

アルコール廃液処理装置に関する概念設計

(核燃料サイクル開発機構 研究委託内容報告書)

2001年1月



富士電機株式会社

本資料の全部または一部を複写・複製・転載する場合は、下記にお問い合わせください。

〒319-1184 茨城県那珂郡東海村村松4番地49

核燃料サイクル開発機構

技術展開部 技術協力課

Inquires about copyright and reproduction should be addressed to:

Technical Cooperation Section,

Technology Management Division,

Japan Nuclear Cycle Development Institute

4-49 Muramatsu, Tokai-mura, Naka-gun, Ibaraki 319-1184, Japan

© 核燃料サイクル開発機構(Japan Nuclear Cycle Development Institute)
2001

2001年 1月

アルコール廃液処理装置に関する概念設計
(核燃料サイクル開発機構 研究委託内容報告書)

藤沢 盛夫^{*1}, 新田 和彦^{*1},
中田 栄寿^{*2}, 守田 靖弘^{*1}

要　旨

本報告書は、核燃料サイクル開発機構が計画中のアルコール廃液処理装置に関する概念設計についてまとめたものである。

高速実験炉「常陽」では、放射性物質を含むアルコール廃液がタンクに貯留されている。

このアルコール廃液は、現在の設備では処理して排出することができないことから、現状で約 5m³貯留されており、その貯留量が年々増加していることからこれを分解等の方法で処理する必要がある。

このため、アルコール廃液の処理方法として触媒酸化法を基本とし、アルコール廃液の前処理から分解処理に至る一連のプロセスに係るろ過器、分離膜の調査試験と概念設計を実施した。結果、以下を明らかにした。

(1) ろ過器、分離膜の調査試験

- ① エチラートの加水分解の指標には、電気伝導度が適する。また、エチラートを完全に加水分解するにはアルコール濃度を 39% になるまで加水する必要がある。
- ② アルコール廃液中の固形分は、精密ろ過で分離、除去可能の見通しが得られた。
- ③ 実験室規模の試験を実施し、電気透析がアルコール廃液中のナトリウムの分離に有効であり、ナトリウム除去率は 96~99% 達成可能であることを確認した。

(2) アルコール廃液処理装置に係わる概念設計

以下の3プロセスを候補とし設計を行った。

- (a) 前処理として電気透析装置を設置し酸化触媒で分解する場合
- (b) 前処理として電気透析装置を設置しないで酸化触媒で分解場合
- (c) 前処理として電気透析装置を設置し浸透気化にてアルコールを抽出解する場合

概念設計では、以下を検討し、既設のアルコール処理装置を触媒酸化法を基本とする装置に改造更新することによって、1.25 l/h 程度の処理が可能となる見通しを得た。

- ・ 構成機器と系統
- ・ 処理能力
- ・ 発生廃棄物の性状
- ・ 化学処理工程
- ・ 火災・爆発に係る安全性
- ・ 機器配置

本報告書は、富士電機株式会社が核燃料サイクル開発機構殿の委託により実施した研究成果に関するものである。

サイクル機構担当部課：照射施設運転管理センター 実験炉部 原子炉第一課

* 1 富士電機(株) 火力・原子力事業部 原子力技術部

* 2 (株)富士電機総合研究所 環境技術研究所

January.2001

Conceptual Design of the Alcohol Waste Treatment Equipment

*1 *1

Morio Fujisawa , Kazuhiko Nitta

*2 *1

Eiju Nakada , Yasuhiro Morita

Abstract

This report describes the result of Conceptual Design of the Alcohol Waste Treatment Equipment.

The experimental fast Reactor , JOYO, saves the radioactive alcohol waste at storage tank. As this alcohol waste is not able to treat with existing equipment, it is stored about 5 m³. And the amount of this is increasing every year. So it is necessary to treat the alcohol waste by chemical resolution for example.

On account of this , the investigative test about filtration and dialyzer , and conceptual design about catalyst oxidation process , which is composed from head end process to resolution , are done.

The results of investigation show as follows.

(1) Investigative Test about filtration and dialyzer

- ① The electric conduction is suitable for the judgement of alkyl sodium hydrolysis.
Alkyl sodium hydrolysis is completed below 39% alcohol concentration.
- ② The microfiltration is likely to separate the solid in alcohol waste.
- ③ From laboratory test , the electrodialyzer is effective for sodium separation in alcohol waste. And sodium remove rate ,96~99%, is confirmed.

(2) Conceptual Design

The candidate process is as follows.

- ① The head end process is electrodialyzer , and chemical resolution process is catalyst oxidation.
- ② The head end process is not installed , and chemical resolution process is catalyst oxidation.
- ③ The head end process is electrodialyzer , and alcohol extracted by pervaporation.

In this Conceptual Design , as far these process , the components , treatment ability , properties of waste , chemical mass balance , safety for fire and explosion , and the plot plan are investigated. As a result , remodeling the existing facility into catalyst oxidation process is effective to treat the alcohol waste , and treatment ability is about 1.25 l/h.

Work performed by Fuji Electric Co.,Ltd. under contract with Japan Nuclear Cycle Development Institute.

JNC Liaison : Experimental Reactor Division, JOYO operation engineering section

*1 : Fuji Electric Co.,Ltd.

Nuclear Power Division, Nuclear Energy System Engineering Department

*2 : Fuji Electric Corporate Research and Development,,Ltd.

Environmental Technology Laboratories

目 次

要 旨	
1. 件 名	1
2. 適 用	1
3. 概 要	2
4. ナトリウム成分用ろ過器、分離膜の調査試験	3
4. 1 要素技術の調査	3
4. 1. 1 固形分ろ過方法	3
4. 1. 2 ナトリウム成分分離膜	5
4. 1. 3 触媒酸化	18
4. 2 適合性確認試験	23
4. 2. 1 はじめに	23
4. 2. 2 固形分ろ過方法	24
4. 2. 3 ナトリウム成分分離	67
4. 2. 4 準 足	81
5. アルコール廃液処理装置に係わる概念設計	154
5. 1 現場調査	154
5. 2 概念設計	162
5. 2. 1 設計条件	162
5. 2. 2 系統設計	169
5. 2. 3 機器設計	219
5. 2. 4 配置設計	261
5. 3 安全性・許認可への適合性検討	265
5. 3. 1 設計条件	265
5. 3. 2 安全設計	266
6. 建屋工程	277
7. まとめと今後の課題	278
 添付資料 1 電気透析装置 取扱説明書	282
添付資料 2 物質の物性	327
添付資料 3 ガス濃度測定器カタログ	331
添付資料 4 設置許可変更申請書（抜粋）	335
添付資料 5 設工認申請書（抜粋）	339
添付資料 6 発電用軽水炉施設の火災防護に関する審査指針	353
添付資料 7 発電用軽水炉施設に関する安全設計審査指針	363
添付資料 8 高速増殖炉の安全性評価の考え方	364
添付資料 9 試験研究の用に供する原子炉等の設計及び 工事の方法の技術基準に関する総理府令	368
添付資料 10 危険物取扱所変更許可申請書	383
添付資料 11 危険物の規制に関する政令	396
添付資料 12 危険物の規制に関する規則	400

表・図・写真 目次

表目次

表 4. 1-1 固形物分離技術の調査結果まとめ	9
表 4. 1-2 ナトリウム成分分離技術の調査結果まとめ	10
表 4. 1-3 逆浸透膜（市販品）の性能比較	11
表 4. 1-4 アルコール分離技術の調査結果まとめ	12
表 4. 1. 3-1 アルコールの触媒酸化について	19
表 4. 1. 3-2 アルコールの触媒酸化について	20
表 4. 2-1 アルコール廃液の分析結果（昭和 62 年 12 月実施）	34
表 4. 2-2 模擬廃液調整用試薬リスト	35
表 4. 2-3 模擬アルコール廃液の調整条件	36
表 4. 2-4 模擬アルコール廃液の金属組成	37
表 4. 2-5 アルコール廃液の分析結果（平成 12 年 1 月実施）	38
表 4. 2-6 エチラート定量方法の比較	39
表 4. 2-7 模擬一次処理廃液の加水分解試験結果	40
表 4. 2-8 ナトリウム化合物の色と溶解度	41
表 4. 2-9 アルコール廃液に含まれる金属イオンの反応	42
表 4. 2-10 模擬二次処理廃液の調整条件	84
表 4. 2-11 電気透析装置 S 1 の運転条件	85
表 4. 2-12 電気透析装置の適合性確認試験における分析項目	86
表 4. 2-13 ガスクロマトグラフによるアルコール分析条件	87
表 4. 2-14 ナトリウム除去率、アルコール透過率の経時変化確認試験 (RUN1)	88
表 4. 2-15 ナトリウム除去率、アルコール透過率の経時変化確認試験 (RUN2)	89
表 4. 2-16 温度依存性検討試験 (RUN1:25°C)	90
表 4. 2-17 温度依存性検討試験 (RUN2:15°C)	91
表 4. 2-18 温度依存性検討試験 (RUN3:4°C)	92
表 4. 2-19 温度依存性検討試験 (RUN4:35°C)	93
表 4. 2-20 ナトリウム濃度依存性検討試験 (RUN1: 15g/L)	94
表 4. 2-21 ナトリウム濃度依存性検討試験 (RUN2: 5g/L)	95
表 4. 2-22 ナトリウム濃度依存性検討試験 (RUN3: 1g/L)	96
表 4. 2-23 ナトリウム濃度依存性検討試験 (RUN4: 0.5g/L)	97
表 4. 2-24 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN1)	98
表 4. 2-25 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN2)	99
表 4. 2-26 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN3)	100

表 4. 2-27 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN4)	101
表 4. 2-28 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN5)	102
表 4. 2-29 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN6)	103
表 4. 2-30 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN7)	104
表 4. 2-31 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN8)	105
表 4. 2-32 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN9)	106
表 4. 2-33 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN10)	107
表 4. 2-34 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN11)	108
表 4. 2-35 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN12)	109
表 4. 2-36 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN13)	110
表 4. 2-37 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN14)	111
表 4. 2-38 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN15)	112
表 4. 2-39 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN16)	113
表 4. 2-40 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN17)	114
表 4. 2-41 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN18)	115
表 4. 2-42 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN19)	116
表 4. 2-43 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN20)	117
表 4. 2-44 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN21)	118
表 4. 2-45 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN22)	119
表 4. 2-46 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN23)	120
表 4. 2-47 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN24)	121
表 4. 2-48 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN25)	122
表 4. 2-49 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN26)	123
表 4. 2-50 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN27)	124
表 4. 2-51 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN28)	125
表 4. 2-52 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN29)	126
表 4. 2-53 ナトリウム分離耐久性確認試験 (RUN30)	127
表 4. 2-54 排水基準を定める総理府令	128
表 4. 2-55 茨城県が定める排水基準	129
表 4. 2-56 電気透析予備試験 (RUN1)	130
表 4. 2-57 電気透析予備試験 (RUN2)	131
表 5. 2. 1-1 「常陽」におけるアルコール廃液の性状	164
表 5. 2. 2-1 プロセス 1、プロセス 2においてケース 1 の場合の廃液貯留量の経時変化	181
表 5. 2. 2-2 プロセス 3 の場合の廃液貯留量の経時変化	183
表 5. 2. 2-3 「常陽」におけるアルコール廃液の性状	187

表 5. 2. 2-4 アルコール廃液性状条件	185
表 5. 2. 2-5 系統設計根拠書	214
表 5. 2. 2-6 系統設計根拠書	215
表 5. 2. 2-7 系統設計根拠書	216
表 5. 2. 2-8 系統設計根拠書	217
表 5. 2. 2-9 系統設計根拠書	218
表 5. 2. 3-1 機器リスト	220
表 5. 2. 3-2 機器選定根拠書	241
表 5. 2. 3-3 機器選定根拠書	242
表 5. 2. 3-4 機器選定根拠書	243
表 5. 2. 3-5 機器選定根拠書	244
表 5. 2. 3-6 機器選定根拠書	245
表 5. 2. 3-7 機器選定根拠書	246
表 5. 2. 3-8 機器選定根拠書	247
表 5. 2. 3-9 機器選定根拠書	248
表 5. 2. 3-10 機器選定根拠書	249
表 5. 2. 3-11 機器選定根拠書	250
表 5. 2. 3-12 機器選定根拠書	251
表 5. 2. 3-13 機器選定根拠書	252
表 5. 2. 3-14 機器選定根拠書	253
表 5. 2. 3-15 機器選定根拠書	254
表 5. 2. 3-16 機器選定根拠書	255
表 5. 2. 3-17 機器選定根拠書	256
表 5. 2. 3-18 機器選定根拠書	257
表 5. 2. 3-19 機器選定根拠書	258
表 5. 2. 3-20 機器選定根拠書	259
表 5. 2. 3-21 機器選定根拠書	260
表 5. 3. 2-1 アルコール発火（爆発）の危険性の指標	266
表 5. 3. 2-2 (1/4~4/4) 火災防護審査指針との適合性検討	271
表 5. 2. 2-3 危険性の規制に関する政令との適合性検討	276
表 7-1 「常陽」アルコール処理方法の比較	281

