IV-22 J酸 製造設備
プロセスフローシート
(その3)

NaOHフュージョン工程-2



4.2 機 器

現状分析

- (1) 主要機器リストを表Ⅳ-8, 平面配置図を図Ⅳ-23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) 発煙硫酸・カ性ソーダなどの強酸・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(炭素鋼), その他の部分はプラスチック製・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, 流体の粘度などに対応して錨式またはパドル式を採用している。
- (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。

問題点

問題点については4.3以降で個別に述べる。

4.3 原 単 位

現状分析

(1) 原材料原単位

原材料として, 吐氏酸・発煙硫酸・カ性ソーダを以下のとおり使用している。(J酸1トン当り)

- 吐氏酸(100%換算) ; 1.525トン
- 20%発煙硫酸 ; 7.250トン
- 42%カ性ソーダ(100%換算); 1.600トン

(2) 用役原単位

用役として中圧スチーム・低圧スチーム・電気・用水を以下のとおり使用している。

(J酸1トン当り)

- 中圧スチーム; 5.15トン (5.423×10^6 kcal)
- 低圧スチーム; 10.46トン (9.414×10^6 kcal)

○ 電 気	;	980KWH (2.793 × 10 ⁶ kcal)
○ 用 水	;	539トン (3.072 × 10 ⁵ kcal)
		(合計) 1.794 × 10 ⁷ kcal

なお総合エネルギー利用率は約33%である。

(3) 主要排出物原単位

主要排出物は以下のとおり発生している。(J酸1トン当り)

○ アミノJ酸母液 (液体)	;	12トン (7,728トン/年)
○ J酸母液 (液体)	;	12トン (7,728トン/年)
○ J酸洗浄廃液 (液体)	;	20トン (1,2880トン/年)
○ 亜硫酸ガス	;	0.066トン (43トン/年)
○ 濃縮廃気 (気体)	;	2.767トン (1,782トン/年)
○ アルカリフュージョン廃気 (気体)	;	1.020トン (657トン/年)

問題点

問題点は見られない。

4.4 収 率

現状分析

(1) 吐氏酸からのJ酸収率は、南京化工廠のマスバランスに基いた計算値は118.3%になる
ので、マスバランスが正確でないと考えられる。1984年実績原単位に基く収率は70.6
%である。

(2) 装置別の収率は詳細を図IV-24に示すが概要以下のとおりである。

1) 低温スルホン化	;	100%
2) 高温スルホン化	;	100%
3) 加水分解	;	110.4% (マスバランスが正確でない)
4) アルカリフュージョン	;	126.5% (")
5) 酸 化	;	108.5% (")
総 合	;	118.3%

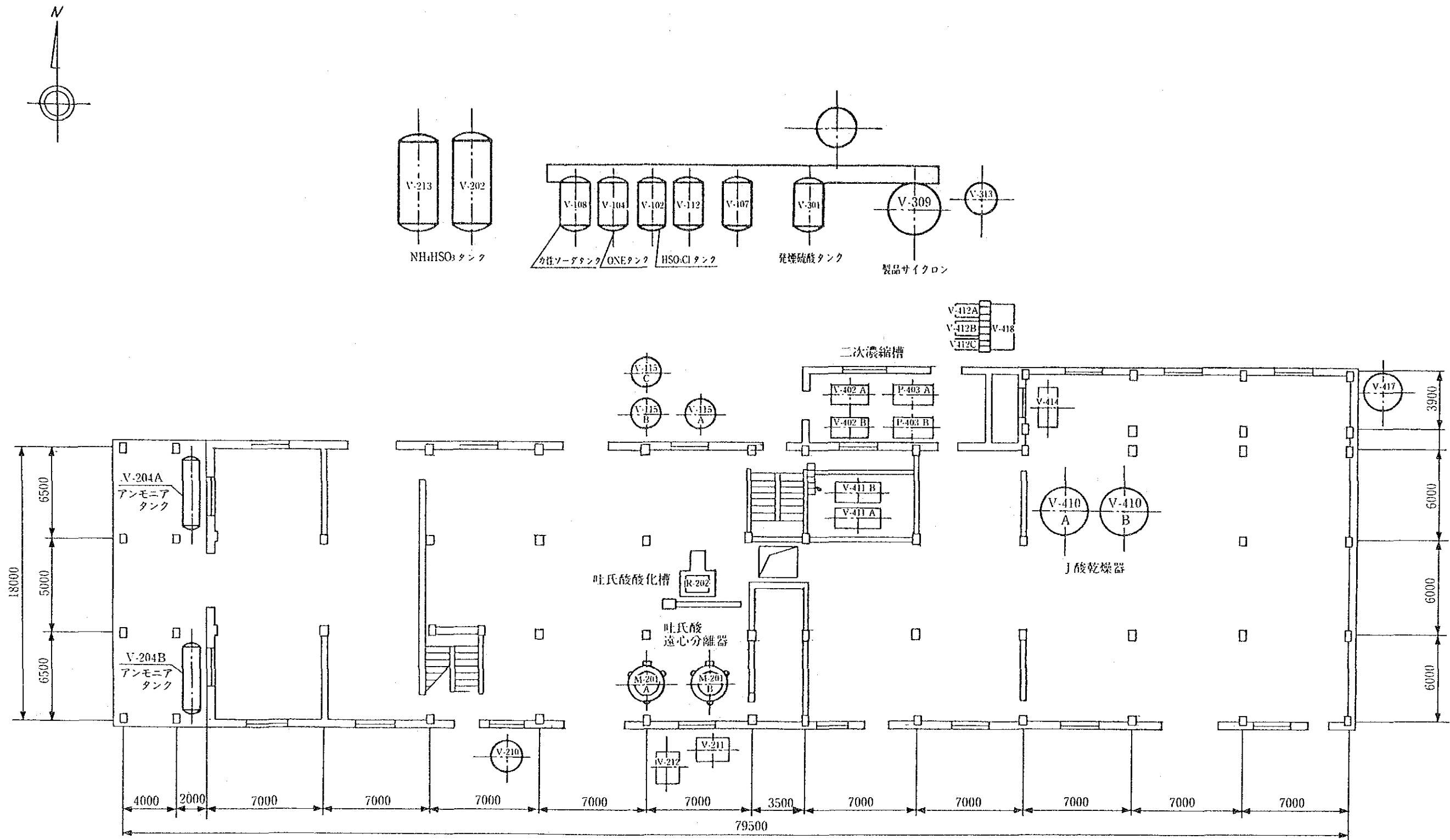
表IV-8 J酸製造設備機器仕様一覧表
(1/2)

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	適用法規	圧 力 (kg/cm ² G)	温 度 (°C)	比 重	粘 度 (CP)	要	否	屋 内	屋 外		
R-301A・B	低温スルホン化装置	2		縦型攪拌槽	鋼板	4 m ³	Ø1600×2499×16	吐氏酸、硫酸			40					○		錨式攪拌機, ジャケット	
R-302A・B・C	高温スルホン化装置	3		"	鋼板	4 m ³	Ø1600×2499×16	"			110				○		錨式攪拌機, ジャケット		
R-303A・B	加水分解装置	2		"	鋼板/セラミック	12 m ³	Ø2400×3700×14	" , 水			125				○		プロペラ式攪拌機		
R-304	溶解装置	1		ビーター	鋼板	4 m ³	Ø2500×1500×1250	加水分解物			常温				○		ラセン式攪拌機		
R-401A・B・C	アルカリフュージョン装置	3		縦型攪拌槽	鋼板	7 m ³	Ø1800×3172×18	加水分解物 カ性ソーダ			190				○		錨式攪拌機, ジャケット	12ヶ月 (6ヶ月毎点検)	
R-402A・B	酸化装置	2		縦型槽	鋼板/セラミック	12 m ³	Ø2400×8700×14	フュージョン化物 硫酸			100				○		エア-パブリック		
R-403	吸収装置	1		"				硫酸 アンモニア			100				○		ジャケット		
V-301	発煙硫酸タンク	1		横型槽	鋼板	8 m ³		20%発煙硫酸			25					○			
V-302	" 計量槽	1		縦型槽	鋼板	1.5 m ³	Ø1200×1800	"			25					○			
V-303A・B	吐氏酸ホッパー	2		ホッパー	鋼板			吐氏酸			常温					○			
V-304A・B	冷却槽	2		縦型槽	鋼板/セラミック	12 m ³	Ø2400×3350×12	加水分解物			30					○		プロペラ式攪拌機, 熱交	
V-305	芒硝溶液貯槽	1		縦型攪拌槽	鋼板	6 m ³	Ø1800×3000	芒硝溶液			120					○		錨式攪拌機, ジャケット	
V-306A・B	原液槽	2		箱型槽	鋼板/セラミック	4 m ³	Ø3000×1500×1300	加水分解物			25					○			
V-307A・B	洗水槽	2		"	鋼板/セラミック	4 m ³	Ø3000×1500×1300	水, 芒硝			常温					○			
V-308	カ性ソーダ計量槽	1		縦型槽	鋼板	2 m ³		カ性ソーダ			常温					○			
V-309	カ性ソーダタンク	1		"	鋼板	8 m ³	Ø2200×3517×10	"			常温					○			
V-310A・B	洗水貯槽	2		"	プラスチック	6 m ³		洗水			25					○			
V-311A・B	母液貯槽	2		"	プラスチック	6 m ³		硫酸			25					○			
V-401A・B	一次濃縮槽	2		縦型攪拌槽	鋼板	8 m ³	Ø2000×3800×16	加水分解物ケーキ			120					○		攪拌機, ジャケット	
V-402	二次濃縮槽	1		"	鋼板	8 m ³	Ø1800×4500×16	"			125					○		攪拌機, ジャケット	
V-403	フュージョン生成物槽	1		縦型槽	鋼板	10 m ³		フュージョン化物			60					○			
V-404	母液貯槽	1		"	プラスチック	6 m ³		硫酸			25					○			
V-405	製品タンク	1		縦型槽	鋼板/セラミック	12 m ³	Ø3000×2000×12	J酸, 芒硝			60					○			
V-406	熱水タンク	1		"	鋼板	1.5 m ³	Ø1200×1300×8	熱水			70					○		熱交	
V-407	原液槽	1		箱型槽	鋼板/セラミック	4 m ³		J酸, 芒硝			60					○			
V-408	洗水槽	1		"	鋼板/セラミック	4 m ³		洗水			70					○			
V-408	ビーター	1		ビーター	鋼板	4 m ³	Ø3000×2000×1200	J酸			40					○			
V-409	製品ろ過器	3		ヌッチェ式吸引ろ過	鋼板/セラミック	7 m ³	Ø3000	"			常温					○			
V-410A・B	製品乾燥器	2		パドルドライヤー	鋼板	2 m ³		"		-600mmHg	102					○		ジャケット, 空送系	
V-411A・B・C	冷却水槽	3		横型槽	鋼板	1.5 m ³		水			40					○			
V-412	サイクロン	1		サイクロン	鋼板			J酸, 空気			常温					○			
V-413	バグフィルター	1		バグフィルター	鋼板			"			常温					○			
X-301A・B	加水分解物ろ過器	2		葉状吸引ろ過	プラスチック	16 m ³		加水分解物		-400mmHg	30					○		クレーン, 真空系	

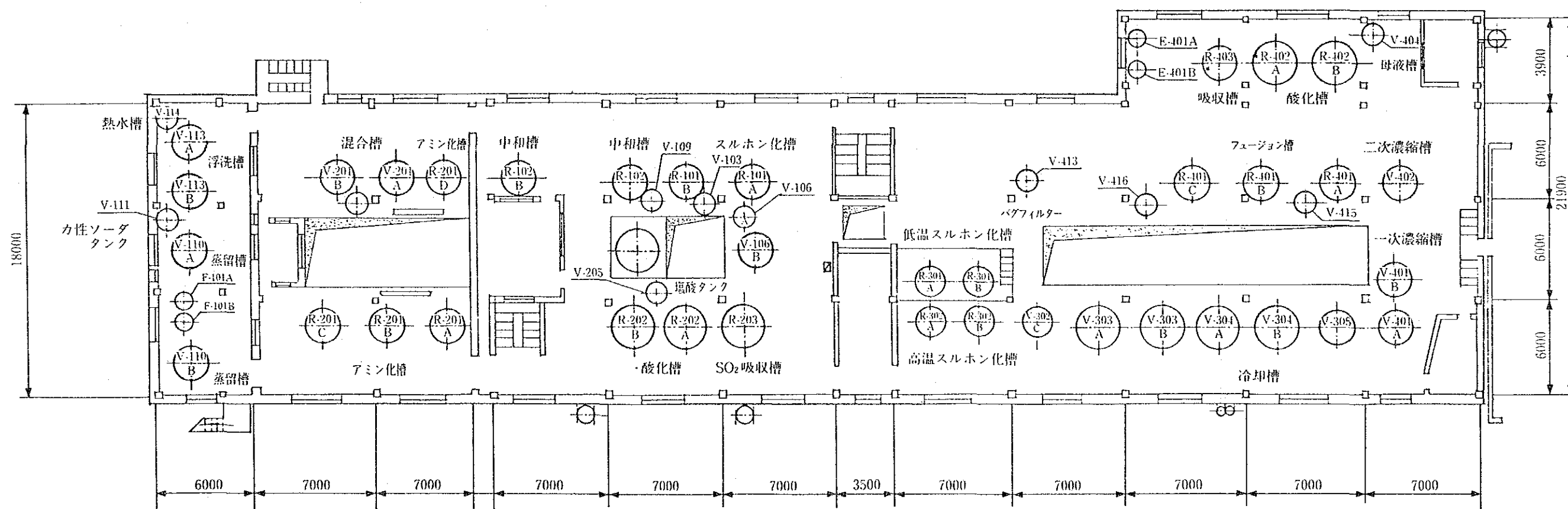
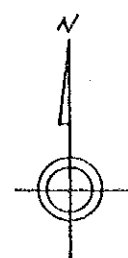
表IV-8 J酸製造設備機器仕様一覧表
(2/2)

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	適用法規	圧力 (kg/cm ² G)	温度 (°C)	比重	粘度 (CP)	要	否	屋内			屋外
X-401	製品吸引濾過器	1		葉状吸引濾過	プラスチック	12m ²		J 酸		-400mmHg	60					○		クレーン、真空系	
E-401	真空凝縮器	2		熱交換器	鋼板	20m ²		水		-600mmHg	102					○		真空系	