図目次

図 4. 1-1 アルコール廃液処理フロー	13
図 4. 1-2 ろ過の原理	14
図 4. 1-3 分離膜の選定	15
図 4. 1-4 逆浸透の原理	16
図 4. 1-5 電気透析の原理	17
図 4. 1-3-1 触媒燃焼装置 エンジニアリングフローシート（参考図）	21
図 4. 1-3-2 触媒燃焼装置 外形図（参考図）	22
図 4. 2-1 アルコール廃液処理フロー	43
図 4. 2-2 20%エチラートエタノール溶液	44
図 4. 2-3 固形分ろ過装置	45
図 4. 2-4 加水分解装置	46
図 4. 2-5 タンク上部から採取したアルコール廃液（攪拌直後）	47
図 4. 2-6 タンク中部から採取したアルコール廃液（攪拌直後）	48
図 4. 2-7 タンク下部から採取したアルコール廃液（攪拌直後）	49
図 4. 2-8 タンク底部から採取したアルコール廃液（攪拌直後）	50
図 4. 2-9 タンク上部から採取したアルコール廃液（1時間静置後）	51
図 4. 2-10 タンク中部から採取したアルコール廃液（1時間静置後）	52
図 4. 2-11 タンク下部から採取したアルコール廃液（1時間静置後）	53
図 4. 2-12 タンク底部から採取したアルコール廃液（1時間静置後）	54
図 4. 2-13 模擬アルコール廃液A	55
図 4. 2-14 模擬アルコール廃液B	56
図 4. 2-15 模擬アルコール廃液C	57
図 4. 2-16 模擬アルコール廃液D	58
図 4. 2-17 模擬アルコール廃液E	59
図 4. 2-18 エチラート（粉末）	60
図 4. 2-19 実・模擬アルコール廃液の比較①	61
図 4. 2-20 実・模擬アルコール廃液の比較②	62
図 4. 2-21 模擬アルコール廃液F, G（固形物ろ過試験用）	63
図 4. 2-22 模擬アルコール廃液F, G（加水分解用）	64
図 4. 2-23 ろ過された固形分	65
図 4. 2-24 加水分解時の伝導度、液温、pH変化	66
図 4. 2-25 電気透析装置の内部装置	132
図 4. 2-26 電気透析装置のS 1 を用いた試験装置	133

図 4. 2-27 ナトリウム濃度換算係数の算出	134
図 4. 2-28 アルコール分析用ガスクロマトグラフ	135
図 4. 2-29 模擬二次処理廃液のクロマトグラフ	136
図 4. 2-30 ナトリウム濃度の経時変化（アルコール濃度の影響）	137
図 4. 2-31 ナトリウム廃液へのアルコール透過	138
図 4. 2-32 ナトリウム濃度の経時変化（温度の影響）	139
図 4. 2-33 電気透析の温度依存性	140
図 4. 2-34 ナトリウム濃度の経時変化（初期ナトリウム濃度の影響）	141
図 4. 2-35 電気透析のナトリウム濃度依存性	142
図 4. 2-36 ナトリウム濃度の経時変化（処理回数の影響）	143
図 4. 2-37 連続使用にともなう処理能力変化(1)	144
図 4. 2-38 連続使用にともなう処理能力変化(2)	145
図 4. 2-39 長期使用にともなうカートリッジの変色	146
図 4. 2-40 連続使用後のイオン交換膜	147
図 4. 2-41 COD, BODのエタノール濃度換算方法	148
図 4. 2-42 イオン交換膜の交換時期予測	149
図 4. 2-43 電気透析処理による各種成分の移動（処理前）	150
図 4. 2-44 電気透析処理による各種成分の移動（処理後）	151
図 4. 2-45 伝導度の温度依存性	152
図 4. 2-46 伝導度のアルコール濃度依存性	153
図 5. 1-1 建屋躯体形状	155
図 5. 1-2 機器配置状況	156
図 5. 1-3 写真撮影位置	157
図 5. 2. 2-1 (1), (2) 「常陽」アルコール廃液処理装置 系統図	178
図 5. 2. 2-2 ベーパレーション膜を用いたアルコール廃液処理装置 系統図	180
図 5. 2. 2-3 アルコール廃液貯留量の経時変化（プロセス1、プロセス2）	182
図 5. 2. 2-4 アルコール廃液貯留量の経時変化（プロセス3）	184
図 5. 2. 2-5 物質収支図（プロセス1, ケース1）	192
図 5. 2. 2-6 物質収支図（プロセス1, ケース2）	197
図 5. 2. 2-7 物質収支図（プロセス2, ケース1）	201
図 5. 2. 2-8 物質収支図（プロセス2, ケース2）	205
図 5. 2. 2-9 物質収支図（プロセス3）	210
図 5. 2. 3-1 電気透析装置 概略外形図	221
図 5. 2. 3-2 蒸発ボックス 概略外形図	222
図 5. 2. 3-3 触媒酸化塔 概略外形図	223
図 5. 2. 3-4 廃液稀釀槽 概略外形図	224

図 5.2.3-5 廃液計量槽 概略外形図	225
図 5.2.3-6 デミスター 概略外形図	226
図 5.2.3-7 液廃フィルタ A 概略外形図	230
図 5.2.3-8 液廃フィルタ B 概略外形図	230
図 5.2.3-9 取出部吸気フィルタ 概略外形図	232
図 5.2.3-10 取出部排気フィルタ 概略外形図	233
図 5.2.3-11 排ガスフィルタ 概略外形図	234
図 5.2.3-12 廃液移送ポンプ 概略外形図	235
図 5.2.3-13 廃液供給ポンプ 概略外形図	235
図 5.2.3-14 稀釀空気ヒータ 概略外形図	236
図 5.2.3-15 稀釀空気予熱器 概略外形図	237
図 5.2.3-16 排ガス冷却器 概略外形図	238
図 5.2.3-17 蒸気凝縮器 概略外形図	239
図 5.2.3-18 稀釀空気プロワ 概略外形図	240
図 5.2.4-1 プロセス 1 配置図	262
図 5.2.4-2 プロセス 2 配置図	263
図 5.2.4-3 プロセス 3 配置図	264

写真目次

写真 5.1-1 現場状況	158
写真 5.1-2 現場状況	159
写真 5.1-3 現場状況	160
写真 5.1-4 現場状況	161

1. 件名

「常陽」アルコール廃液処理装置に関する概念設計

2. 適用

本報告書は、「常陽」アルコール廃液処理装置に関する概念設計の設計内容を報告するものである。

3. 概要

高速実験炉「常陽」の燃料交換機、燃料出入機の燃料つかみ部（グリッパ）に付着したナトリウムは、アルコールで洗浄しており、この洗浄に使用され放射性物質を含むアルコール廃液がタンクに貯留されている。

このアルコール廃液は、現在の設備では処理して排出することができないことから、現状で 10 m^3 タンクに約 5 m^3 貯留されており、その貯留量が年々増加していることからこれを分解等の方法で処理する必要がある。

このため、本設計では、アルコール廃液の処理方法として触媒酸化法を基本とし、アルコール廃液の前処理から分解処理に至る一連のプロセスに係る概念設計を実施する。

なお、本プロセスの概念検討においては、アルコール廃液中に含まれる固形分、ナトリウム成分の事前分離を行った後に分解処理することが適切であると考えられることから、これに適用可能なろ過器、分離膜の選定に係る調査試験も実施する。実施項目の詳細を以下に示す。

(1) ろ過器、分離膜の調査試験（前処理プロセス調査）

アルコール廃液中に含まれるナトリウム成分は、分解処理時の加熱において濃縮され強アルカリとなり、強い腐食性を持つことが予想されるため、分解処理を行う前にこれを除去又は前処理することが適切と考えらる。

本検討においては、ろ過器によって固形分を除去し、さらに分離膜を用いてナトリウム成分を分離して、安定した状態で固体廃棄物又は廃液処理系に移行させる構成として概念設計を行う。

よって、固形分をろ過し、これを適切に放射性固体廃棄物として扱い出せるろ過材の調査及びナトリウム成分を分離して放射性廃液処理系に排出する機能に適合する可能性のある分離膜について調査を行い、それについて模擬アルコール廃液を用いた適合性確認試験を実施する。

(2) アルコール廃液処理装置に係わる概念設計

アルコール廃液処理プロセスについて、前項の試験を反映した前処理を行った場合と、前処理を行わず直接分解処理した場合の 2 ケースについて検討を行い、それぞれの処理装置概念について明らかにする。

前記の 2 ケースについて、全体処理プロセス、処理能力、発生廃棄物の性状、現場設置スペース、火災・爆発に係る安全性を総合的に検討し、アルコール廃液処理装置全体構成に係る概念設計を行う。

また、アルコール廃液処理装置に係る物質収支予測、化学変化予測、必要なユーティリティの種類と量を明らかにする。

4. ナトリウム成分用ろ過器、分離膜の調査試験

4. 1 要素技術の調査

高速実験炉「常陽」では、燃料交換機、燃料出入機の燃料つかみ部（グリッパ）に付着したナトリウムを、アルコールで洗浄する。洗浄後の廃液を、アルコール廃液と呼ぶが、これには放射性核種が含まれている。

アルコール廃液は、既存設備では処理することができないため、 10 m^3 のタンク（アルコール廃液タンク）に貯留している。これまでの貯留量は約 5 m^3 であり、この量は年々増加している。しかし、これまでのところ効率的なアルコール廃液の処理法は確立されていない。

このため、今後予想されるアルコール廃液の増大に対応するとともに、FBR全体の廃液処理に寄与することを狙いとして、アルコール廃液処理方法を検討し、処理設備全体に係る概念設計を行うことが、本研究の目的である。

図 4.1.1 に、アルコール廃液の処理方法として想定するフローを示す。この処理フローでは、まずアルコール廃液に含まれる腐食生成物や金属粉などの固体物を、ろ過分離する。次に、ろ液に含まれるナトリウムを、膜を用いて分離する。以上の処理で、アルコールと水の混合物が得られる。この混合物は、気化させた後、低温触媒酸化で炭酸ガスと水に分解処理する。なお、分離されたナトリウムは、既設の非水処理系統で中和処理する。また固体分については、別途固化処理するものとする。

上記の処理フローの概念設計を行うためには、このフローを構成する、次の 4 項目の技術について、原理、研究レベル、実用例の有無などを明らかにすることが不可欠である。

- ・ 固形分ろ過方法
- ・ ナトリウム成分分離膜
- ・ 気化方式
- ・ 触媒酸化

そこで本節では、上記 4 技術について調査した結果を報告する。

4. 1. 1 固形分ろ過方法

(1) 精密ろ過

固体分の除去には、膜ろ過技術が一般的に利用される。図 4.1.2 に示すように、

ろ過とは、膜の孔径（ポアサイズ）と、固体物の粒子径の差を利用して、溶媒と固体物とをふるい分ける手法である。ポアサイズによって、精密ろ過と限外ろ過に区別されるが、原理はどちらも同じである。

アルコール廃液中に含まれる固体物は、腐食生成物や金属粉などであると考えられる。図4.1.3に、物質の大きさと、これをろ過するのに適した分離膜を示している。このなかで、酸化鉄が金属粉に相当する。したがって、アルコール廃液中に含まれる固体分は、おそらく数 μm 程度であると推定される。この粒径の物質をろ過するには、図4.1.3に示すように、プレ（ろ過）フィルタ、または精密（ろ過）フィルタが適している。しかし、1 μm 程度の固体物が含まれる可能性も否定できないため、プレろ過は適用外とする。

表4.1.1（左）に精密ろ過に関する調査結果を示す。精密ろ過膜の孔径は、0.01～数 μm である。比較的低い加圧力で、固体物をろ過分離できるため、装置が単純で、投入するエネルギーがわずかというメリットがある。膜の種類は豊富で、ニトロセルロースやポリカーボネートといった有機膜、あるいはセラミックスやメタルといった無機膜が、多数開発されている。最近の傾向としては、アルミナ、ジルコニア、ガラス、カーボンなどの無機膜が主流となりつつある。アルコール廃液には、高濃度のアルコールやアルカリが含まれる。このような条件では、有機膜は劣化しやすいため、無機膜が適すると考える。

（2）限外ろ過

表4.1.1（右）に限外ろ過に関する調査結果を示す。限外ろ過膜は、精密ろ過膜に比べてポアサイズが小さいため、除去可能な固体物の粒径が小さい。図4.1.3に限外ろ過で除去できる物質の大きさを示す。限外ろ過膜は、透過阻止可能な物質の分子量で評価する。一般に、限外ろ過膜が分離除去できるのは、分子量が1000以上の高分子物質とされている。したがって、精密ろ過膜では除去できない、微生物、ウイルス、酵素などの分離除去に利用できる。なお、限外ろ過膜では、分子量23のナトリウムイオンは分離できない。

現在、限外ろ過膜の大部分は、ポリエーテルスルホン酸に代表される有機膜である。多孔質ガラス、カーボンといった特殊な材質の無機膜も開発されているが、あまり一般的ではない。無機膜としては、セラミックスが一般的に利用されているが、

分離可能な分子量が、有機膜に比べて大きいという欠点がある。

限外ろ過膜のアルコール廃液への適応性であるが、ポアサイズが固形物に比べて十分小さいことから、固形分ろ過という目的は十分に達成することができる。しかし、ポアサイズが固形物の粒径に比べて小さすぎるために、容易に目詰まりを引き起こし、ろ過性能が低下することが予想される。また、精密ろ過の約2倍の加圧力が必要である。したがって、精密ろ過に比べ、投入するエネルギー量は多くなる。

(3)まとめ

以上の調査結果から、アルコール廃液の固形物処理には、精密ろ過（無機膜）が最適であると考えられる。

4. 1. 2 ナトリウム成分分離膜

(1) 逆浸透

逆浸透膜は、海水の淡水化を目的として、塩類の透過を阻止する膜として開発された。図4.1.3に示すように、逆浸透膜では、粒径 $0.0002\mu\text{m}$ 、分子量50以下の低分子やイオンも分離可能である。精密ろ過や限外ろ過は、膜上にある孔を通過できるかどうかで、物質をふるい分けるという原理である。したがって、直感的には、逆浸透膜のポアサイズは、限外ろ過膜に比べて、さらに小さいと考えやすい。しかし近年では、逆浸透膜の透過機構を論じる場合、逆浸透膜には孔はないと考えるのが主流である。つまり逆浸透膜には孔がないため、イオンや低分子量物質は透過できないが、水だけは膜の分子構造の間を透過する（染み出す）ことができるという考え方である。

図4.1.4に、逆浸透の原理を示す。前述したように、逆浸透膜を透過できるのは水だけである。したがって、固形物を含む溶液（図中では濃厚溶液と記している）に圧力をかけることで、水だけを逆透析膜外に絞り出すことが可能である。ただし高い加圧力が必要であり、精密ろ過の10～20倍、限外ろ過の5～10倍である。このため、加圧用装置が必要であり、投入するエネルギー量が多いというデメリットがある。なお、精密ろ過や限外ろ過とは異なり、逆浸透では、固形物と溶媒を完全に分離することはできない。したがって逆浸透は、濃厚溶液から水を除去して、濃縮する場合や、純水を製造する手段として用いられる。

表 4.1.2 (左) に逆浸透に関する調査結果を示す。逆浸透膜は、セルロース、ポリアミドといった有機膜が主流である。ラボレベルでは、多孔質ガラスを用いた無機膜も開発されているが、市販されていない。表 4.1.3 に、現在市販されている代表的な逆浸透膜（有機膜）の性能を示す。ほとんどの膜は、NaCl、Na₂SO₄などのナトリウムの阻止率が 98～99% と高く、良好なナトリウム分離能力を有する。しかしながら、エタノール、IPA（イソプロパノール）といった、二次処理廃液に含まれているアルコールの阻止率も高い。特にイソプロパノールについては、90% 近い阻止率を示すものもあり、ほとんど膜を透過しないことが分かる。比較的アルコールの阻止率が低かったのが、B 社の No.2 であったが、この膜はナトリウムの阻止率が 80% と低い。したがって、ナトリウムとアルコールを主成分とする廃液を、逆浸透膜で処理した場合、廃液中の水が除去されるだけで、ナトリウムとアルコールを分離できないと考える。

(2) 電気透析

これまで述べた精密ろ過、限外ろ過および逆浸透は、加圧することで、溶媒と溶質のふるい分けを行う原理であった。しかし電気透析は、膜の両面に印加した電位差を駆動力として、ふるい分けを行う。

電気透析では、イオン交換膜が用いられる。この膜の特徴は、物質の粒径や分子量ではなく、電荷を識別することにある。陽イオン交換膜（あるいはカチオン膜）と呼ばれるイオン交換膜は、正の電荷を持つ陽イオンだけを透過させ、負の電荷を持つ陰イオンは通さない。一方、陰イオン交換膜（あるいはアニオン膜）は、陰イオンは透過させるが、陽イオンは通さない。

図 4.1.5 に電気透析の原理を示す。電気透析装置の内部には、前述した 2 種類のイオン交換膜が配置され、その両端に正負の電圧が印加される。アルコール廃液に含まれるナトリウムイオンは、正の電荷を持つ陽イオンである。したがって、負の電荷を持つ陰極側に引き寄せられ、陽イオン交換膜を透過する。一方、アルコール廃液に含まれるアルコールは、電荷を持たない。したがって、陰極側に引き寄せられることはない。この結果、陽イオン交換膜を隔てて、ナトリウムとアルコールを分離できる。

表 4.1.2 (右) に電気透析に関する調査結果を示す。電気透析に用いられるイオン

交換膜は、すべて有機膜であり、炭化水素系、フッ素系などが代表的である。炭化水素系のイオン交換膜は、燃料電池の隔膜に用いられており、さまざまな大きさ、形状の膜が開発されている。しかし、アルコール耐性はフッ素系に比べて低いとされている。一方、フッ素系は、アルコールなどの有機溶媒への耐性が高い反面、酸やアルカリに弱いという欠点がある。このような膜を用いた電気透析は、海水の淡水化、食料品（醤油、チーズホエー、糖液など）の脱塩を目的として、広く実用化されている。また脱塩率は、98～99%である。

以上のことから、アルコール廃液中のナトリウム成分分離には、電気透析が最適であると考えられる。ただし、廃液にアルコールが含まれることから、下記の注意が必要である。すなわち、電荷を持たないアルコールは、陰極に引き寄せられて、陽イオン交換膜を透過することはない。しかし、毛細管現象や浸透現象などで、陽イオン交換膜中にしみ込み、これを透過する可能性が危惧される。このため、次節で述べる電気透析装置の適合性確認試験では、処理にともなうアルコール透過率について、詳細に検討している。

(3) まとめ

以上の調査結果から、アルコール廃液のナトリウム成分分離には、電気透析が最適であると考えられる。

(4) 補足

今回、膜分離技術の調査を行ったが、アルコール成分の膜分離技術についても、さまざまな情報が得られたので、ここに補足として記載する。なお、図4.1.1に示すように、アルコール廃液処理フローには、アルコール成分を膜で分離するプロセスは含まれない。

アルコール成分は容易に気化できるため、ガスとして取り扱うことを想定する。アルコールガス（または蒸気）の膜分離には、ガス分離膜が利用される。ガス分離膜は、特定の気体は容易に透過するが、他の気体は通さないという性質を有する。これは、ガス分離膜内への拡散速度が、ガスの種類ごとに異なるためである。

ガス分離膜を用いた分離技術としては、膜蒸留と、浸透気化が一般的である。表4.1.4に調査結果を示す。膜蒸留とは、ガス分離膜の片面を高温に、反対面を低温に

することで、膜の両面に温度差を与える方式である。この温度差が起動力となって、ガスの分離が行われる。一方、ガス分離膜の片面を減圧することで、膜の両面に圧力差を生じさせる方式が、浸透気化である。浸透気化による、水とアルコールの分離は、実用化された実績があり、必要に応じてアルコール廃液処理に利用できる技術であると考えられる。

表4.1.1 固形物分離技術の調査結果まとめ

方式	精密ろ過	限外ろ過
原理	水(溶媒)の移動により除去したい物質(溶質、あるいは固形物)を圧力差を利用してろ過する	
膜の種類	対称膜 ・表裏なし ・膜断面の構造が均一 ・孔径0.05μm~10μm	非対称膜 ・表裏あり ・ろ過方向と逆方向で、膜断面の構造が異なる 緻密な活性層(厚さ1μm未満)とポーリング状の支持層(厚さ約100μm)から成り、それぞれの材質が同じ ・孔径10Å~200Å ・分子量1000以上の物質は透過不可
膜材質・特徴	有機膜 ・ニトロセルロース系(耐熱性、機械強度に優れるが、刃傷や刃孔耐性は低い) ・ポリカーボネート、ポリエチル(刃孔耐性は有、刃傷耐性は低い)	・ポリエチレン、ポリッパビコラゲン系(耐熱性に優れる)
	無機膜 ・主流 ・セミシク系(耐熱性、耐腐食性、耐薬品性、機械強度に優れる) ・陶器系(機械的強度、耐熱性、耐腐食性、加工性に優れる)	・多孔質ガラス(細孔径分布がシャープで軽いが、強度が弱く、刃傷に溶解する) ・カボン(軽量、機械強度や刃孔耐性に優れる) ・陶器系(開削部端鋒) ・セミシク系(市販商品だが孔径が大)
分離対象物	微粒子 ・粒径0.01μm~10μm	高分子物質 ・分子量1000以上
分離能能力	・分離能能はμmで示される	・阻止率90%となる高分子物質の分子量が評価指標
モジュール形状	平膜 パイレット、アーリット、管状、中空糸、カートリッジ	平膜 パイレット、アーリット、管状、中空糸、カートリッジ
ろ過方式	勿刃孔、全量ろ過	勿刃孔、全量ろ過
耐熱性	<200°C(セミシク)、<60°C(ポリビコラゲル)	<50°C(セミシク)、<90°C(ポリエチレン)
耐圧性	<1 MPa(セミシク)、<0.2 MPa(ポリビコラゲル)	<0.5MPa(ポリエチレン)
pH	0~14(セミシク)、1~14(ポリビコラゲル)	3~8(セミシク)、1~13(ポリエチレン)
固形分が与える影響	ろ材の目詰まり、ろ過面でのゲル層の生成	ろ材の目詰まり、ろ過面でのゲル層の生成
経時変化	ろ液透かし増加、ろ過速度の低下、原側とろ過側の圧力差増加	
メテナリ性(洗浄方法)	逆洗、空気洗浄、エタノール、ラッソング、薬品洗浄	逆洗、空気洗浄、エタノール、ラッソング、薬品洗浄、ボル洗浄、噴流
加圧力	0.1~0.5 MPa(1~5 kgf/cm ²)	0.2~1 MPa(2~10 kgf/cm ²)
二次廃棄物	膜単体 モジュール	膜単体、モジュール
コスト	安価	高価
実績	・除菌、清澄 ・細胞の捕集と濃縮 ウイルスの分離 ・水処理(分析・実験用通常上水、生活排水処理、産業廃水処理)、	・高分子溶液(ウパク質、酵素等)の分離、濃縮、精製 ・水処理(通常上水、生活排水処理、産業廃水処理、屎尿処理、ビル中水道)
評価	固形分 ◎(刃孔ル空隙の固形分は>1μm)	○(目詰まりしやすい)
	カット ×	×
	刃孔 ×	×

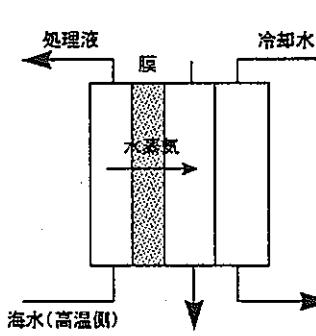
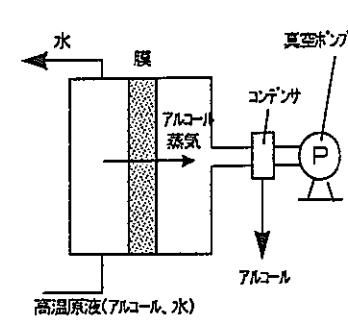
表4. 1. 2 ナトリウム成分分離技術の調査結果まとめ