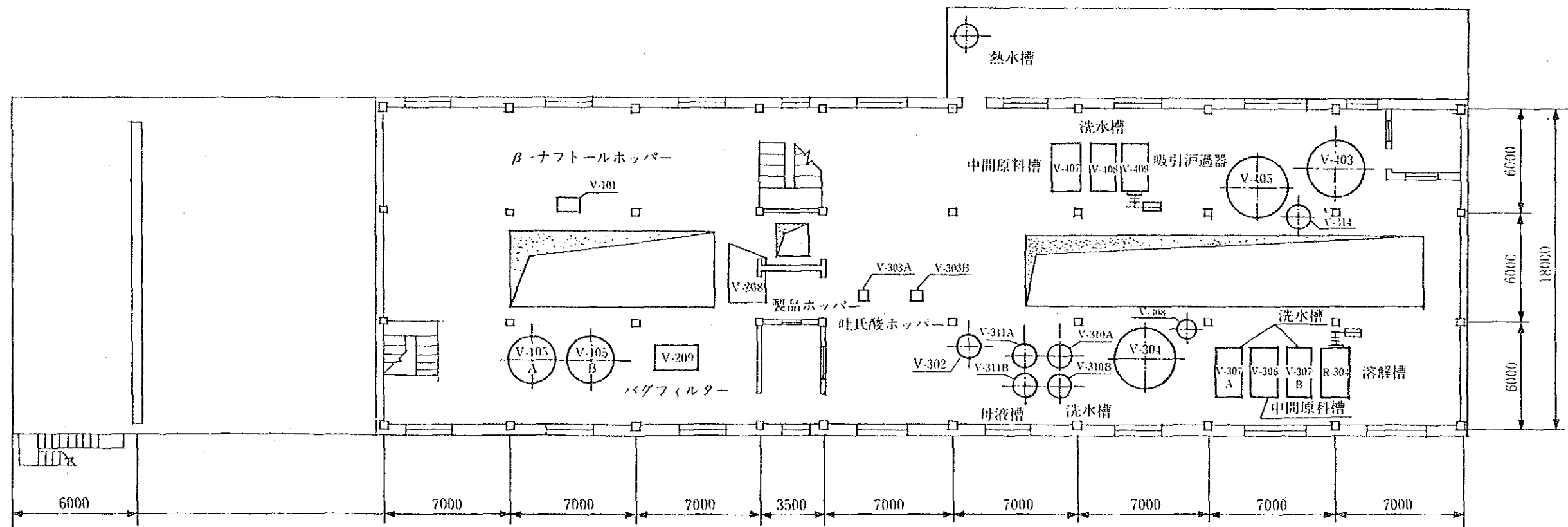
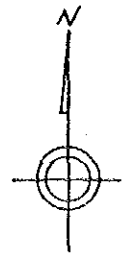
図IV-23 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(1階; ±0.00)
 (その1)



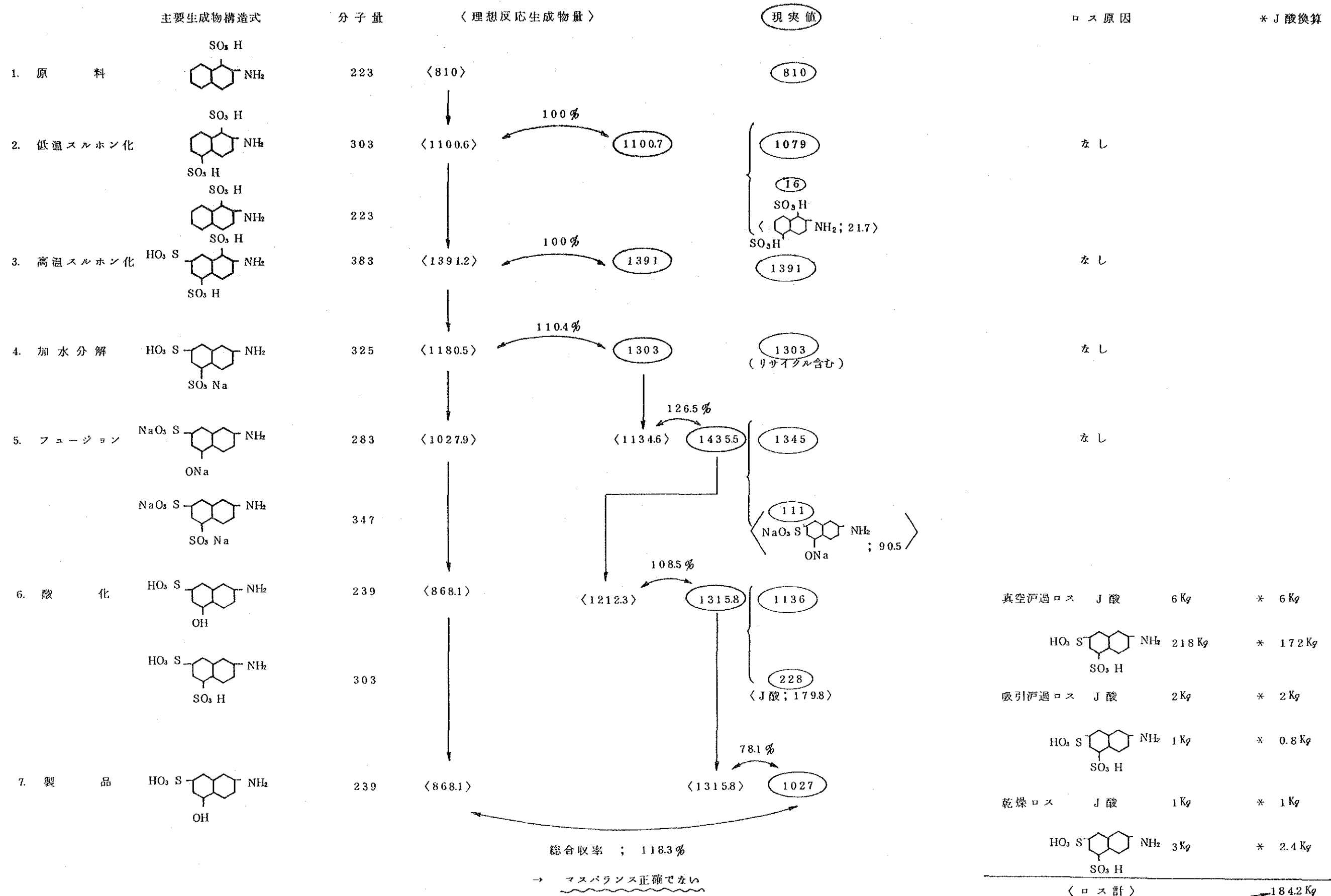
図IV-23 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(2階; +6.00)
 (その2)



図IV-23 吐氏酸・J酸製造設備
 平面配置図(3階; +12.00.)
 (その3)



図IV-24 J酸収率



84年実績原単位ベース収率(90%)吐氏酸 1.469 T/T → 理論値 0.933 T/T ; 収率 70.6% → ロス 255.2Kg

問題点

収率計算の基礎となるマスバランスが正確でないので、問題点の有無は不明である。

4.5 生産能力

現 状

- (1) 設計能力は900トン/年であり、過去5年間の最大生産量は1984年実績の644トン/年であった。
- (2) 年間稼働日数は回分式操作、手動制御方式、機器の補修頻度が高いことなどの理由により300日間である。
- (3) 装置別能力の詳細を図Ⅳ-25に示す。

現在設計能力を律している装置は、一次濃縮装置・二次濃縮装置・乾燥装置であり他の装置は何れも約1,000トン/年以上の生産能力を保有している。

問題点

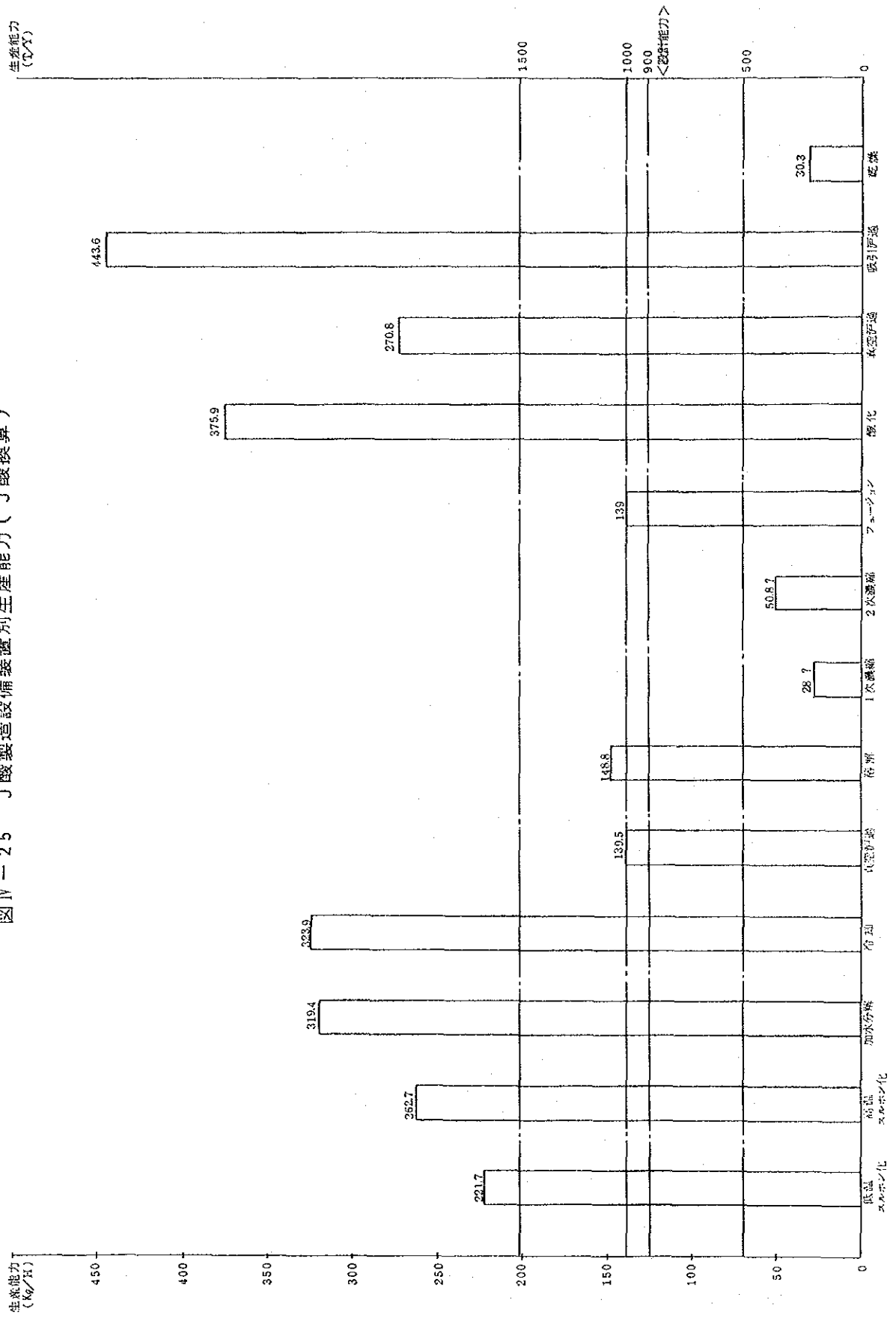
- (1) 一次濃縮装置・二次濃縮装置および乾燥装置の生産能力は異常に低いのが、これは南京化工廠作成のマスバランスに基づいて計算した値である。実際の生産能力はこれより高いと見られるので、マスバランスを再点検する必要がある。

4.6 特殊機器

現状分析

- (1) 特殊機器とは、固液分離装置などであるが、J酸製造設備には加水分解物濾過装置・製品ペースト吸引濾過装置・製品吸引濾過装置・製品乾燥装置がある。
- (2) 加水分解物濾過装置は真空葉状濾過（ムーア式）方式であり、濾布はナイロン布（濾過面積 $16\text{ m}^2 \times 2$ 台）を使用し真空度は -400 mmHg であり、濾過ケーキとして2-ナフチルアミン・5-スルホン酸ソーダ・7-スルホン酸を分離している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は5時間40分である。

図 IV-25 J 酸製造設備装置別生産能力 (J 酸換算)



- (3) ◦ 製品ペースト吸引濾過装置は真空葉状濾過（ムーア式）方式であり、濾布はナイロン布（濾過面積 $16\text{ m}^2 \times 1$ 台）を使用し、真空度は -400 mmHg であり、濾過ケーキとして、粗J酸を分離している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は3時間50分である。
- (4) ◦ 製品吸引濾過装置は吸引濾過（ヌッチェ式）方式であり、濾材として多孔質レンガ（ $7\text{ m}^2 \times 3$ 台）を使用している。濾過ケーキとしてペースト状のJ酸を分離している。
 - 操作はすべて手動操作であり、総所要時間は7時間である。
 - 濾過分離したペースト状のJ酸中には56%の水分が含まれている。
- (5) ◦ 製品乾燥装置は横型槽内攪拌式加熱真空乾燥器（パドルドライヤー）方式であり、製品J酸を乾燥している。
 - 乾燥前のペースト状のJ酸中の水分は56%で、乾燥後の粉体中の水分は8.8%であり、目標値の3%に達していない。
 - 乾燥器内圧力は 600 mmHg で、乾燥温度は 102°C であるが、製品品質を悪化させないためにこれ以上温度は上げられない。
 - 乾燥器への投入は全て人力であり、乾燥所要時間は20時間である。

問題点

- (1) 加水分解物濾過装置の問題点は以下のとおりである。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
 - 大気開放型であるため作業環境上好ましくない。
- (2) 製品ペースト吸引濾過装置の問題点は以下のとおりである。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
 - 大気開放型であるため作業環境上好ましくない。
- (3) 製品吸引濾過装置の問題点は以下のとおりである。
 - 操作所要時間が長い。
 - 手動操作であるため操作が繁雑である。
- (4) 製品乾燥装置の問題点は以下のとおりである。
 - 乾燥後の製品中の水分を3%まで下げる必要がある。