方式	逆浸透	電気透析	
原理	水(溶媒)の移動により除去した物質(溶質、あるいは固体)を圧力差を利用してろ過する	イオノ交換膜を介する溶質の移動による分離、濃縮技術(電場を利用)	
膜の種類	複合膜 ・構造は半透膜と同じ ・緻密な支持層(セパレーティング層と呼ばれる)とポリマー状の支持層では、それぞれ材質が異なる ・膜素材と支持体の最適化で半透膜の問題を回避 ・製膜工程が複雑、支持体とセパレーティング層との剥離などが欠点	荷電荷膜 ・高電流効率、低電気抵抗といった電気化学的性質の優れたものが用いられる	
膜材質・特徴	有機膜 ・酢酸セルロース系、ポリ亞ド系(主流) ・エレンビコルセルロース共重合体、再生セルロース系(セルロース分離用として開発中)	・炭化水素系イオノ交換膜(耐酸化性、耐温性に欠ける、電池用隔膜用) ・フッ素系イオノ交換膜(耐熱、耐薬品性に優れるが、酸、アルカリに弱い、食塩精製用)	
分離対象物	溶存塩類 低分子物質 ・分子量数10～数1000	イオ	
分離能力	・阻止率が評価指標 ex 無機塩 糖98～99%、メタノール25%、エタノール70%、イソブチルアルコール80% ・メタノール濃度は15%(6MPa)が限界 →メタノール濃度勾配に伴う浸透圧増加の原因	0.5 L/h (Na除去、有效膜面積=0.55 dm ² /側)	
モジュール形状	平面膜、スパイラル、アーリー、管状、中空糸	セラ	
耐熱性	<40°C(アリ)、<50°C(アリ)	<65°C	
耐圧性	<4 MPa(アリ)、<6 MPa(アリ)		
pH	3～8(アリ)、1～12(アリ)	0～10	
固形分が与える影響	ろ材の詰まり、ろ過面でのゲル層の生成	・固形物はイオノ交換膜から分離膜中を通過しないため、通常は影響はない ・ただし膜に吸着する性質や電荷を帯びた固形分が存在する場合、分離や濃縮の効率低下が懸念される	
経時変化	ろ液抵抗が増加、ろ過速度の低下、原液側とろ過側の圧力差増加	有機汚染(分子量の大きな有機陰イオンがイオノ交換膜に吸着すること)により、2価けの透過性低下、透析電圧上昇	
メテナス性(洗浄方法)	薬品洗浄(前処理が基本)	膜の酸、アルカリ洗浄	
加圧力	1～10 MPa (10～100 kgf/cm ²)		
二次廃棄物	膜単体、モジュール	膜単体、モジュール	
実績	・塩、糖、アルカリの濃縮 ・造水(脱塩、淡水化)	・発酵液からの塩、酸、塩基の分離 ・電解質の濃縮、脱塩	
評価	固形分	△(濃縮可、固液分離不可)	×
	ナトリウム	○(高圧力が必要)	◎(実績あり)
	アルコール	△(アルコール、ナトリウムの分離困難)	×

表4.1.3 逆浸透膜(市販品)の性能比較

メーカー		A社			B社		C社
サンプル名		No.1	No.2	No.3	No.1	No.2	No.1
阻止率 (%)	NaCl	99.5	98	92	99.5	80	98
	Na ₂ SO ₄	99.9	99	99	99.9	—	—
	エタノール	53	40	25	54	10	70
	IPA	96	85	70	96	35	90
評価 条件	圧力(MPa)	1.5	1.5	1.0	1.5	0.75	1.6
	温度(°C)	25	25	25	25	25	25

表4. 1. 4 アルコール分離技術の調査結果まとめ

方式	膜蒸留 (MD)	浸透気化 (PV)
原理	蒸気分圧を利用 	膜中への拡散速度の違い、蒸発速度の違いを利用 
特徴	・比較的低温(純水製造で60°C程度)で蒸留可能 ・排熱利用が可能	・金属イオンの分離、高分子化合物で蒸発・気化しないものは対象外(残留させて分離除去は可能) ・膜分離と比較して目詰まりによる膜の性能劣化を起こさない ・透過物が希釈されずに回収可能
膜の種類	対流膜または非対流膜(疎水性)	非対流膜(疎水性)
膜材質・特徴	無機膜 ・PTFE(ポリ四フッ化エチレン) ・PVDF(ポリ四フッ化ビニル) ・PP(ポリプロピレン) ・PE(ポリエチレン) 有機膜 なし	・シリカゲル膜(アルコールを選択的に透過、アルコール選択性膜は技術が未成熟) ・酢酸セルロース、ポリビニルコロリド系複合膜(水を選択的に透過) なし
分離物質	水、有機物	水、有機物
分離能力		・アルコール分離系数: 1.0~2.0 (シリカゲル膜) ・エタノール分離系数: 2.0~6.0 (セラミック膜)
モジュール形状		板、中空糸
耐熱性	不明	不明
固体分が与える影響	・固体物は伝交換膜、ガス分離膜中を通過しないため、通常は影響はない ・ただし膜に吸着する性質や電荷を帯びた固体分が存在する場合、分離や濃縮の効率低下が懸念される	
加圧力		<-0.1 MPa (-1 kgf/cm²)
二次廃棄物	不明	不明
実績	・揮発性有機溶媒の分離 ・海水の淡化 ・超純水製造	・水溶液中のエタノール、ブタノール、酢酸の分離 ・共沸混合物の分離 ・有機溶媒の脱水
評価	固体分 × ナトリウム × アルコール ○	× × ◎(実績あり)

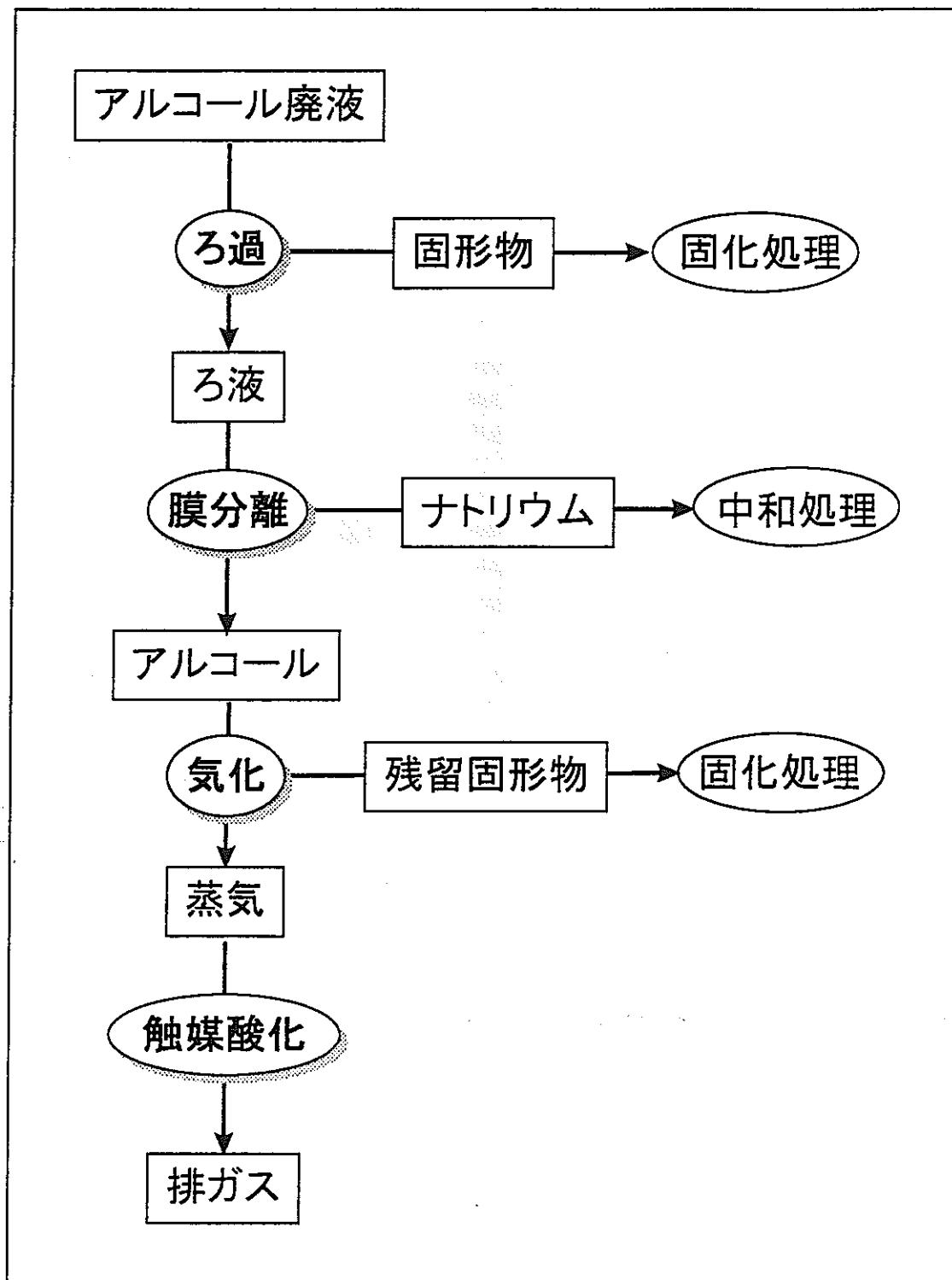
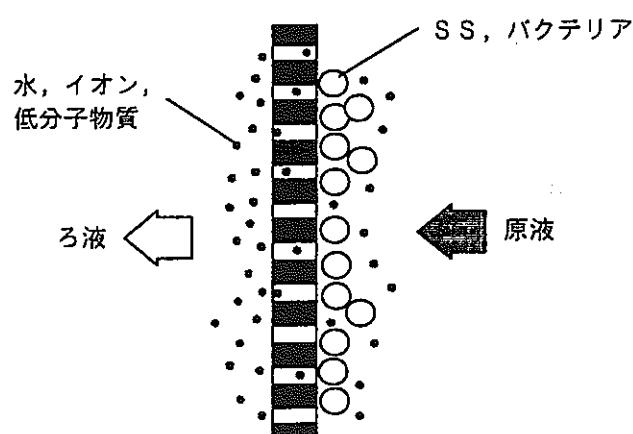


図4.1.1 アルコール廃液処理フロー



プロセス	膜	駆動力	物質分離の機構	適用分野
精密ろ過 (MF)	対称微細孔高分子膜 孔径 0.03~10 μm	圧力 1~5kgf/cm ²	孔径と粒子径によるふるい分け	除菌, 清澄, 細胞・バクテリアの捕集と濃縮等
限外ろ過 (UF)	非対称構造をもつ多孔質膜	圧力 2~10kgf/cm ²	孔径と粒子径によるふるい分け	タンパク質, 酵素等の高分子溶液の分離・濃縮・精製

図4.1.2 ろ過の原理

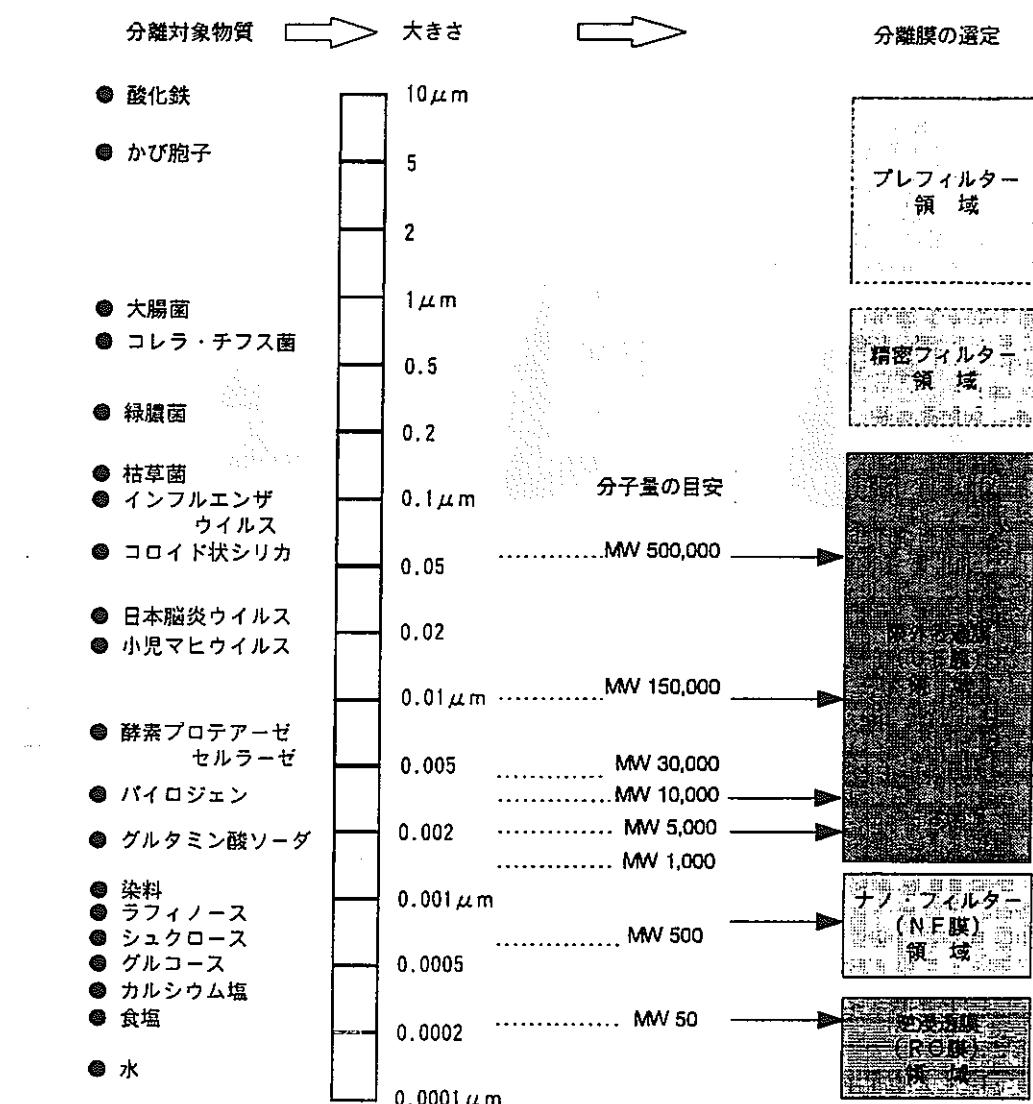
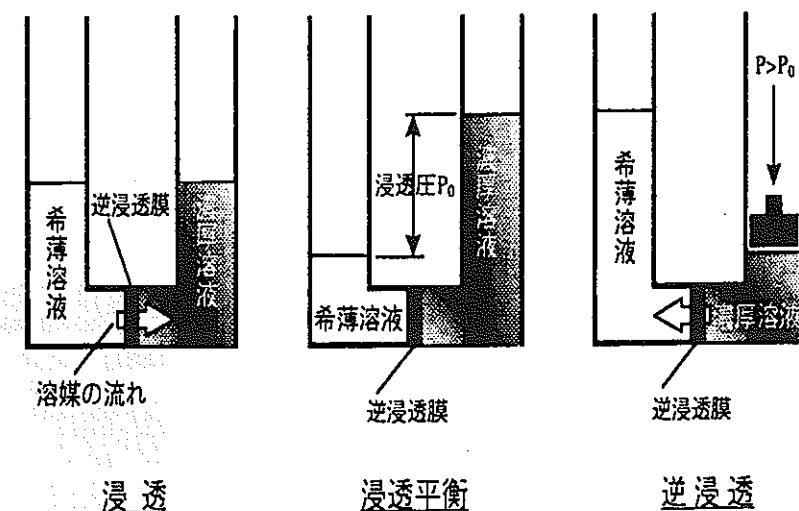
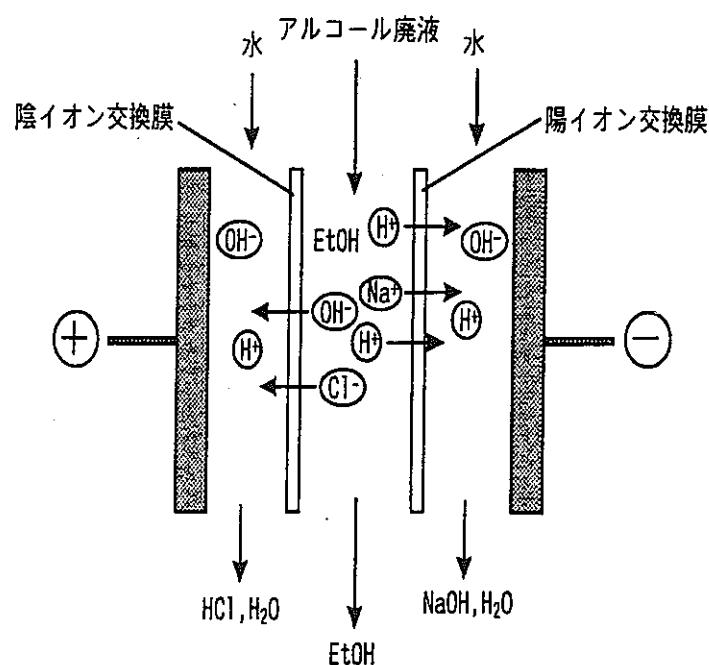


図4.1.3 分離膜の選定



プロセス	膜	駆動力	物質分離の機構	適応分野
逆浸透 (RO)	異方性膜（スキン層 と多孔性支持体）	圧力 $10 \sim 100 \text{ kg/cm}^2$	均質な高分子マトリックス中への溶 解-拡散	塩、糖、アミノ酸の濃縮、 水の分離

図4.1.4 逆浸透の原理



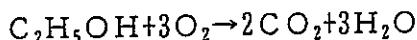
プロセス	膜	駆動力	物質分離の機構	適応分野
電気透析	陽・陰イオン交換膜	電位差	粒子の荷電	発酵液からの塩、酸、塩基の分離、アミノ酸の分離、電解質の濃縮、脱塩

図4. 1. 5 電気透析の原理

4.1.3 触媒酸化

触媒酸化は、触媒を利用して溶剤等の可燃性物質を比較的低温で燃焼させるものである。一般には、有害ガスの除去や悪臭ガスの分解（脱臭装置）などに利用されている例がある。

アルコールの分解にも利用は可能であり、触媒酸化反応で以下の反応により二酸化炭素と水に分解されると考えられる。



この装置について調査を行い、その内容を表 4.1.3-1、表 4.1.3-2 及び図 4.1.3-1～図 4.1.3-2 に示す。調査の結果以下のことが確認できた。

① 反応温度

酸化反応を起こすため 300℃以上加熱する必要がある。また、火災等の安全性を別とすると温度の上限は触媒の耐熱温度（Pt触媒で 550℃）以下とする必要がある。

② アルコールの予熱方法

酸化反応を起こさせるのにアルコールはガス化する必要があるがその方法に制約は無い。

③ 反応用ガス

空気中の酸素を混合供給することでよい。（高純度の酸素を供給する必要はない）

④ アルコールの分解への適用性

分解効率 95%以上（ただしメーカカタログベースで使用条件の詳細は不明）であり適用できると考えられる。

⑤ 反応による廃ガス温度上昇

装置内で酸化反応が起るので廃ガス出口は入口に比較して酸化熱分の温度上昇がある。

⑥ 触媒材質

Pt触媒（メーカにより形状の違いはあるが基本的にセラミックに Pt を塗布）

⑦ 触媒の寿命

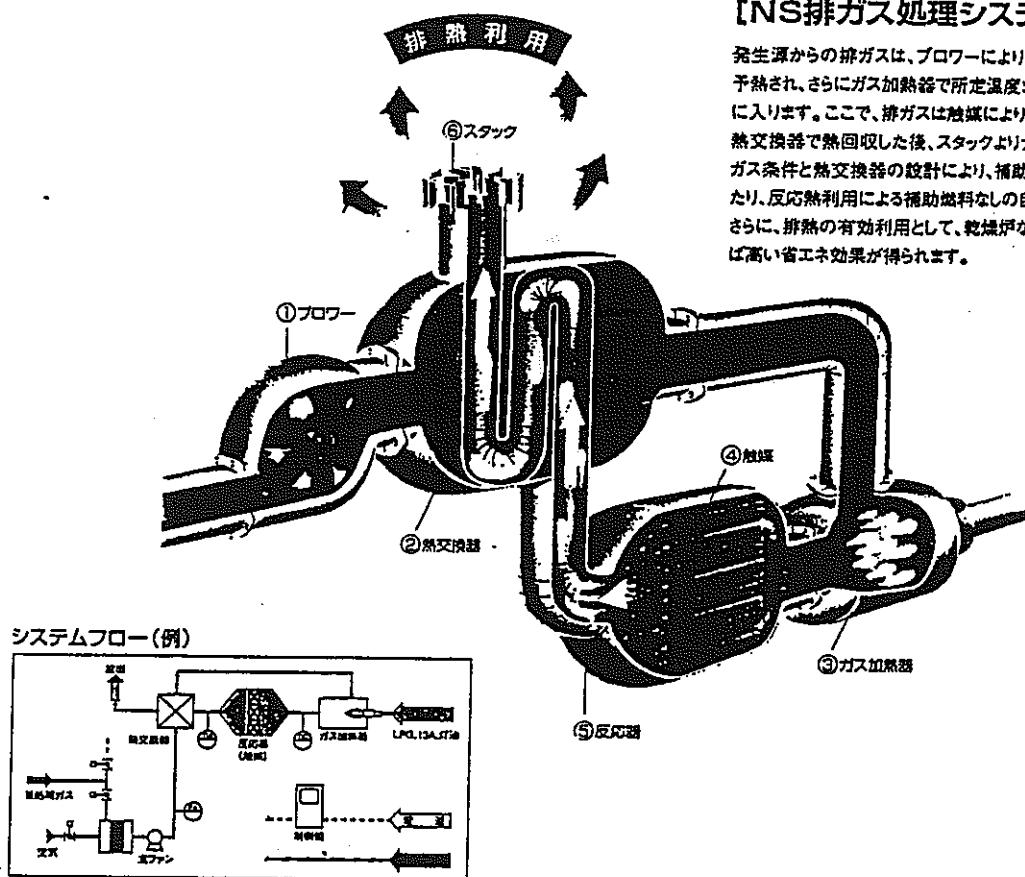
5 年程度（ただしメーカカタログベースで使用条件の詳細は不明）

表 4.1.3-1 アルコールの触媒酸化について
(株)日本触媒殿と打ち合わせ内容)

1. アルコールガス分解の実用化レベルについて

- ・アルコールガスの分解の実績はある（主納入実績表参照）
- ・システム、または触媒だけの提供も可能
- ・触媒燃焼非ガス処理装置について

【構造】



【処理例】

発生施設	排ガス成分	処理前濃度 (ppm)	処理温度 (°C)	処理効率 (%)
粘着テープ製造工程	メタノール、酢酸メチル、MEK	940	330	>99.7
ケモア印刷工程	MEK、トルエン、シクロヘキサンなど	1250	250	>99.5

2. アルコール処理に関する技術的ポイント

- ・ガス化がネック→水が共沸するため、アルコール／水の分離は難しい
→水分量を抑える必要はある
- ・水分量が少ない場合は処理可能→ただし空気（酸素）の導入が必要
→必要酸素量はアルコールガスの5～10倍
(酸素量は触媒の耐熱温度、アルコールの爆発下限濃度によって決まる)
- ・処理温度は300°C程度

表 4.1.3-2 アルコールの触媒酸化について
(旭エンジニアリング(株)殿との打合せ内容)

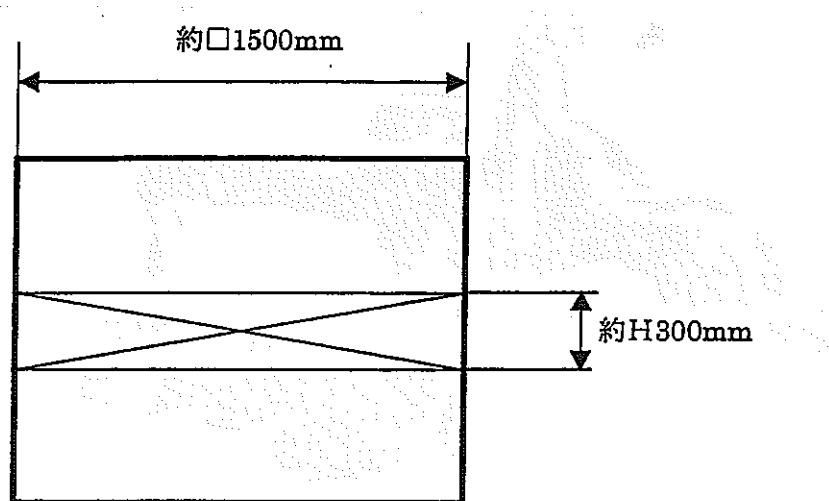
1. 触媒について

(1) 触媒の形状等

形状は、ハニカムチューブ状で、素材はカーボン+白金

寸法は、約口1500mm×約H300となる。

重量は、人が両手で扱える程度である。



触媒酸化塔の概略寸法

2. 触媒の寿命

触媒の寿命は4~5年であり、消耗品である。

酸化温度を300~350℃とするための稀釀空気量を30m³/minとすると、触媒の量は約0.7m³となる。4~5年に1回二次廃棄物が発生することになる。

3. 課題

(1) 水蒸気とアルコールの共存は問題ない。

(触媒の中で運転中に結露しなければ問題ない)