4.7 排出物処理

現状分析

- (1) 加水分解物濾過装置の母液の3分の1は酸化装置に戻して再使用されるが、残る3分の2は公共用水域に放流されている。

この放流されている廃水中には約50%の硫酸が含まれている。

問題点

- (1) 加水分解物濾過装置の母液の内、公共用水域へ放流されている廃水を濃縮して、硫酸と水が95:5の比率になるようにして再使用したいと南京化工廠では希望している。

4.8 品質管理

現状分析

- (1) J酸製造装置の原料として吐氏酸を使っているが、この吐氏酸中に種々の異性体が含まれ、これらがスルホン化されることにより更に多くの異性体が生成すると考えられるが、現在これらの異性体の定量方法が未確立である。
- (2) 種々の異性体を含む物質がアルカリフュージョン反応を経ると更に多くの異性体が生成すると考えられるが、現在これらの異性体の分析方法が未確立である。
- (3) 製品J酸中にも異性体が含まれていると考えられるが、現在これらの異性体の分析方法が未確立である。

問題点

- (1) スルホン化・アルカリフュージョン反応での異性体を定量することにより副反応の増減を掌握し、反応条件を調節することにより反応を最適化し、副反応を抑制する必要がある。それにはこれらの異性体の定量方法を確立する必要がある。
- (2) 製品J酸中の異性体の定量方法を確立し、J酸の品質向上のための対策を研究する必要がある。

5. 周位酸製造設備

5.1 プロセスフロー

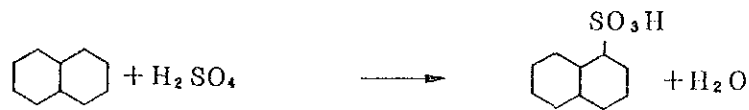
現状分析

(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。

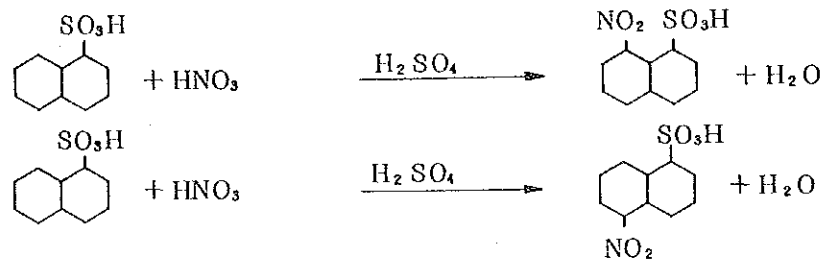
(2) プロセスは大部分反応装置により構成されており、操作は回分操作である。製品の周位酸とともにその異性体のローレント酸を併産している。

反応はスルホン化・ニトロ化・中和・還元・酸化とからなり、各々の反応器中での主反応は以下のとおりである。

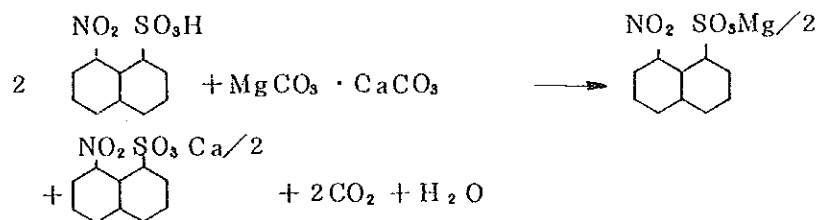
○ スルホン化

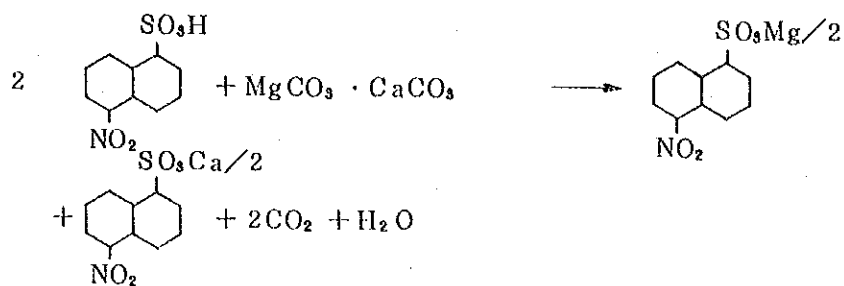


○ ニトロ化

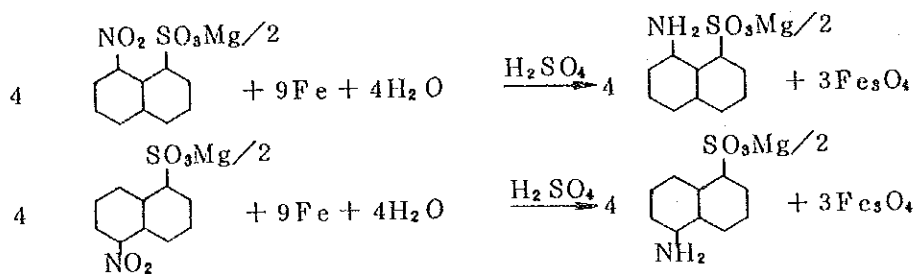


○ 中和

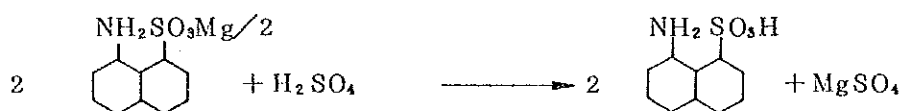




○ 還元



○ 周位酸酸化



○ ローレント酸酸化



4) 石膏濾過

- 形 式 ; 吸引濾過 (500 mmHg)
- 総所要時間 ; 5 時間

5) 還 元

- 反応温度 ; 100 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 10 時間 30 分

6) 鉄泥濾過

- 形 式 ; 吸引濾過 (500 mmHg)
- 総所要時間 ; 14 時間

7) 周位酸酸化

- 反応温度 ; 90 - 92 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 7 時間

8) 周位酸濾過と遠心分離

- 形 式 ; 吸引濾過と遠心分離機
- 総所要時間 ; 9 時間

9) ローレント酸酸化

- 反応温度 ; 90 °C
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 5 時間

10) ローレント酸遠心分離

- 形 式 ; 遠心分離機
- 総所要時間 ; 4 時間

(4) プロセスフロー

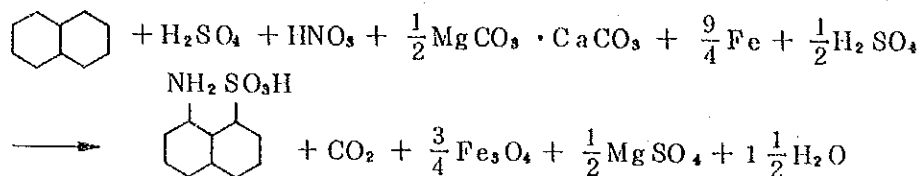
概略フローシートを図Ⅳ-26, 詳細フローシートを図Ⅳ-27に示す。プロセス全体として反応部分は大気開放型であり, また計装制御機器・自動化機器はほとんどみられず, 手動制御方式となっている。

問題点

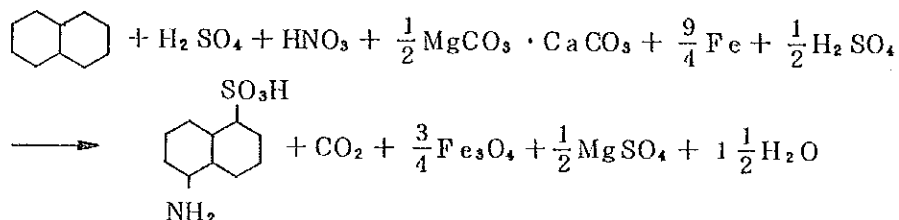
問題点については 5.3 以降で個別に述べる。

< 総 合 >

○ 周位酸



○ ローレント酸



(3) 操作条件

詳細は表Ⅳ-9に示すが、各装置の主要操作条件は以下のとおりであり、原料が製品となるまで80時間を要する。

1) スルホン化装置

- 反応温度 ; 58-80℃
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 8時間

2) ニトロ化装置

- 反応温度 ; 25-28℃
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 14時間30分

3) 中 和

- 反応温度 ; 40-60℃
- 反応圧力 ; 常圧
- 総所要時間 ; 3時間

表 IV-9 周位酸製造設備操作条件

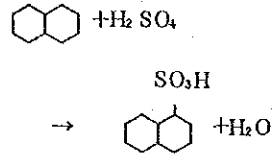
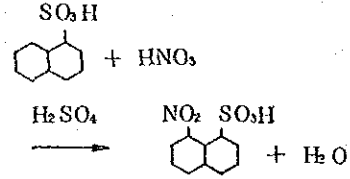
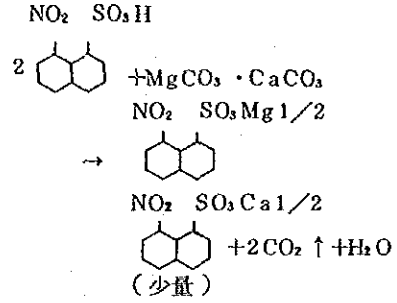
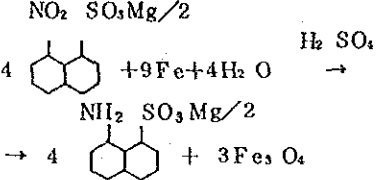
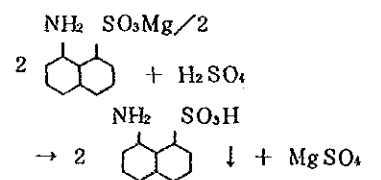
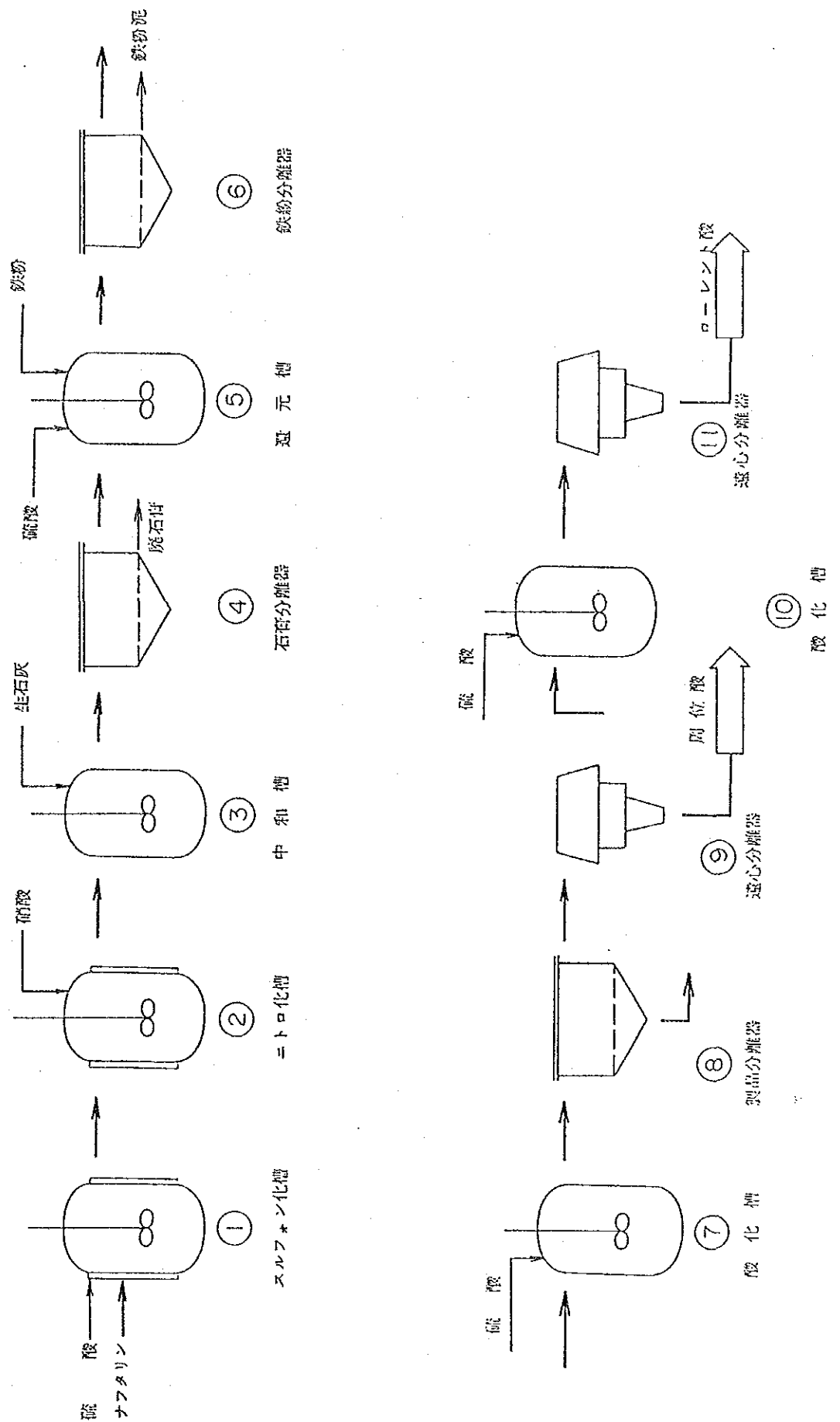
項目	ユニット	スルホン化 (R-1)	ニトロ化 (R-2 A・B)	中和 (R-3)	還元 (R-4 A・B・C・D)	酸化 (R-6/R-5 A・B)	備考
釜型式	1. 容量 (m³) 2. 搅拌方式 (rpm) 3. 材質	2.2m³ 框式搅拌机 100rpm 鑄鉄・炭素鋼 冷却・加熱ジャケット	2.2m³ 框式搅拌机 100rpm 鑄鉄・炭素鋼 加熱ジャケット	10m³ プロペラ式搅拌机 60rpm 炭素鋼・セラミックコーティング 直接蒸気加熱	7m³ プロペラ式搅拌机 100rpm 炭素鋼・セラミックコーティング 直接蒸気加熱	10m³/10m³×2 プロペラ式/プロペラ式 /60rpm 炭素鋼・セラミック/炭素鋼・セラミック ステンレス蛇管熱交/ステンレス蛇管熱交	
反応式	主反応 副反応						
仕込順序等	1. 第1成分 2. 第2成分 3. 第3成分	1. ナフタリン (固体, 99.5%) 500Kg (497.5Kg*) 分子比 1.00 2. 硫酸 (98%) 535Kg (524.3Kg*) 分子比 1.3765 3. 硫酸 (98%) 607Kg (594.8Kg*) 分子比 1.5617	1. スルホン化物 1642Kg 2. HNO3 (68±0.5%) 241.2Kg* 分子比 0.9850	1. ニトロ化物 2000Kg 2. 周位酸洗水 2000L 3. 白雲石 (MgO含量≥20%) 1050 - 1100Kg 4. 石膏洗水 3500L	1. 鉄泥洗水 (20±5g/L) 1000L 2. 鉄粉 250Kg 3. 硫酸 (98%) 18.5Kg 4. 中和残液 (120-140g/L) 3500 - 4000L 5. 酸化マグネシウム (93%) 8 - 10Kg	(同位酸) 1. 還元生成物 2. H2SO4 (20-24%) 400L (ローレント酸) 1. 還元生成物 2. H2SO4 (98%) 120Kg	* 100% 換算
反応終了	判定基準 生成物量	80℃ 0.5HR (1次 H2SO4) 60-63℃ 3HR (2次 H2SO4) 総酸度 5.6±0.5%	28-30℃, 3HR 総酸度 4.5-4.6% -NH2 値 ≥ 415g/Kg 2000Kg	(中和) 40-60℃ 1HR (洗水昇温) 80℃ 1HR (中和) PH = 6-7 8000L	(中和) 100℃, 2HR 還元率 ≥ 99%	(同位酸) 90-92℃, 1.5HR PH = 4.8-5.0 (ローレント酸) 90℃, 10min 降温, 1HR PH = 1-2	