(2) アルコール蒸発中の気相へのSiO₂の移行

気相へのSiO₂の移行量が多ければ問題となる。

R&DでSiO₂の移行を確認する必要がある。

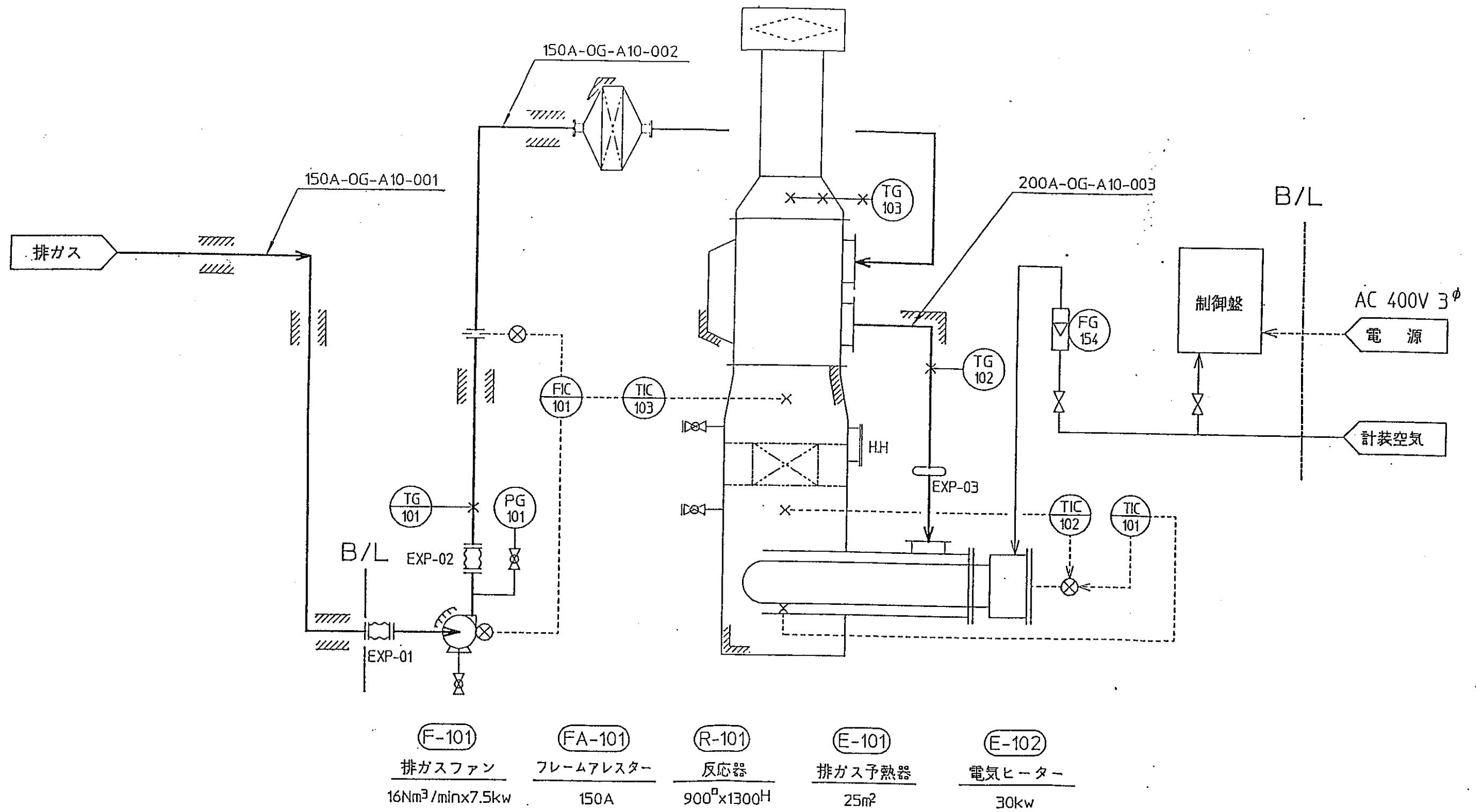
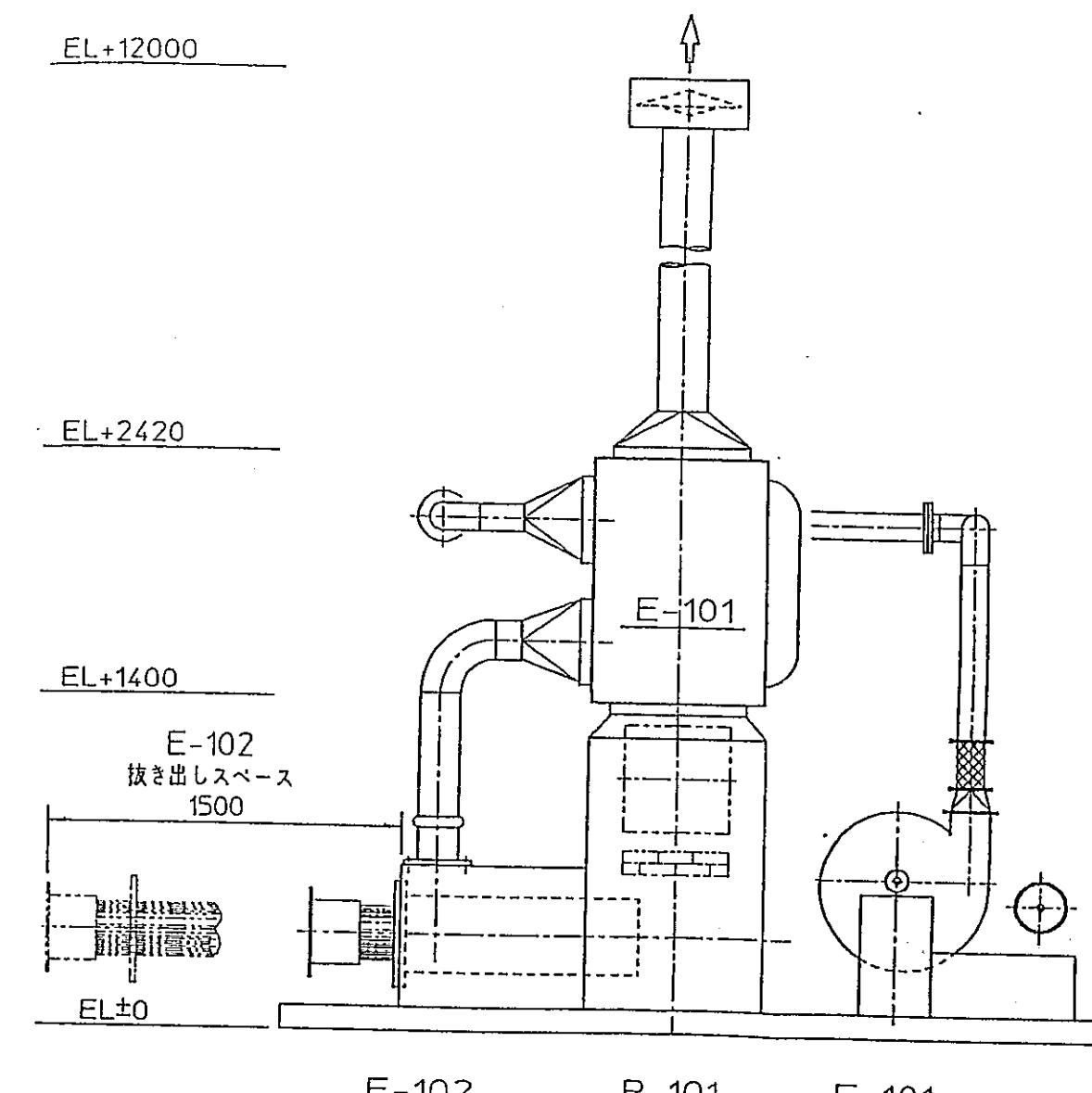
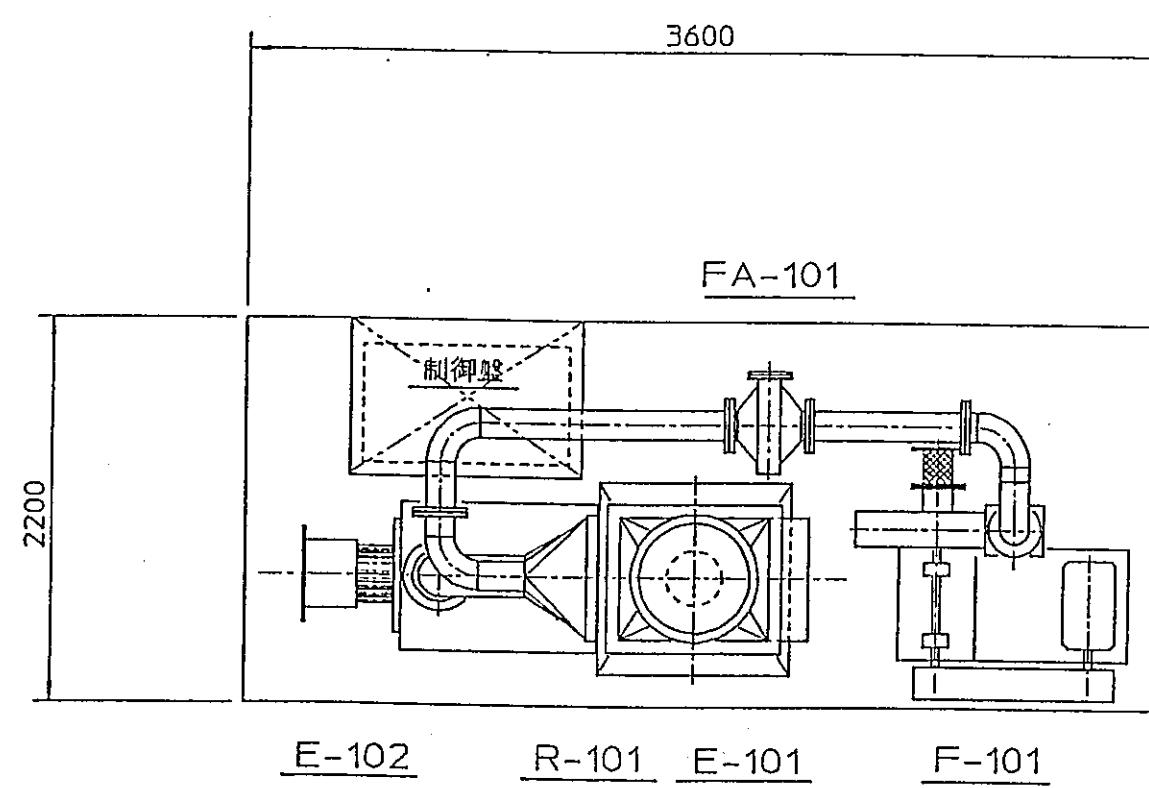


図 4.1.3-1 触媒燃焼装置 エンジニアリングフローシート（参考図）



平面図

立面図

図 4.1.3-2 触媒燃焼装置 外形図（参考図）

4. 2 適合性確認試験

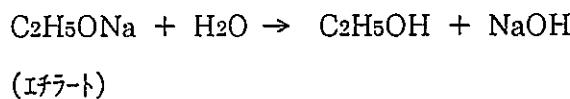
4. 2. 1 はじめに

アルコール廃液処理のフローでは、各ステップでさまざまな廃液を生じる。本節では、これらの廃液の区別を明確にするために、便宜上、図 4.2.1 に示すよう名称で表すこととする。また試験のために調製した廃液には、語頭に模擬と付記し、実廃液と区別している。

J N C 殿が昭和 62 年 12 月に実施したアルコール廃液の分析結果を表 4.2.1 に示す。エタノール、イソプロパノール（以下、IPA と記す）、メチルエチルケトン（以下、MEK と記す）などのアルコール、ナトリウム、各種金属などである。なお、以後文中でアルコールと記載する場合は、特別な補足説明がない限り、エタノール、IPA、MEK の混合物を指すものとする。なお、表 4.2.1 には記載されていないが、アルコール廃液中のナトリウムは、エタノールと結合して、エチラートとして存在している。したがって、アルコール廃液の組成は、アルコール、エチラート、金属粉などであると考えられる。

アルコール廃液処理は、まず固形分ろ過を行い、金属粉などを除去する。この固形分ろ過については、前節の調査結果から、精密ろ過が最適と考えられる。なお、除去された金属粉は、放射能を持つため、ガラス固化などの処理をした後、固形廃棄物として処分される。一方、固形分ろ過後の廃液（これを一次処理廃液と呼ぶ）には、アルコールとエチラートが含まれる。

エチラートは、アルコールとナトリウムの化合物である。そこで、一次処理廃液に水を加え、加水分解する。この反応は、以下の化学式で表される。



アルコールとナトリウムの分離を行なう前に、エチラートを完全に加水分解することが必要である。したがって、どの程度の量の水を加えれば、加水分解が完了するかを明らかにすることが課題となる。なお、加水分解後の、アルコールとナトリウムを主成分とする廃液を、二次処理廃液と呼ぶ。また、ここまでの中程を、固形分ろ過とする。

次にこの二次処理廃液から、アルコール成分を分離する。アルコール成分分離について、前節の調査結果から、電気透析が最適と考えられる。電気透析を行うことで、二次処理廃液中のナトリウムは除去され、ナトリウム廃液となる。また、アルコールを主成分とする廃液（これを三次処理廃液と呼ぶ）を得ることができる。ここまでの中程を、ナトリウム

成分分離とする。

そこで、以上の処理フローの概念設計を行うために、以下の項目について確認試験を行った。本節では、その結果について述べる。

① 固形分離の適合性確認

- ・精密ろ過膜の適用性：アルコール廃液に含まれる固体分の分離の可否
- ・一次処理廃液を完全に加水分解するための条件決定

② ナトリウム分離膜の適合性確認

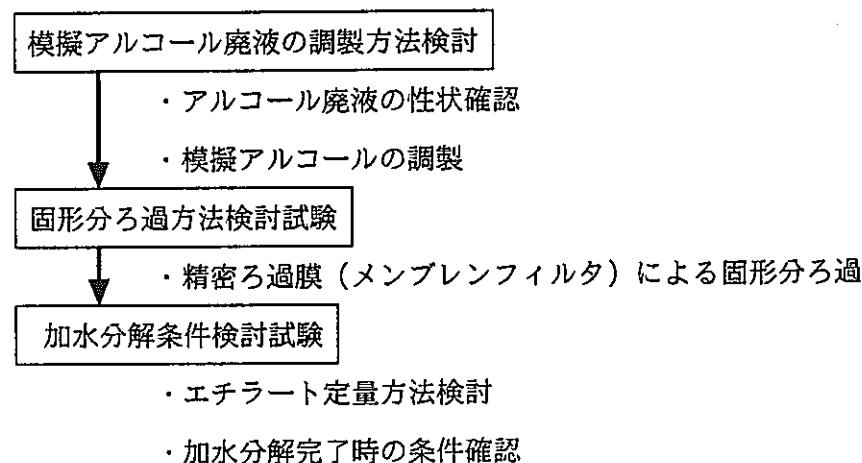
- ・電気透析の適用性：二次処理廃液に含まれるナトリウムの分離の可否

4. 2. 2 固形分離

(1) 研究開発の方法

① 試験の手順

本試験では、精密ろ過膜の適用性確認、加水分解条件の検討、の2項目を目的とする。そこで、以下に示す手順で試験を実施した。



② 試験装置、条件

(a) アルコール廃液の性状確認

アルコール廃液は、管理区域外には出すことができない。そこでJNC殿にご協力いただき、アルコール廃液タンクの上部、中部、下部、底部の4ヶ所でアルコール廃液を採集した。

(b) 模擬アルコール廃液の調製

表4.2.2に、本試験で使用した試薬類のリストを示す。表4.2.3には、調製した7種類の模擬アルコール廃液(A～G)の組成を示す。このうちA～Eは、実アルコール廃液との性状の比較、またF、Gは固体分分離試験のための模擬アルコール廃液である。

固体分として、表4.2.2に示す金属の粉末を添加する。これら金属類の粒子径は、実アルコール廃液に含まれる固体物の大きさを推測して決定したが、同時に入手可能な試薬としては、最も微細な粒子径を選択した。表4.2.4には、模擬アルコール廃液中の各金属の濃度を示す。

(c)メンブレンフィルタによる固体ろ過

精密ろ過膜の一種であるメンブレンフィルタは、一般にサブミクロンから約10 μm のサイズの微粒子および微生物の除去または分離を目的として利用される。

図4.2.3に、固体ろ過試験に使用したメンブレンフィルタとろ過器を示す。使用したメンブレンフィルタ(MF-ミリポア、MILLIPORE製)は、材質がセルロース混合エステル、ポアサイズは0.45 μm である。水流式の吸引ポンプを用いて、約0.1 MPaのろ過圧をかけて使用する。

セルロース混合エステルは、有機溶媒に溶解しやすい。したがって、今回使用したメンブレンフィルタは、アルコールを含む溶液のろ過には適さない。しかし今回の試験の目的は、0.45 μm のポアサイズの精密ろ過膜で、固体物が除去できるかの確認であることから、入手が容易で、実験室で日常的に用いられている本フィルタを使用した。

固体物ろ過試験には、表4.2.3に示した2条件の模擬アルコール廃液(F、G)を用いた。なお、アルコールによるメンブレンフィルタの破損を防ぐため、あらかじめ加水分解してから、固体物ろ過を行なった。

(d)エチラート定量方法検討

一次処理廃液の加水分解の完了を見極めるためには、エチラートの残存量を測定することが必要である。そこで、エチラートの定量方法の調査を行った。

(e)加水分解完了時の条件確認

模擬一次処理廃液の加水分解に用いた装置を、図 4.2.4 に示す。装置の構成は、伝導度滴定装置と同じである。図中央にある三角フラスコに、模擬二次処理廃液を入れ、ここにイオン交換水をピュレットで滴下する。三角フラスコ内には、ハンディタイプの伝導度計（E S - 1 4 型、（株）堀場製作所製）を投入し、伝導度を測定する。なお、加水分解にともない液温が上昇するため、自動温度補正機能を内蔵した伝導度計を利用した。

(2) 研究開発の結果

①アルコール廃液の性状確認

図 4.2.5～8 に、アルコール廃液タンクの上部、中部、下部、底部の 4ヶ所で採集したアルコール廃液を、それぞれ示す。いずれも容器を攪拌し、内容物をよく混合させた直後の様子を示している。上部、中部、下部から採集したアルコール廃液は、いずれも薄いオレンジ色を呈しており、上部は色が薄く、中部と下部では特に違いは見られない。一方、タンクの底部から採集したアルコール廃液は、上記の 3つとは明らかに異なり、オレンジ色が濃く、黒色をおびていた。また、黒色の細かい粒状物質の浮遊も観測された。容器を振り動かした時の、内容物の挙動から、底部から採集したアルコール廃液は、他の 3つに比べて、明らかに粘度が高いことが分かった。

図 4.2.9～12 に、容器を 1 時間静置した後のアルコール廃液を、それぞれ示す。上部、中部、下部から採取したものは、静置前と後で、ほとんど変わらない。一方、底部から採取したものは、浮遊していた粒状物質が沈降し、容器の底に堆積していた。しかし、溶液の色は、静置前と変わらなかった。

表 4.2.5 に、それぞれの場所で採集したアルコール廃液のアルコール濃度、ナトリウム量、金属濃度およびγ核種を分析した結果を示す。タンクの上部、中部、下部から採集したアルコール廃液の組成は、表 4.2.1 に示した昭和 62 年 12 月に実施した分析結果と、ほぼ同じであった。しかし、底部から採集したアルコール廃液中の金属濃度やγ核種は、他の 3ヶ所から採取したものに比べて、約 100 倍高かった。

②模擬アルコールの調製

図4.2.13～17に、実アルコール廃液と性状を比較するために調製した、5種類(A～E)の模擬アルコール廃液を示す。A(図4.2.13)は、金属ナトリウムを混合アルコールに溶解させたものであり、無色の液体である。またB(図4.2.14)は、Aに金属粉を添加して調製した。溶液はあずき色であり、攪拌すると、金属粉はほぼ均一に分散する。また静置すると、金属分の一部が次第に沈降し、底に堆積した。

CとD(図4.2.15, 16)は、エチラート粉末を混合アルコールに溶解させて、調製した。それぞれ溶解させたエチラートの量が異なり、ナトリウム濃度を比べると、C:30g/L、D:7.5g/Lである。どちらも黄色を呈するが、ナトリウム濃度が高いCの方が、色が濃い。黄色を呈している理由であるが、図4.2.18に示すように、エチラート粉末が黄色であるためと考えられる。そこで、メークにエチラートの色について確認したところ、以下の回答が得られた。

- ・本来エチラートは白色。
- ・黄色を呈する理由は、不純物が原因と考えられる。
- ・色が黄であることから、エチラート製造時に、反応容器中の鉄などが溶け込んだ可能性がある。

金属イオンによる着色とすると、鉄、クロムなどが溶け込んでいる実アルコール廃液に、類似した成分であるといえる。なお、本試験ではスケジュールの都合で、この不純物の同定、定量はしていない。

E(図4.2.17)はCに金属粉を添加したものである。Bと同様に、攪拌すると、金属粉はほぼ均一に分散した。また静置すると、金属分の一部はゆっくりと沈降し、底に堆積した。

模擬アルコール廃液と、アルコール廃液タンクから採取した実アルコール廃液を比べると、Cの模擬アルコール廃液は、タンクの上、中、下部から採取されたものと、比較的色調が類似していた(図4.2.19)。また、Eの模擬アルコール廃液は、タンク底部から採取されたものとほぼ同じ色調であり、また、固体物が沈殿する様子も類似していた(図4.2.20参照)。このように、実アルコール廃液と、成分や色調、性状などが類似した模擬アルコール廃液を調製することに成功した。したがって、これらの模擬アルコール廃液は、実廃液の代替物として、さまざまな試験に利用できると考える。

③メンブレンフィルタによる固形分ろ過

図 4.2.21 に固形分ろ過試験に用いた模擬アルコール廃液 F、G を示す（組成は表 4.2.3 参照）。なお（1）の②で述べた通り、メンブレンフィルタの劣化を防ぐために、あらかじめ F、G を加水分解した後、固形分ろ過を実施した。図 4.2.22 に加水分解後の F、G を示す。加水分解後の溶液は、灰色に濁っており、金属粉が底に堆積していた。

ろ過は、速やかに終了し、メンブレンフィルタの目詰まりなどの問題は起らなかった。ろ液は無色透明で、固形分を含まなかつことから、固形分はすべてメンブレンフィルタ上で回収されたと考えられる。図 4.2.23 に、試験後のメンブレンフィルタの状態を示す。

このように、ポアサイズ 0.45 μm の精密ろ過膜を用いることで、模擬アルコール廃液に含まれる固形分を、分離除去できることを確認できた。

(i)エチラート定量方法検討

エチラートの定量方法について調査を行った結果、Zeisel 法、アセトアルデヒド生成法、伝導度測定法の 3 種類があることが分かった。それぞれの定量方法の比較を、表 4.2.6 に示すが、伝導度測定法が最も適した方法であると判断した。

図 4.2.24 に、模擬一次処理廃液を加水分解したときの、伝導度、液温、pH の経時変化を示す。エチラートは、アルコール溶液中では安定に存在する。したがって、加水量 = 0 の時は、ナトリウムイオンの量は微量である。このため、電気は流れにくく、伝導度も低い。この溶液に水を加えると、エチラートは速やかに分解し、エタノールとナトリウムイオンを生じる。すなわち、加水分解が進行すると、溶液中のナトリウムイオン濃度が高くなり、この結果、伝導度も高くなる。さらに水を加え続けていくと、エチラートが完全に分解する。この時、ナトリウムイオン濃度は最大となるため、伝導度も最大値を示す。しかし、さらに過剰に水を加え続けると、ナトリウムイオンが希釈されていくため、伝導度は低下する。以上の現象が起きているため、伝導度は加水量の増加にともない、図 4.2.24 に示すように変化したものと考えられる。

したがって、伝導度を指標とすれば、加水分解の進行をモニタすることができる

ことが分かった。つまり、エチラートの加水分解の完了を、伝導度が下がり始めることで確認することができる。

また同図に示すように、液温の経時変化も、エチラートの加水分解進行をモニタする指標の一つとして有効である。加水分解時は発熱反応であるため、加水分解が進行すると、液温は上昇する。また、加水分解完了後も水を加えると、添加する水の温度の方が低い場合、液温は低下し始める。このように液温が最大となった時が、加水分解の完了時と判断できる。

しかし液温は、気温や添加するイオン交換水の温度などの影響を受けるため、精密な測定が難しい。また、水やアルコールは熱伝導率が低く、熱を伝えにくい物質であるため、水を加えても液温の増加はゆるやかである。このような問題点があることから、測定が容易な伝導度が指標として最適と考えられる。