図 IV-26 周位酸製造設備概略フローシート



5.2 機 器

現状分析

- (1) 主要機器リストを表Ⅳ-10に、平面配置図を図Ⅳ-28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) 硫酸・硝酸などの強酸や、炭酸カルシウム・炭酸マグネシウムなどの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（鑄鉄または炭素鋼）、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である。
- (4) 反応装置は攪拌効果を必要とするものが多く、流体の粘性などに対応して錨式・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ジャケットやコイルにより対応している。

問題点

問題点については5.3以降で個別に述べる。

5.3 原 単 位

現状分析

(1) 原材料原単位

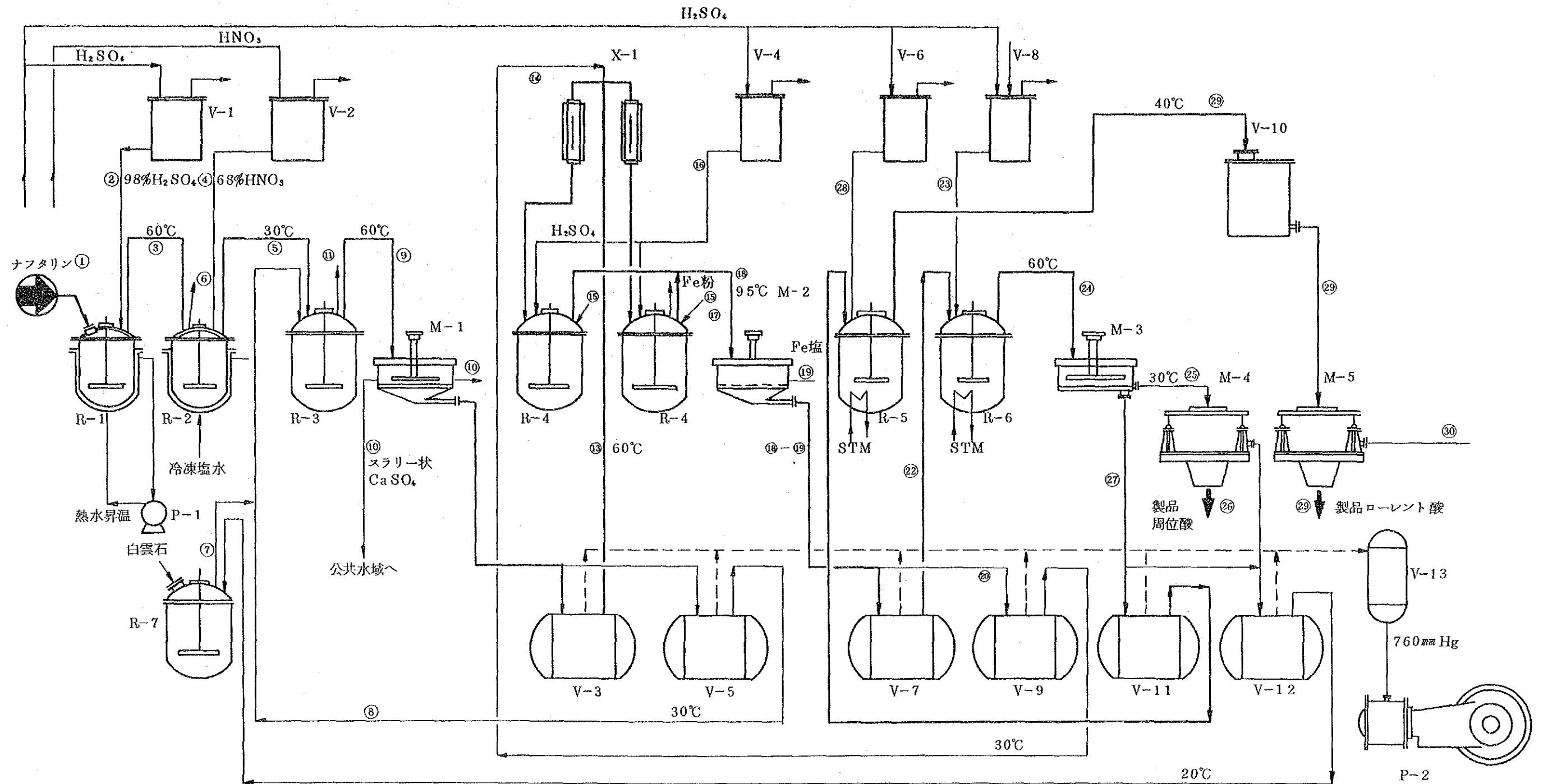
原材料としてナフタリン・硫酸・硝酸・白雲石・鉄粉・酸化マグネシウムを以下のとおり使用している。（周位酸1トン当り）

- | | |
|----------------------|------------|
| ○ ナフタリン | ； 1.163 トン |
| ○ 硫酸（含有量98%以上） | ； 3.295 トン |
| ○ 硝酸（含有量98%以上） | ； 0.565 トン |
| ○ 白雲石（MgO 20%以上） | ； 2.625 トン |
| ○ 鉄 粉 | ； 1.18 トン |
| ○ 酸化マグネシウム（含有量93%以上） | ； 0.039 トン |

(2) 副産物原単位

併産しているローレント酸の原単位は、周位酸1トン当り0.314トンである。

図IV-27 周位酸製造設備
プロセスフローシート



- | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---------------------------------|--------------|-----------------------|---|---|--|---------------|-------------------|--------------------|---------------|
| R-1
スルホン化槽 | R-2 A, B
ニトロ化槽 | R-3
中和槽 | M-1
石膏ろ過器 | X-1 A, B, C, D
流量計 | V-4
H ₂ SO ₄ 計量槽 | R-5 A, B
1.5 酸化槽 | R-6
1.8 酸化槽 | M-3
ペリ酸ろ過器 | M-4
ペリ酸遠心分離器 | M-5
ローレント酸遠心分離器 | V-13
真空タンク |
| | V-1
計量槽 | V-2A, B
HNO ₃ 計量槽 | | R-4 A, B, C, D
還元槽 | M-2A, B
鉄泥フィルター | V-6
H ₂ SO ₄ 計量槽 | V-8
希H ₂ SO ₄ 計量槽 | | V-10
ローレント酸高位槽 | | P-2
真空ポンプ |
| P-1
ポンプ | R-7
白雲石スラリー槽 | | | | | | | | | | |

表IV-10 周位酸製造設備機器仕様一覧表

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	適用法規	圧 力 (kg/cm ² G)	温 度 (°C)	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	3.2 m ³	Ø1350×1950×32	ナフタリン, 硫酸		4	85/90					○	○	攪拌機・ジャケット	本体3年, 付属品 0.5-3ヶ月
R-2A・B	ニトロ化装置	2		"	鋳鉄/鋼板	3.2 m ³	Ø1350×1950×32	スルホン化物, 希硝酸		4	60/-20					○	○	錨式攪拌機・ジャケット	
R-3	中和装置	1		"	鋼板/セラミック	1.0 m ³	Ø2200×3600×12	ニトロ化物, 白雲石		2.5	85					○	○	プロペラ式攪拌機	
R-4A・B・C・D	還元装置	4		"	"	6 m ³	Ø2000×3254×12	中和物, 硫酸鉄		2.5	105					○	○	プロペラ式攪拌機	
R-5A・B	1.5酸々化装置	2		"	"	1.2 m ³	Ø2200×3900×14	還元物, 硫酸		2.5/4	100					○	○	プロペラ式攪拌機, 蛇管熱交	
R-6	1.8酸々化装置	1		"	"	1.2 m ³	Ø2200×3900×14	還元物, 希硫酸		2.5/4	105					○	○	プロペラ式攪拌機, 蛇管熱交	本体10年, 付属品 3-5ヶ月
R-7	白雲石混合装置	1		"	鋼 板	4 m ³	Ø1600×2450×12	白雲石		4	常温					○	○	攪拌機	
V-1	硫酸計量槽	1		縦 型 槽	"	1 m ³	Ø1000×1500×8	98%硫酸		常 圧	常温					○	○		
V-2A・B	硝酸計量槽	2		"	1Cr18Ni9Ti	1.2 m ³	Ø1000×1600×6	希硝酸		常 圧	80/40					○	○		
V-3A・B	中和液槽	2		横 型 槽	鋼 板	1.0 m ³	Ø2200×3600×12	中和物		4	80					○	○		
V-4	硫酸計量槽	1		縦 型 槽	"	0.5 m ³	Ø 800×1050×8	98%硫酸		常 圧	常温					○	○		
V-5	石膏洗水槽	1		横 型 槽	"	5 m ³	Ø1500×3278×12	中和物洗水		4	80					○	○		
V-6	硫酸計量槽	1		縦 型 槽	"	0.5 m ³	Ø 800×1050×8	98%硫酸		常 圧	常温					○	○		
V-7A・B	還元液槽	2		横 型 槽	"	1.0 m ³	Ø2200×3600×12	還元物		4	100					○	○		
V-8	希硫酸計量槽	1		縦 型 槽	鋼板/セラミック	1.5 m ³	Ø1200×1500×10	希硫酸		常 圧	60					○	○		
V-9A・B・C	鉄泥洗水槽	3		横 型 槽	鋼 板	4 m ³	Ø1400×3304×12	還元物洗水		4	90					○	○		
V-10	ローレント酸高位槽	1		縦 型 槽	鋼板/FRP	3 m ³	Ø1600×1600×10	ローレント酸		常 圧	40					○	○		
V-11A・B	周位酸母液槽	2		横 型 槽	鋼板/セラミック	1.0 m ³	Ø2000×3600×12	酸化物		2.5	60					○	○		
V-12	周位酸洗水槽	1		"	"	6 m ³	Ø1600×3400×12	周位酸洗水		2.5	60					○	○		
V-13	真空タンク	1		縦 型 槽	鋼 板	2 m ³	Ø1000×2750×10	スチーム		-760mmHg	30					○	○		
M-1	石膏ろ過器	1		フック式 吸引ろ過器	鋼 板	7 m ²	Ø3000×1200×10	中和物		-760mmHg	80					○	○	昇降攪拌機	
M-2A・B	鉄泥ろ過器	2		"	"	7 m ²	Ø3000×1200×10	還元物		"	100					○	○	昇降攪拌機	
M-3	周位酸ろ過器	1		"	鋼板/セラミック	7 m ²	Ø3000×1200×10	酸化物		"	65					○	○	昇降攪拌機	
M-4	周位酸遠心分離機	1	AT-48	縦型遠心分離機	ステンレス		Ø1200× 650	周位酸		常 圧	40					○	○		
M-5	ローレント酸 遠心分離機	1	SG-1200A	"	ステンレス		Ø1200× 800	ローレント酸		"	40					○	○		

図IV-28 周位酸製造設備
 平面配置図(1階; ±0.0)
 (その1)

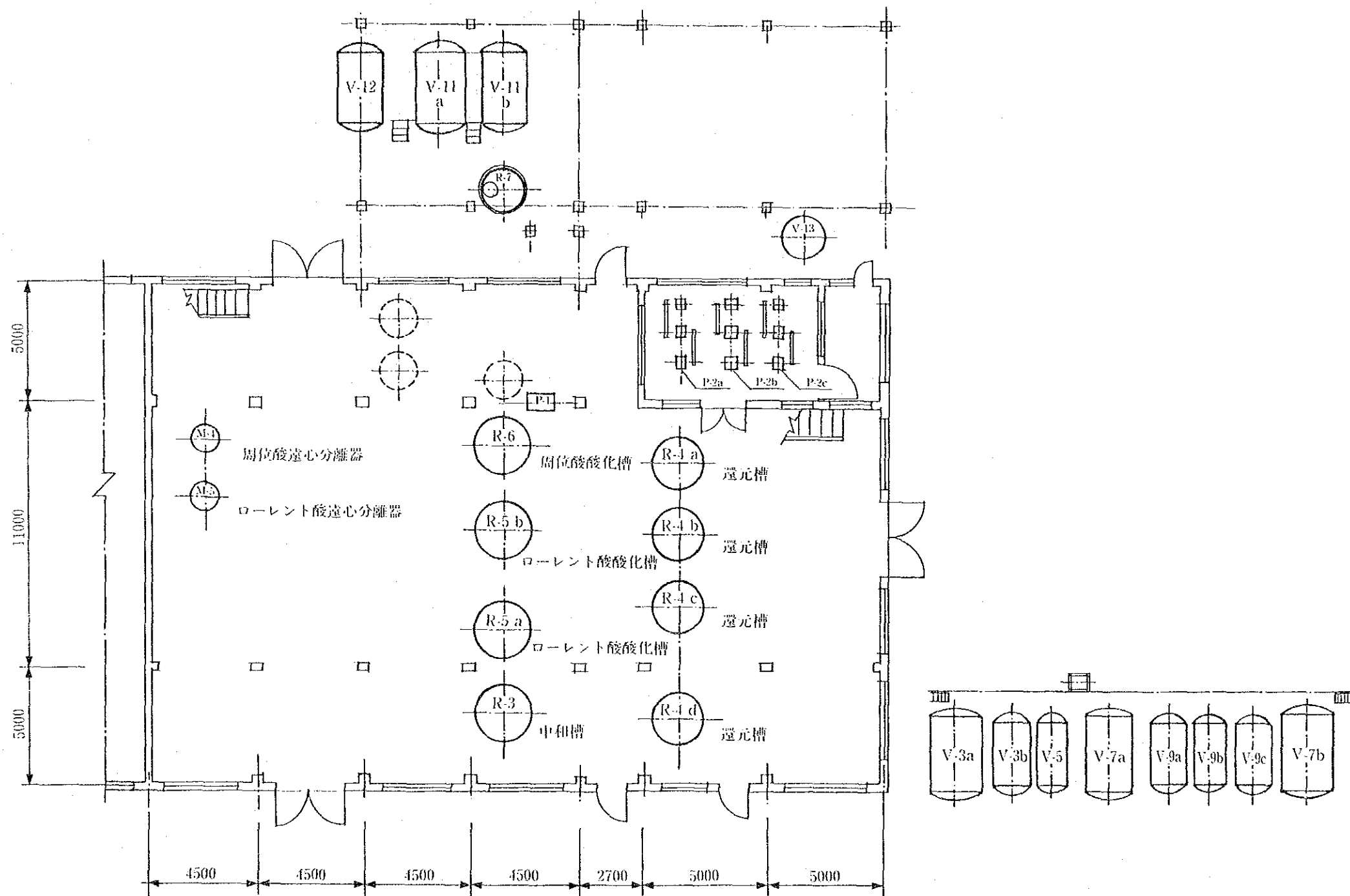
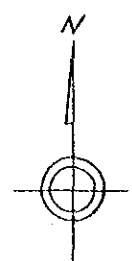
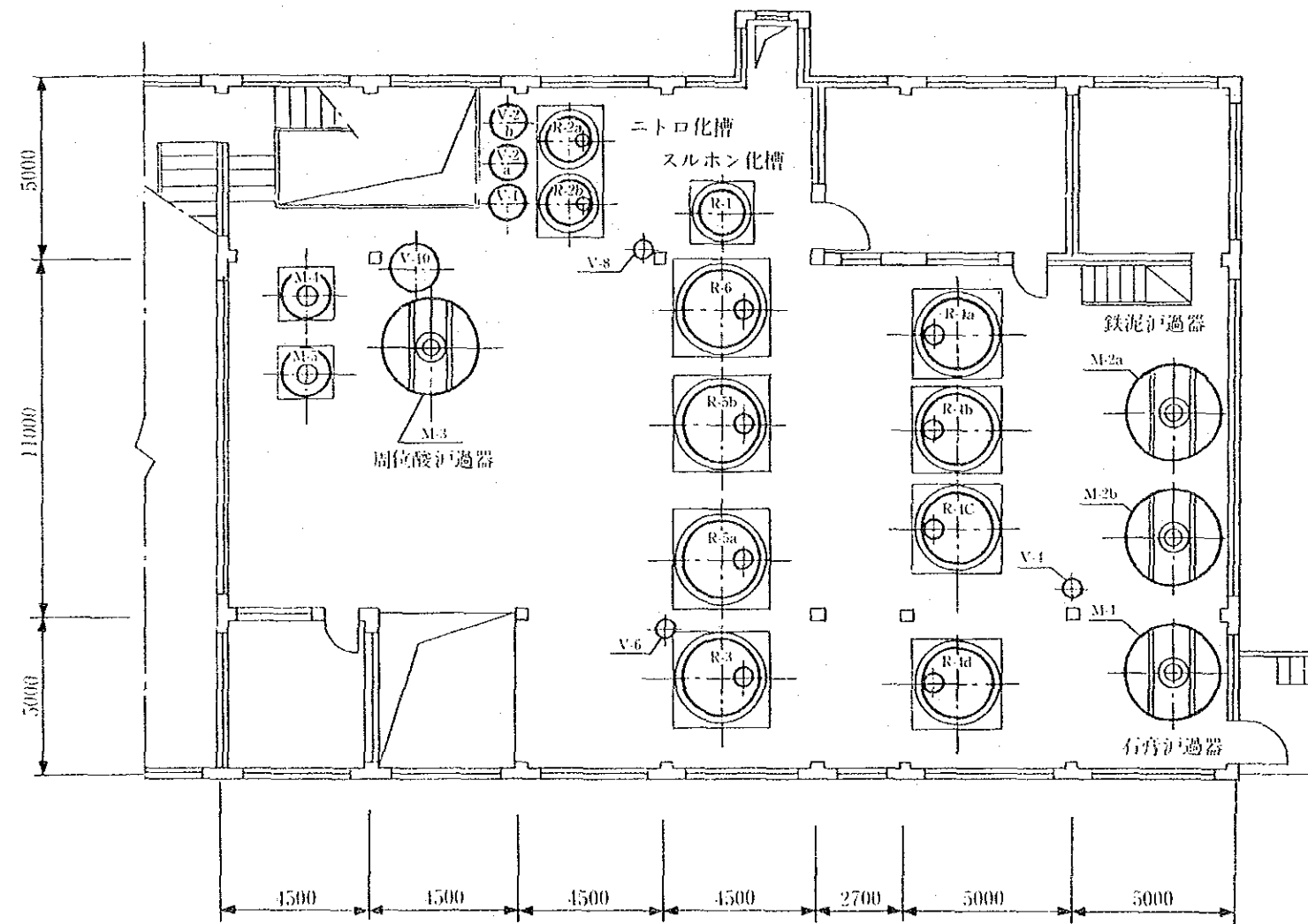
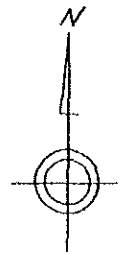


図 IV - 28 周位酸製造設備
 平面配置図 (2 階 ; +3.2)
 (その 2)



(3) 用役原単位

用役として低圧スチーム・電気・用水を以下のとおり使用している。(周位酸1トン当り)

○ 低圧スチーム	;	22.6トン	(2.034×10^7 kcal)
○ 電気	;	1108KWH	(3.158×10^6 kcal)
○ 用水	;	929トン	(5.300×10^5 kcal)
		(合計)	2.403×10^7 kcal

なおエネルギー利用率は約47%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。(周位酸1トン当り)

○ 1.5酸母液(液体)	;	20トン	(8,680トン/年)
○ 石膏泥(固体)	;	3,749トン	(1,627トン/年)
○ 鉄泥(固体)	;	2,500トン	(1,085トン/年)
○ 廃気, NO _x (気体)	;	0.019トン	(8.4トン/年)
○ 廃気, CO ₂ (気体)	;	1.046トン	(454トン/年)

問題点

問題点は見られない。

5.4 収 率

現状分析

(1) ナフタリンからの周位酸とローレント酸の合計収率は62.8%である。

(2) 装置別の収率は詳細を図Ⅳ-29に示すが、概要は以下のとおりである。

○ スルホン化	;	100%
○ ニトロ化	;	100%
○ 中和	;	91.3% (石膏滲過ケーキへ混入)
○ 還元	;	109.5%
○ 酸化	;	94.0%

6) 滲過と遠心分離 ; 66.8% (遠心分離母液へ混入)

総合収率 ; 62.8%

なお()内にロス原因を示した。

問題点

- (1) ローレント酸遠心分離機から分離された母液に混入するローレント酸の量が多い。

5.5 生産能力

現 状

- (1) 設計生産能力は360トン/年であり、過去5年間の最大生産量は1984年実績の434トン/年であった。
- (2) 年間稼働日数は回分式操作・手動制御方式・機器の補修頻度が高いことなどの理由により300日間である。
- (3) 装置別能力の詳細を図Ⅳ-30に示す。

現在設計生産能力を律している装置は特になく、いずれも500トン/年以上の能力を保有している。

問題点

- (1) 特になし

5.6 品質管理

現状分析

- (1) スルホン化・ニトロ化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。
- (2) 反応の制御および終点確認のためのオンラインPH計は使用されていないので、分析室でPHを測定する時間分だけ反応所要時間が長くなる。

図 IV-2 9 周位酸収率

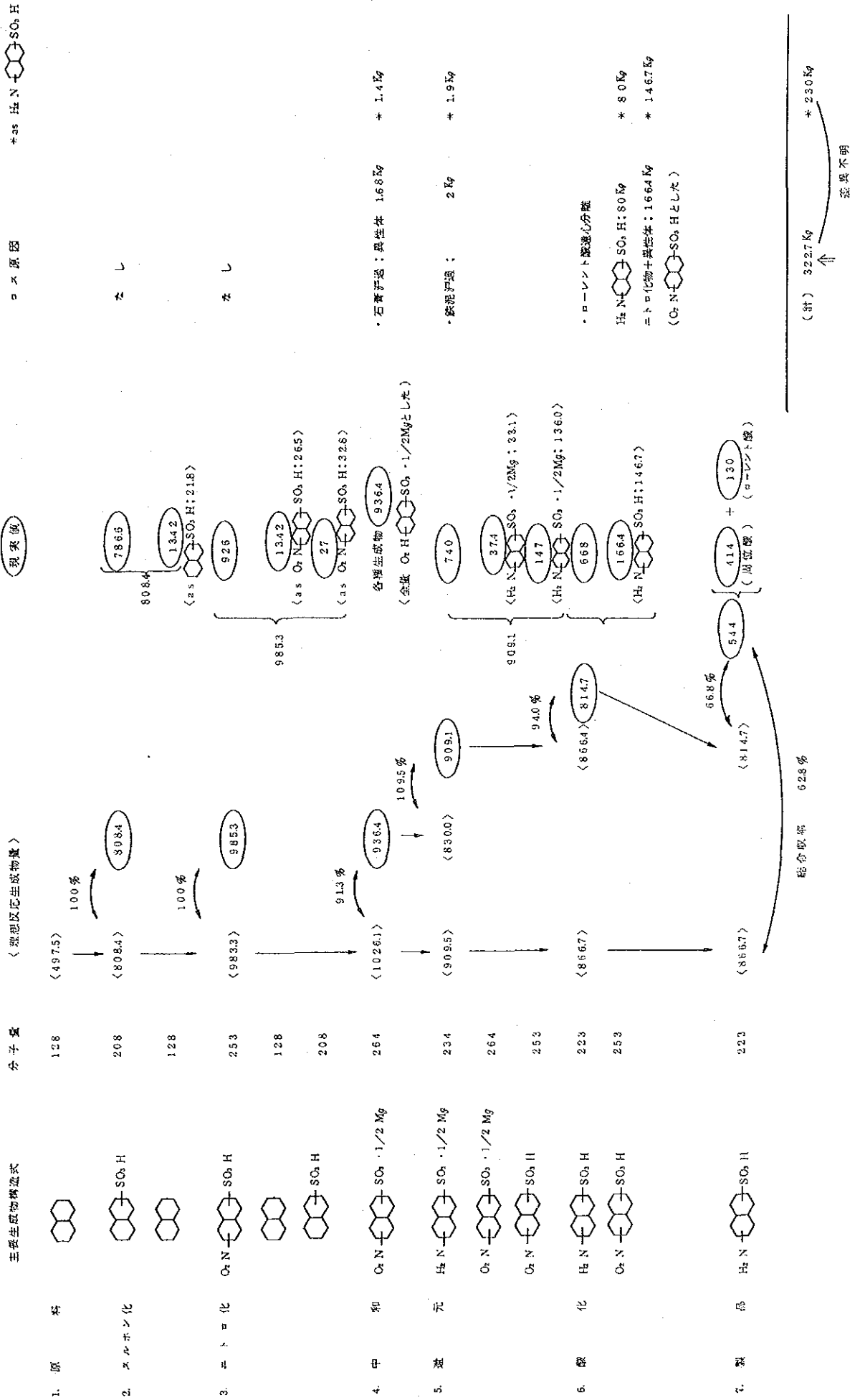
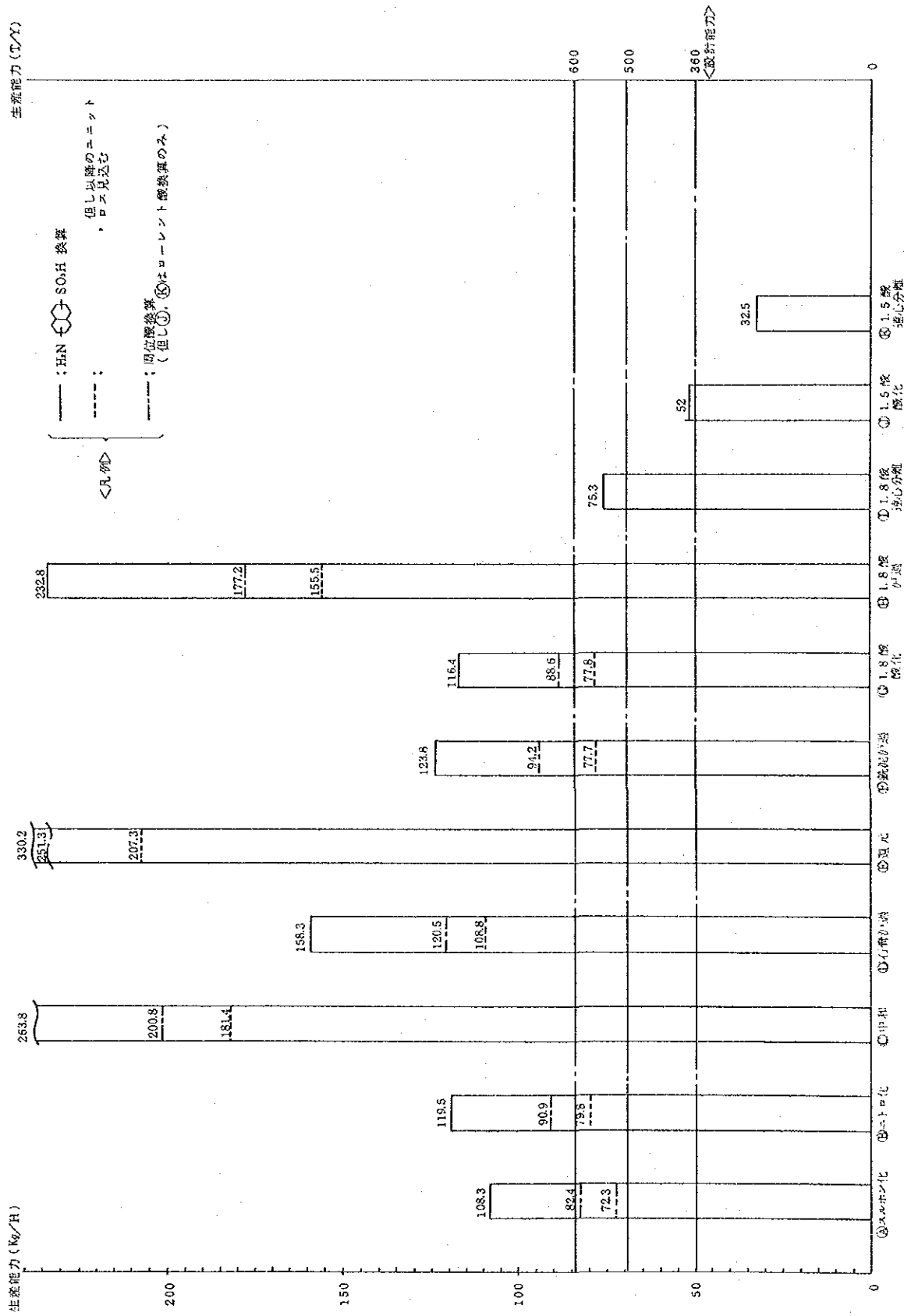


図 IV-30 周位酸製造設備置別生産能力



問題点

- (1) スルホン化・ニトロ化反応で生成する異性体を定量することにより副反応の増減を掌握し、反応条件を調節することにより反応を最適化、副反応を抑制する必要がある。
それにはこれらの異性体の定量方法を確立する必要がある。
- (2) PHが重要な制御指標の反応器にはオンラインPH計を設ける必要がある。

第 V 編
工場近代化計画

第 V 編 工場近代化計画

1. 工場全般に関する近代化計画

工場の生産管理および生産工程に関わる近代化計画は、本編の第 2 章と第 3 章で後述することとし、本章では工場全般に関する近代化計画として環境対策、保安対策および省エネルギー対策について述べる。

1.1 環境対策

環境対策の近代化計画として産業公害対策と労働衛生対策に分けて記述する。

1.1.1 産業公害対策

(1) 産業公害全般

1) 現状の環境汚染状態の測定と記録

現在南京化工廠周辺で特に環境保全上の問題は生じていないが、将来各企業が生産拡大により増設を図った場合、問題が生ずる可能性がある。

この場合環境汚染が現在の状態からどのように変化するかを知るためにも、現状について調査し記録しておくことが必要である。この場合も南京化工廠 1 企業として調査を実施するのではなく、南京市が主導し実施すべきである。調査すべき項目は次のとおりである。

- 硫黄酸化物 (SO_x) 濃度, 窒素酸化物 (NO_x) 濃度
- 長江の水質, 河底に含まれる重金属
- 各企業境界線における騒音, 悪臭
- 工場近隣農作物, 森林に与える大気汚染の状況

2) 産業公害防止技術の検討

将来南京化工廠等企業の増設が行われた場合、環境保全に対して政府、地方行政体の指導がますます厳しくなることが予想される。従って今から将来の問題を予想し次の様な産業公害防止技術を事前検討する必要がある。

- 高層煙突 (排煙の拡散化)
- 脱硫, 脱硝設備 (排出 SO_x, NO_x の減少)
- 脱塵設備 (電気集塵器, サイクロン等)

脱硫技術, 脱硝技術について別添資料-2 に, また脱塵設備の概略図を別添資料-3 に示す。

(2) 水質汚濁防止対策

1) 廃水の第1次処理設備の設置

現状では、各製造現場に第2次廃水の第1次処理設備が設置されておらず、工場全廃水の一部が活性汚泥処理設備により処理され、工場外へ排出されている。各製造現場の廃水水質も異なることから、先ず各製造現場で第2次廃水の第1次処理を行なうのが効率的であり、第1次処理設備の設置を検討すべきである。

第1次処理設備としては、最も一般的なAPI式を始めPPI式、CPI式等の型式がある。参考として別添資料-4に第一次処理設備としてAPI式、PPI式、CPI式の各方式の比較および各方式の概略図面を示す。

2) 活性汚泥設備の強化、増設

- 南京化工廠の廃水中に含まれる亜硫酸ソーダ、フェノール等は、活性汚泥の働きを阻害するので、これら物質を含む廃水系統は別系統とし、特別な処理方法を検討する必要がある。
- 活性汚泥設備の機能を強化するため、加圧浮上設備、エアレーション設備等、活性汚泥設備の前処理設備設置を検討する必要がある。

(3) 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持って無害化して処理、処分する必要がある。そのために次に述べる事項を検討する必要がある。

1) 焼却炉の順調な稼働

現在産業廃棄物を焼却する焼却炉が設置されているが、産業廃棄物の中に窒素化合物があるため、爆発の危険があり順調に稼働していない。産業廃棄物の分別収集等を検討し、早期に焼却炉を稼働させるべきである。

2) 余剰活性汚泥の処理方法の検討

活性汚泥設備から出る余剰活性汚泥の処理は通常フィルタープレス等で脱水処理後埋め立て処理するか、または焼却処理後肥料として有効利用する等の処理方法が一般的であり、南京化工廠でもこの余剰活性汚泥の処理方法を検討する必要がある。

3) 廃酸、廃アルカリの処理

各製造現場から排出する廃酸、廃アルカリの処理は、前述した各製造現場に設置すべき第1次廃水処理設備により中和処理するべきである。

1.1.2 労働安全衛生対策

(1) 有害蒸気の廃気対策

レゾルシン製造設備のフュージョン釜(R-3)と希釈装置(V-14)の廃気およびβ-ナフトール製造設備のフュージョン釜(R-4)と苛性ソーダ濃縮槽(V-10)の廃気スクラバー出口廃ガス中に苛性ソーダミストが含まれ大気中に同伴しているため、スクラバーの機能を強化する必要がある。

また、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廃ガスはスクラバーが機能していないためそのまま大気へ放出されており、スクラバーを改善する必要がある。以上の改善方法については第三章の生産工程近代化計画で詳細に後述する。

(2) 作業環境

1) 騒音

作業場での騒音は85デシベル以下に保つべきである。南京化工廠内の作業場を全部騒音測定し、85デシベル以上の場所があった場合には、防音壁の設置等検討する必要がある。

2) 照明

普通の作業が行なわれる場所の照度は150ルクス以上に保つべきである。南京化工廠内の全作業場を照度設定し、150ルクス以下の場所は照明器具の取り付け等を検討する必要がある。

(3) 定期健康診断および特別健康診断の実施

南京化工廠の従業員のうち有機化合物を取扱う作業従事者に対しては、定期健康診断の他に特別健康診断を実施する必要がある。特別健康診断の検査項目は次のとおりである。

- 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

1.2 保安対策

(1) 設備設計への保安対策織り込み

南京化工廠の現状における保安状況は千人負傷率で見ると日本の化学工業平均値と同一レベルにあり保安対策が良く行なわれていることを示している。

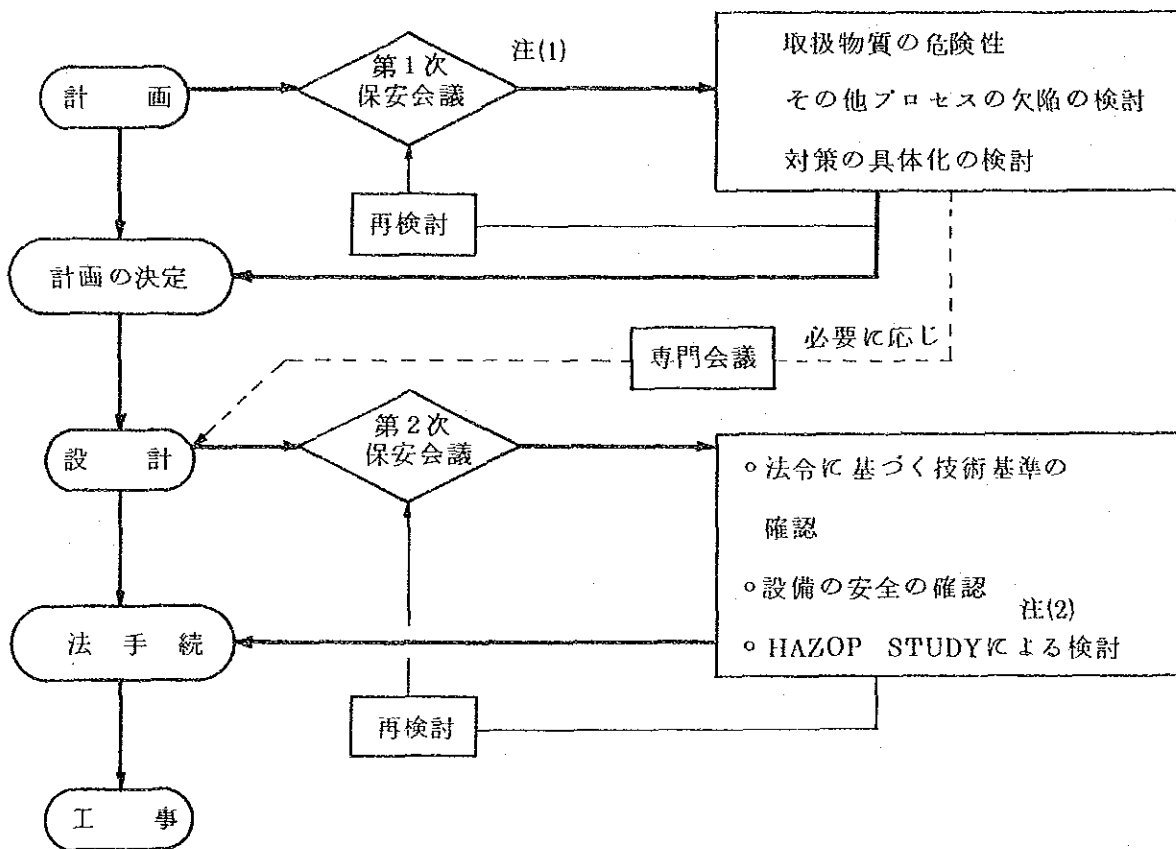
現状以上に保安対策の強化を図るためには、製造設備を新設または増設する場合の設備設計に、保安上の配慮を織り込むことが必要と考えられる。そのためには設備設計検討の段階で保安の立場から、設計はどうあるべきかという観点の会議を開催し、保安担当者の意見を十分設備設計に織り込むべきである。

この手法を図V-1に示す。

(2) 定置式ガス検知器

定置式ガス検知器は、工場内で可燃性物質の漏洩が予想される場所で使用され、万一可燃性物質が漏洩した場合、計器室の警報により運転員が災害を未然に防ぐことができる極めて有効な保安設備である。

図V-1 製造設備設計時における災害防止対策の検討方法



注(1) 第1次保安会議における検討事項

物質危険性	<u>人体有害性</u>	中毒性，劇毒性，窒息性，刺激性，悪臭，放射性，発ガン性
	<u>火災 爆発危険性</u>	引火点，発火温度，爆発（燃焼）範囲，自然発火性，爆発性，燃焼速度，粉じんの爆発性
	<u>腐食性</u>	腐食の形態，腐食速度，耐食材料
状態危険性	<u>反応危険性</u>	反応方程式，反応機構，反応速度，反応熱混合危険性，不純物の反応，危険，触媒微量物の反応，温度又は圧力の制限，暴走性スケールアップ，原料配合比率，供給速度
	<u>温度変化</u>	高温又は低温，温度による物質の活性化，熱の移動，移動，過熱，凍結，温度の急変
	<u>圧力変化</u>	昇圧又は減圧，昇圧による物質の活性化
	<u>相変化</u>	急激な膨張，急激な収縮，急激な蒸発
	<u>混合</u> 移送，貯蔵 機械的分離 物質の移動	組成の比率，爆発範囲，移送速度 静電気の発生，空気の混入
破壊危険性		
公害危険性	水質汚濁	健康項目，COD，その他生活環境項目
	大気汚染	SOX，NOX，ばい塵，有害物質
	騒音，悪臭	
	産業廃棄物	有害物質

注(2) HAZOP STUDYについて

英国のICI社が開発した化学プロセスの安全検討に関する手法で国際的に広く使用されている。詳細な説明資料は南京化工廠に手交済みである。

南京化工廠では可搬式ガス検知器はあるものの、定置式ガス検知器は設置されていないので、今後必要箇所には設置を検討する必要がある。

別添資料-5に代表的な定置式ガス検知器のカタログを示す。

(3) 安全帽および作業服の着用

南京化工廠では工場内に入った場合、安全帽と作業服の着用が義務付けられていないが、工場内へ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ので着用義務を検討すべきである。

(4) 非常時動員体制

化学工場においては、可燃性物質および危険物質を大量に扱っているため、不慮の事故に対してどのように対応すべきかを明確に規定し、また非常時を想定した訓練を通常から実施しておく必要がある。

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、体制表等により明確化されていないので、明確化する必要がある。

参考として、南京化工廠と略同一従業員を有する日本の化学会社の全員動員編成表を図V-2に示す。

1.3 省エネルギー対策

(1) スチームトラップの取替え

南京化工廠で使用されているスチームトラップを点検した結果、対象5製造設備で使用されているスチームトラップ総数39台のうち20台が故障しており、故障率は51%に達している。スチームトラップが故障すると、蒸気が大量に大気中に逃げることにより、エネルギーの損失が大きいので早急に取替え、修理すべきである。中華人民共和国製のスチームトラップの故障頻度が多い場合には、外国製品の採用も検討する必要がある。

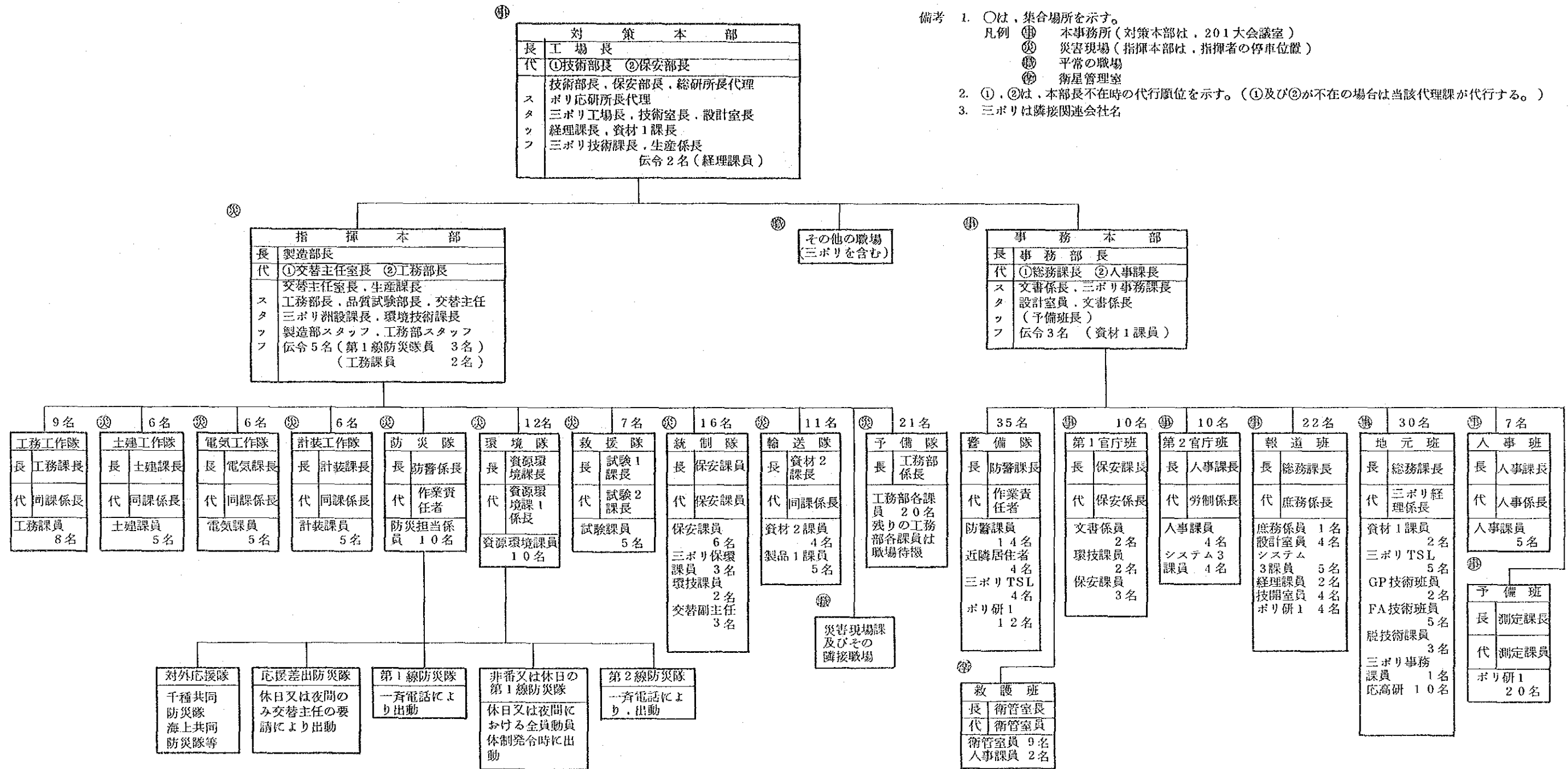
参考として表V-1にスチームトラップの点検チェックリストを示す。また別添資料-6にスチームトラップの分類および各種スチームトラップの主な特徴を示したので新らしく購入する場合の検討資料として活用願いたい。

(2) 加熱炉の熱効率向上

本調査の対象製造設備であるレゾルシン及びβ-ナフトール製造設備内の11基の加熱炉を調査した結果、熱効率は約30-40%であった。通常加熱炉の熱効率は60%以上であり、測定結果の約30-40%は低い値であるので改善する必要がある。

加熱炉の熱効率向上対策として考えられる事項は次のとおりである。

図V-2 全員動員体制編成表



備考 1. ○は、集合場所を示す。
 凡例 ① 本事務所(対策本部は、201大会議室)
 ② 災害現場(指揮本部は、指揮者の停車位置)
 ③ 平常の職場
 ④ 衛星管理室

2. ①, ②は、本部長不在時の代行順位を示す。(①及び②が不在の場合は当該代理課が代行する。)

3. 三ポリは隣接関連会社名

表V-1 スチームトラップ点検チェックリスト

	点検の種類	
	使用開始時	運転中
1. 故障発見手順		
・目視でドレンがでているか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・トラップ本体あるいは出口管が冷た くないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・ウォータハンマを打っていないか		
・プロセス側に異常はないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・ドレンが連続的に出ているか		
・トラップ本体, 周辺から漏れはないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・生蒸気が漏れていないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
	排出しない	
	吹放し (連続排出)	
	蒸気漏れ	
2. 故障原因発見手順		
(1) 排出しない		
・トラップ前後弁の開閉の確認	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・本体および出口管が凍結していないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・バイパス弁をブロー後, 作動状態を再チェックおよ び冷たい部分がないかを調べる。	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・ストレーナはつまっていないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・入口圧力および出口圧力は適正であるか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・使用温度が変わっていないか		<input type="radio"/>
・トラップ取付方向の確認(流れ方向, 水平, 垂直方向)	<input type="radio"/>	
・調整可能なものは調整は適正か	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・トラップの選定ミスではないか	<input type="radio"/>	
・周辺管理の再チェック	<input type="radio"/>	
・全体的プロセスの再チェック	<input type="radio"/>	
(2) 吹放し(連続排出)		
・使用条件が変更されていないか(圧力, 温度, ドレン量)		<input type="radio"/>
・保温が劣化していないか		<input type="radio"/>
・トラップの選定ミスではないか	<input type="radio"/>	
・作動周期は短くないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
(3) 蒸気漏れ		
・バイパス弁からの漏れはないか	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・調整可能なものは調整は適正か	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
・入口圧が低下していないか		<input type="radio"/>
・出口圧が過大になっていないか		<input type="radio"/>
・取付方向の確認(流れ方向, 水平垂直方向)	<input type="radio"/>	

1) 燃料と空気過剰率制御による省エネルギー対策

燃料が燃焼する時に必要な理論空気量と実際に使用している燃焼用空気量との比を空気過剰率という。

通常加熱炉の空気過剰率は約 1.2 程度で運転されている例が多いが、南京化工廠の加熱炉の空気過剰率は 1.4 で運転されており、約 20% 無駄な空気を熱し、そのまま大気へ放出している。表 V-2 から炉内温度を 900°C とした場合空気過剰率を 1.4 から 1.2 に減少させると燃料節約率は 11.3% に達し省エネルギーを図り得る。

この空気過剰率を求めるためには酸素濃度測定装置、二酸化炭素測定装置、燃量流量計および空気流量計が必要である。

この空気過剰率を適正に保つためには、炉壁のすき間、バーナーの取入口等からの必要以上の空気が炉内に入ることを防止するか、排煙の煙道にダンパーを設置する等の方法があるので、省エネルギーの観点から南京化工廠で検討する必要がある。

2) 燃焼廃ガスの廃熱利用による空気または燃料の予熱対策

一般に省エネルギーの目的で燃焼廃ガスの廃熱を利用し、燃焼用空気の予熱または気体燃料の予熱が行なわれる。

この予熱はレキュペレーター（廃熱回収用熱交換器）を用いて行なわれる。

参考としてレキュペレーターの設置概念図を図 V-3 に示すので参考に願いたい。また燃焼用空気を予熱した場合の空気予熱温度と燃料節約率の関係を図 V-4 に示す。

表 V - 2 空気過剰率制御と燃料節約率

(単位: %)

炉温度 (°C)	修正前 空気過 剰率	修正後空気過剰率				
		1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
700	1.70	11.6	14.9	17.9	20.8	23.4
	1.60	7.72	11.1	14.3	17.3	20.1
	1.50	3.86	7.43	10.7	13.8	16.7
	1.40	—	3.76	7.27	10.5	13.5
	1.30	—	—	3.65	7.01	10.1
	1.20	—	—	—	3.48	6.74
	1.10	—	—	—	—	3.38
900	1.70	18.7	23.5	27.7	31.5	34.9
	1.60	12.5	17.6	22.2	26.3	29.9
	1.50	6.23	11.7	16.6	21.0	25.0
	1.40	—	5.94	11.3	16.0	20.2
	1.30	—	—	5.66	10.7	15.2
	1.20	—	—	—	5.29	10.1
	1.10	—	—	—	—	5.06
1100	1.70	30.8	37.3	42.6	47.1	51.0
	1.60	20.6	28.0	34.1	39.3	43.7
	1.50	10.3	18.6	25.6	31.4	36.4
	1.40	—	9.43	17.3	23.8	29.4
	1.30	—	—	8.67	15.9	22.1
	1.20	—	—	—	7.91	14.7
	1.10	—	—	—	—	7.36
1300	1.70	55.0	61.9	67.1	70.9	74.0
	1.60	36.7	46.5	53.6	59.1	63.4
	1.50	18.3	31.0	40.2	47.3	52.9
	1.40	—	15.7	27.2	35.9	42.7
	1.30	—	—	13.7	23.9	32.1
	1.20	—	—	—	11.9	21.3
	1.10	—	—	—	—	10.7

図V-3 レキュペレーター設置概念図

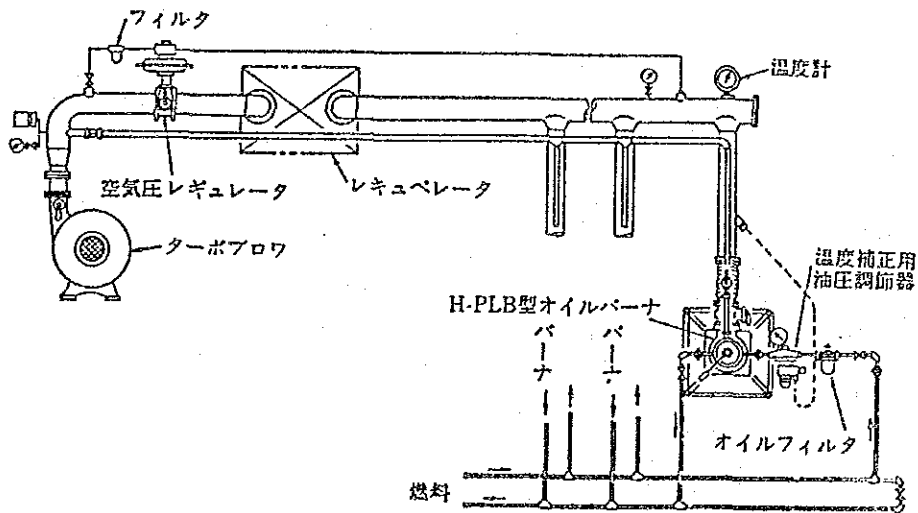
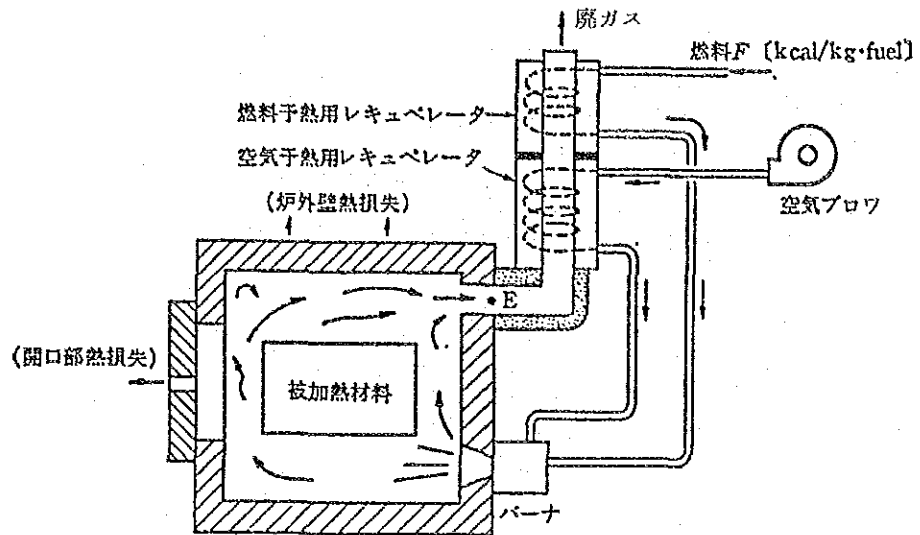
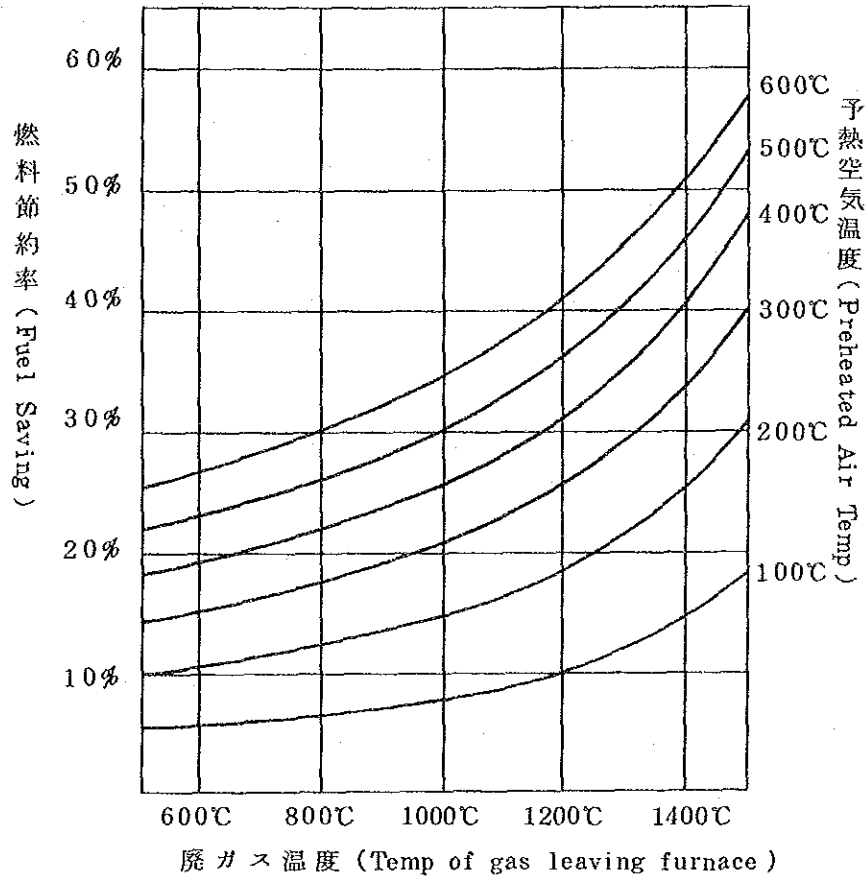


図 V - 4 空気予熱温度と燃料節約率

重油 (Heavy Oil)



3) バーナーのターンダウン特性

加熱炉のバーナーの最大燃焼量と最小燃焼量の比、つまりバーナーの燃焼絞り比のことをターンダウンレシオ (Turndown Ratio) という。南京化工廠の対象設備の様にバッチ式で操業する加熱炉の場合は、加熱炉の昇温時と定常運転時では燃焼量にかなり差があるため、ターンダウンレシオの大きいバーナーを使用すると省エネルギーが可能である。

4) エアレジスター

エアレジスターとは燃料油の油噴霧機構をいう。燃料油を噴霧化し熱焼空気と良く混合することにより、火炎を安定化し完全燃焼を行なわせる。

エアレジスターを採用することにより、加熱炉の熱効率の向上が期待できるので南京化工廠で検討すべきである。

(3) 保温，保冷対策

1) 保温材料の選定

保温材料としては表 V-5 に示す通り各種種類があり、各々の材料で使用最高温度、熱伝導率、価格等異なっている。

従って保温材料の選定にあたっては、その場所に最も適した保温材を検討する必要がある。

2) 保温工事施行上の留意事項

保温工事の標準的な施工法に関して日本工業規格 JIS-9501 に記載されているので工事を実施する場合の参考資料として使用され度い。

図 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

保温材種類	使用最高温度 ℃	熱伝導率 Kcal/mh deg 平均温度 70±5℃	価格 円/m ³	
石綿保温材 保温板及び筒 保温ひも外径10~20mm 25~30mm 35mm以上 石綿ふとん	350	<0.048	12,280	
	外被石綿<400	<0.065	—	
	中綿の	<0.060	—	
	アモサイト	<0.055	—	
	石綿<350	<0.055	—	
けいそう土保温材	1号	500	<0.083	—
	2号	〃	<0.097	—
ロックウール保温材	1号	600	<0.039	18,300
	2号	〃	<0.041	27,600
	3号	〃	<0.044	—
グラスウール保温材	1号	350	<0.036	—
	2号	〃	<0.036	21,800
	3号	〃	<0.042	—
塩基性炭酸マグネシウム 保温材	1号	250	<0.062	—
	2号	〃	<0.070	—
炭化コルク板	1号	130	<0.042	—
	2号	〃	<0.046	—
牛毛フェルト	1号	100	<0.046	—
	2号	〃	<0.046	—
	3号	〃	<0.046	12,600
けい酸カルシウム保温材	1号	1000	<0.058	—
	2号	650	<0.053	53,000
硬質フォームラバー 成形後<6ヶ月 保温材 成形後>6ヶ月	50	<0.030(30℃)	—	
	50	<0.034(30℃)	—	
フォームポリスチレン 保温材	板1号	70	<0.033(30℃)	—
	板2号	〃	<0.034(30℃)	—
	板3号	〃	<0.036(30℃)	21,400
	板4号	〃	<0.039(30℃)	—
パーライト保温材	1号	650	<0.053	48,600
	2号	〃	<0.065	—
	はっ水性1号	〃	<0.053	—
	〃 2号	〃	<0.065	—
硬質ウレタン保温材	1号	100	<0.025(30℃)	—
	2号	〃	<0.024(30℃)	—
	3号	〃	<0.022(30℃)	—
	4号	〃	<0.022(30℃)	—
	5号	〃	<0.024(30℃)	—

2. 生産管理に関する近代化計画

2.1 工場管理

2.1.1 工場組織

現在の工場組織の主要な問題点は次のとおりである。

- 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。
- 各本部の所属人員が製造本部の2,700人から技術本部の7人まであまりに所属人員数に差がありすぎる。
- 各本部一部一課一係のいわゆる縦の連絡は良いが、各本部間、各本部に属する部と部の横の連絡が良くない。

(南京化工廠より問題提起あり)

以上の問題点に対する解決策として工場組織の改定と、会議体の設置の2点を提案する。

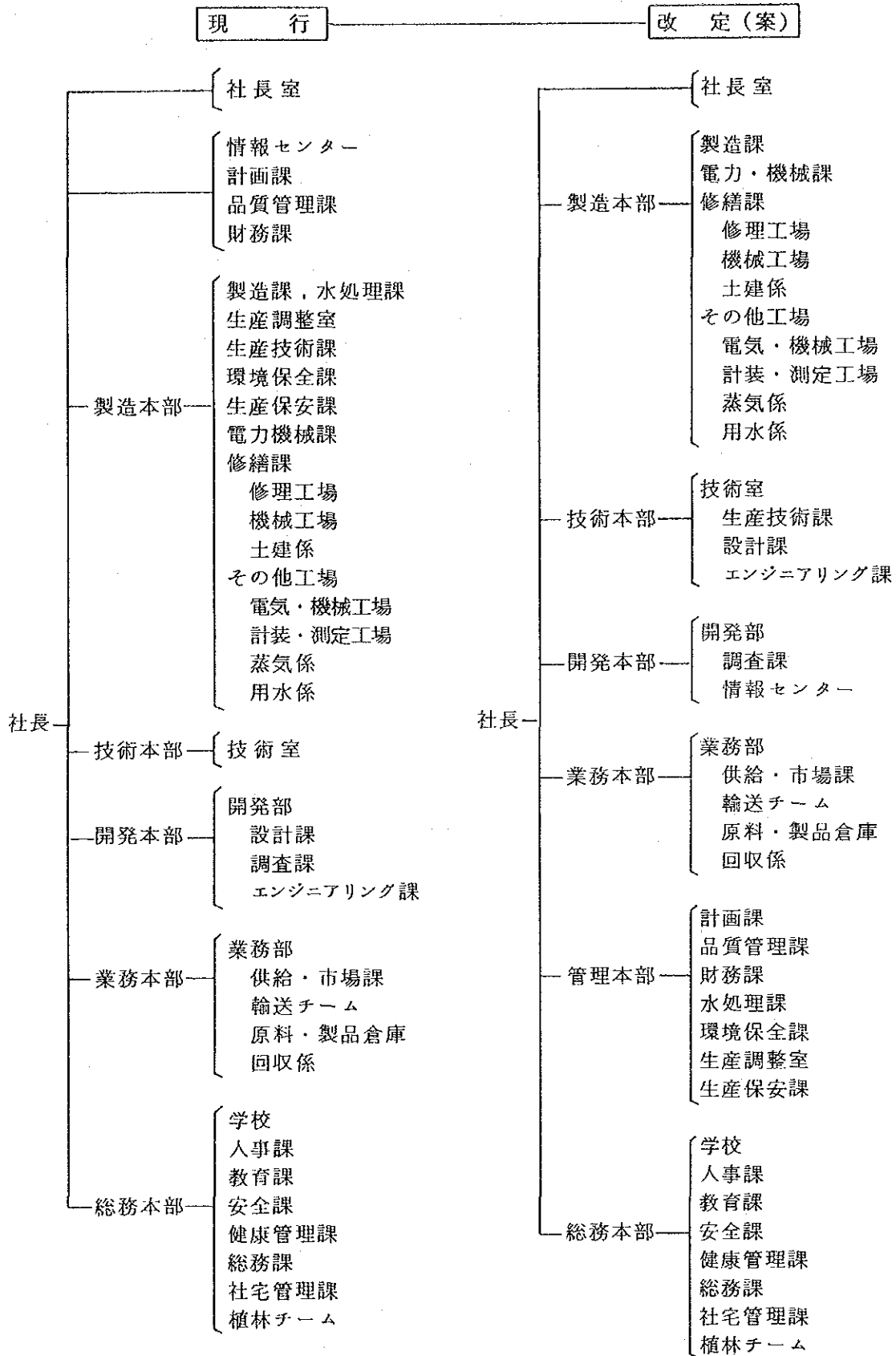
(1) 工場組織の改定

南京化工廠の工場組織に関する前述の問題点を踏まえ、図V-3に示す通り工場組織を改定する様提案する。

組織改定の主眼点は次のとおりである。

- 管理本部を新設し、工場の生産管理、環境保全、財務の機能を付与し、工場の管理機能を強化した。
- 技術本部に設計、エンジニアリング機能を付与し、技術本部の機能を強化した。
- 製造本部から工場の生産管理、環境保全に関する機能を除き製造本部を主として製造に関する機能に限定した。

表 V-3 南京化工廠の組織改定(案)



(2) 会議体の設置

南京化工廠から提起された組織の中で各本部間、各本部の中の各部・各課の連絡、いわゆる横の連絡を良くするためには、会議体の設置を提案する。会議体の案は次のとおりである。

- 経営会議（1回／1ヶ月間）
議長：社長
構成員：副社長
議題：工場の基本方針立案等経営に係わる事項
- 本部内会議（1回／1週間）
議長：本部長（副社長）
構成員：本部に属する室長，課長
議題：本部に関する事項全般および経営会議の報告
- 生産会議（1回／1ヶ月間）
議長：製造本部長
構成員：製造本部に属する課長
議題：生産予産に対する実績の検討会
- 課内会議（1回／1週間）
議長：課長
構成員：課員
議題：必要事項の伝達

以上の会議体の他、必要に応じ会議を開催し、必要事項を伝達の上、工場従業員に対し工場としての今後の方向を周知させ、従業員全体の意識を統一する必要がある。

2.1.2 職務分掌

南京化工廠の各組織の職務分掌は詳細に規定されているが、職務分掌の内容に一部古い記述があり、組織の改定に応じ職務分掌が改定されていない。職務分掌はいわば組織の憲法であり、非常に重要な規定であることから職務分掌に関する担当課（一例 人事課）を決め組織の改定に応じた職務分掌の改定を速やかに実施する必要がある。

2.1.3 権限規定

南京化工廠では1984年末に組織が改定され、調査団が調査した1985年3月にはまだこの新組織に応じた権限規定が未完成であった。権限規定は前述の職務分掌と同様、組織の基本事項であることから職務分掌同様に担当課（一例 人事課）を決め組織の改定に応じて権限規

定の改定も速やかに実施する必要がある。

2.1.4 事務の合理化

前述の通り組織の横の連絡を良くするため会議を開催した場合等、会議の結果を議事録として出席者に配付することにより周知徹底することができる。南京化工廠の現状は、あまり乾式複写機、湿式複写機が普及しておらず、事務の合理化が遅れているので今後検討する必要がある。

2.2 生産管理

2.2.1 運転標準書

南京化工廠の対象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の運転標準書を手しその内容を調査した。運転標準書に記載されている内容は十分であるが、この運転標準書が制定されてから改定されていない。運転標準書は各現場が責任を持って、記述すべき内容に変更がある場合は改定し、差し替えを行なうべきである。

2.3 在庫管理（製品・原料を対象とする）

第III編に記述した通り、南京化工廠の在庫管理に関して特に問題点はない。

2.4 技術管理

南京化工廠の技術開発体制は特に問題ないが、海外のプロセスに関する情報、機器・材料に関する情報を収集し、社内の関係部門に情報伝達する機能が弱いと考えられる。従って前述した通り開発本部に情報センターを加え、情報センターが工場にとって必要な国内、国外の技術情報を収集すべきである。

2.5 品質管理

2.5.1 分析標準書

運転標準書の中に分析標準書があり、分析手法、分析値の取扱い方等が記載されているが、次の点について改善を提案する。

- (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ので、明記する必要がある。
- (2) 現状では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ので、明記する必要がある。

ある。

- (3) 分析業務で取扱い試薬によっては、人体を保護する保護具を着用して分析を実施する必要はあるが、現状では明記されていないので明記する必要がある。

2.5.2 分析記録およびその管理

分析データが異常な値を示した場合、そのデータが異常値であるのかまたは分析手法のミスによる偶発的なものかを判断する統計手法として $\bar{x}-R$ 管理図を用いる方法がある。別添資料-7に参考としこの管理手法の概念を示す。

2.6 コスト管理

第Ⅲ編に記述した通り、南京化工廠のコスト管理に関して特に問題点はない。

2.7 教育・訓練

第Ⅲ編に記述した通り、南京化工廠の教育・訓練に関して特に問題点はない。

2.8 設備安全管理

2.8.1 保全体制，保全設備

南京化工廠で保全業務を実施している従業員は総数約700人である。日本の場合、南京化工廠と同程度の化学工場では保全関係従業員は約50-150人であるので南京化工廠の保全関係従業員は非常に多いといえる。

また保全工場の設備も、日本の化学工場に比較して種類・量とも非常に多い。

従って南京化工廠の保全経費は日本の化学工場に比較して非常に高いと考えられる。

南京化工廠の周辺には、今迄南京化工廠の保全業務を担当し得る企業が育っていなかったことを考慮すると、南京化工廠で必要な業務は全て自工場で実施するとの基本方針はやむを得ないとは考えられるが、今後南京化工廠周辺にも保全業務を担当し得る企業が育つと予想されること、また南京化工廠周辺にも同じ化学工業の企業が設立され、同様の保全業務の必要性が増していることを考慮すると、合理化策として次の2案を提案し度い。

第1案 保全体制，保全設備の縮小

南京化工廠として保有する保全体制，保全設備は必要最小限に留め，可能な限り外部に依存する方向で検討する。この方法により保全要員，保全設備の稼働率が上がり，保全経費の低減が図り得る。

第2案 外部からの受注

第1案とは逆に現在南京化工廠で保有している保全要員・保全設備を最大限に利用するため南京化工廠の周辺にある化学工場等から積極的に保全業務を受注することにより稼働率が上がり、保全経費の低減が図り得る。

但し、この場合には受注量はあくまで南京化工廠の保全業務自体に影響を与えない範囲に留める必要がある。

2.9 調達管理

第三編に記述した通り、南京化工廠の調達管理に関して特に問題点はない。