なお、模擬アルコール廃液に少量の水を加えると、pHは強アルカリ域（約13）にシフトする。このため、これにさらに水を加えて、ほとんどpHは変化しない。したがって、pHは加水分解の進行をモニタする指標にはならないことが分かった。

(ii) 加水分解完了時の条件確認

加水分解試験のために、表4.2.7（左側）に示す、10条件の模擬一次処理廃液を調製した。ナトリウムには、水酸化ナトリウム、金属ナトリウム、エチラート粉末を用い、濃度=7.5~31.3%とした。また、混合アルコールまたは変性アルコールを用いた。総液量は50~500mLとした。

これらの模擬一次処理廃液にイオン交換水を添加し、加水分解した。また、伝導度を指標として加水分解の完了を確認した。表4.2.7に、加水分解完了時の物性値も示している。なお、表中のエチラート由来エタノール量とは、模擬一次処理廃液中のエチラートが、完全に加水分解した時に生じるエタノール量であり、この値を含めて、加水分解完了時のアルコール濃度を算出した。

この結果、ナトリウム、アルコールの種類や濃度、また、模擬一次処理廃液の総液量には関係なく、加水分解が完了するのは、アルコール濃度が約3.9vol%になったときであることが分かった。したがって、アルコール廃液を、ナトリウム成分除去が可能な状態、すなわちエチラートが完全に分解した状態にするには、アルコール濃度が3.9vol%以下になるまで加水すればよいことが判明した。

(3) 結果の考察・検討

①アルコール廃液の性状

今回の試験で、アルコール貯蔵タンク底部から採集した、アルコール廃液中の金属濃度が、上、中、下部と比べて、約100倍高いことが明らかとなった。これは、アルコール廃液タンクの底部では、金属イオンが濃縮していることを意味する。底部から採集されたアルコール廃液が、特に濃いオレンジ色を呈していたのは、この金属イオンに起因しているものと考える。

なお、底部から採集されたアルコール廃液中の粒状物質（固形物）は、水、アルコールには溶解しなかった。したがってこれらは、 γ 核種を多量に含む、金属の粉末、あるいは金属酸化物などの可能性が高いと考えられる。

②模擬アルコール廃液の調製方法

本試験の結果、エチラート粉末をアルコールに溶解させたものの色調が、実アルコールに最も類似していることが分かった。しかし、これは単に色が似ているというレベルであり、組成は完全に一致していない。つまり、模擬アルコール廃液が、実アルコール廃液と類似した色調になった理由は、エチラート粉末に含まれるとされる不純物（金属イオン）の色と、実廃液に含まれる金属イオンの色が、比較的類似していたためではないかと考えられる。しかし、この不純物については、金属イオンである可能性が高いという情報しか得られていない。したがって、何らかの手段で、この不純物の同定を行う必要があると考える。

また、実アルコール廃液には、鉄、ニッケル、クロム、マンガン、コバルトなどの金属が、イオンとして含まれていることが分かった。しかし、本試験では、これら金属の粉末を添加して模擬アルコール廃液を調製した。これは、精密ろ過膜で固形分のろ過が可能かどうかを見極めるという目的を最優先したためである。

したがって、今後、処理フロー全体の実証試験を行う際は、前述した金属のイオンを、何らかの方法で添加した模擬アルコール廃液を調製する必要があると考える。

③エチラート着色の原因

エチラート粉末を用いて調製した模擬アルコール廃液は、黄色を呈しており、実

アルコール廃液に比較的類似した色調であった。エチラート粉末を製造しているメーカーの見解では、着色の原因は、金属などの不純物の影響とのことであった。しかしこれ以外にナトリウムの化合物である可能性が考えられる。そこで、着色の原因について考察を試みる。

ナトリウムの炎色反応では、黄色炎を発生することが知られている。このことからも、ナトリウムの化合物には、黄色を呈するものが多いと予想された。そこで、黄色を呈する、ナトリウムの酸化物や化合物について調査した。結果を表 4.2.8 に示すが、黄色を呈するものは、大部分が酸化物であることが分かった。エチラートは、金属ナトリウムとアルコールを、不活性ガス雰囲気中で反応させて製造する。したがって、酸素の濃度は低く、酸化物の生成は考えにくい。また、硫黄やウラン、アンチモンなどが混入している可能性は低いと考えられる。

そこで、 $\text{Na}_2\text{CrO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ （クロム酸ナトリウム）に着目する。クロムは、アルコール廃液中に存在する（表 4.2.1, 4.2.5 参照）。またクロムは、反応容器の材質として一般的に用いられる S U S に含まれていることから、アルコラート粉末製造時に混入することが考えられる。したがって、何らかの原因で金属ナトリウム、クロムイオンが反応して、クロム酸ナトリウムを生成する可能性はある。ただし、これは酸化物であるため、その生成には酸素が必要であるという疑問点はある。

いずれにしろ、クロム酸ナトリウムの存在は、現段階では推定にすぎない。今後、エチラート粉末の製造過程の詳細な調査や、アルコール廃液の金属イオンの分析を行うことによって、着色の原因物質をある程度絞り込むことが可能と考える。

④ 固形分ろ過の条件

本試験で、ポアサイズ 0.45 μm のメンブレンフィルタで、固体物を分離できることを確認した。アルコール廃液中の固体分の粒径は、模擬アルコール廃液に添加した金属粉と同程度と考えられる。また、実アルコール廃液、模擬アルコール廃液を、それぞれ攪拌し、固体分の沈降を観察した結果、実アルコール廃液に含まれる固体分の方が、模擬廃液に含まれるものより粒径が大きいと思われた。したがって、ポアサイズが 0.45 μm 程度の分離膜、すなわち精密ろ過膜を用いれば、実アルコール廃液の固体分ろ過は可能と考えられる。

なお、メンブレンフィルタはアルコール耐性が低いため、実機では、有機溶媒に

強いポリカーボネート膜、あるいはセラミックス系の膜を利用する必要と考
える。

⑤ 固形ろ過における問題点

図 4.2.1 に示すように、アルコール廃液処理は、まず固体分をろ過した後、加水分解を行うというフローで実施する。しかし、表 4.2.5 のアルコール廃液の分析結果を詳細に検討したところ、先に加水分解を行ってから、固体ろ過を行うほうが、効果的な処理が可能ではないかと考えられた。以下に、その理由について記述する。

表 4.2.9 は、アルコール廃液に含まれる金属イオンと、水酸化ナトリウムの反応をまとめたものである。いずれのイオンも、水酸化物である沈殿を生成する。アルコール廃液では、これらの金属はイオンとして存在しているため、固体ろ過では除去されずに、一次処理廃液として加水分解処理される。この時、エチラートの分解に伴い、ナトリウムイオンと水酸化物イオンが生成するため、溶液は強アルカリ性となる（図 4.2.24 の結果では、pH=約 13）。したがって、金属イオンは、水酸化物として沈殿すると考えられる。ただし、クロムイオンとアルミニウムイオンは、過剰の水酸化ナトリウムと反応して、再び可溶化する。

表 4.2.1, 4.2.5 に示すように、アルコール廃液に含まれる金属イオンは微量である。したがって、加水分解時に生じる沈殿物の量は、わずかと考えられる。しかし、わずかでも固体物が含まれる場合、この後行われるナトリウム分離（電気透析処理）に悪影響を与える恐れがある。したがって、最悪の場合、再び固体ろ過を実施しなければならない事態も推測される。

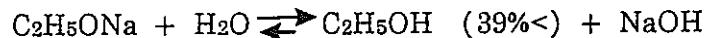
この問題を解決する、最も簡単な手段は、まずアルコール廃液の加水分解を行い、その後、固体ろ過を行うことである。この結果、アルコール廃液に含まれる固体分と、加水分解で生じた沈殿物を、同時に除去することが可能となり、操作も簡略化する。

また、この方法の最大のメリットは、放射能を持つと思われるコバルトイオンを、固体分として早期に回収、除去できる点にある。なお、従来の方法でコバルトは、電気透析装置のイオン交換膜に付着した形で回収されるか、またはアルコール成分を蒸発させる蒸発皿の中で回収されるかの、いずれかである。

⑥エチラートの加水分解反応について

本試験の結果、ナトリウム濃度が0~30g/Lの範囲では、アルコール濃度が約39%になるとエチラートの加水分解が完了することが明らかとなった。これは、エチラートの加水分解反応が、ナトリウム濃度に依存していないことを示唆する。また、図4.2.24に示す伝導度の変化から、加水分解反応は特定のアルコール濃度で爆発的に進行するのではなく、アルコール濃度の低下にともない、緩やかに進行することが分かった。

以上のことから、エチラートの加水分解反応は、下記に示すような可逆反応であると考えられる。また、アルコール濃度が約39%以下になると、反応は分解方向だけに進むようになるのではないかと推測できる。



なお、この結果を参考にし、アルコール廃液処理装置の物質収支（第5章）では、加水分解後の二次処理廃液のアルコール濃度を25、または30%として計算を行っている。

（4）まとめ

本試験の結果、以下のことが明らかとなった。

- ①エチラート粉末、アルコール、金属粉などを用いて、実廃液と組成、色調、性状などが類似した模擬アルコール廃液の調製が可能
- ②アルコール廃液の固体分は、精密ろ過（ポアサイズ：0.45μm）で分離、除去可能
- ③一次処理廃液中のエチラートを完全に加水分解するには、アルコール濃度が39vol%になるまで加水

表4. 2. 1 アルコール廃液の分析結果(昭和62年12月実施)

	A-1	A-2	A-3	A-4	平均
エタノール	72.2	64.5	74.5	71.0	70.6
MEK	0.7	0.2	0.8	0.6	0.6
IPA	13.4	10.3	13.1	11.7	12.1
水					(16.7)
ナトリウム	7.0	27.7	2.9	12.2	12.5
鉄	1.1	4.5	0.9	2.7	2.3
ニッケル	0.03	0.22	0.02	0.03	0.08
クロム	0.25	0.55	0.01	0.08	0.22
アルミニウム	17.0	50.6	7.2	12.6	21.9
ホウ素	19.0	70.6	7.7	15.6	28.2
ケイ素	53	821	28	428	333

単位 アルコール成分、水:vol %、ナトリウム:g/L、その他:mg/L
 水含有量は、100%からアルコール成分の含有量を差し引いた値

表4. 2. 2 模擬廃液調製用試薬リスト

分類	品名	仕様(グレード、純度など)
ナトリウム	金属ナトリウム(塊状)	99%以上
	水酸化ナトリウム(粒状)	特級, 96%以上
	エチラート(粉末)	95%以上, 図4. 2. 18 参照
	エチラート(20%エタノール溶液)	図4. 2. 2 参照
アルコール	エタノール	特級, 99. 5%以上
	イソプロパノール(IPA)	特級, 99. 5%以上
	メチルエチルケトン(MEK)	特級, 95%以上
	混合アルコール	上記3種類のアルコールを混合したもの (組成) エタノール:IPA:MEK=84. 8 : 14. 5 : 0. 7
	変性アルコール 製品名:アルコゾールP-9 甘糟化学産業(株)製	エタノール:88. 24 wt % IPA:10. 04 wt % (組成) MEK:1. 66 wt % 8アセチル化蔗糖:0. 06 wt % 水分:0. 2 wt %以下
金属など	鉄(粉末)	95%以上, 粒径:<150 μ m
	ニッケル(粉末)	95%以上, 粒径:<100 mesh
	クロム(粉末)	95%以上, 粒径:<75 μ m
	ホウ素(無晶形)	
	けい素(粉末)	95%以上, 粒径:<150 μ m
	アルミニウム(粉末)	99. 9%以上, 粒径:53~150 μ m

表4. 2. 3 模擬アルコール廃液の調製条件

名称	ナトリウム 種類	(g/L)	アルコール 種類	(vol%)	イオン 交換水 (vol%)	金属粉	用途
A	金属ナトリウム	30	混合アルコール	100	0		
B	金属ナトリウム	30	混合アルコール	100	0	○	実アルコール 廃液との性状 比較
C	エチラート粉末	30	混合アルコール	100	0		
D	エチラート粉末	7.5	混合アルコール	100	0		
E	エチラート粉末	30	混合アルコール	100	0	○	
F	金属ナトリウム	15.6	変性アルコール	84	16	○	固形分ろ過
G	金属ナトリウム	14.4	混合アルコール	84	16	○	

(注)混合アルコール、変性アルコールについては、表4. 2. 2を参照

○:金属粉を添加、組成は表4. 2. 4を参照

表4. 2. 4 模擬アルコール廃液の金属組成

成分	濃度 (mg/L)
鉄	2.3
ニッケル	0.08
クロム	0.22
アルミニウム	21.9
ホウ素	28.2
ケイ素	333

表4. 2. 5 アルコール廃液の分析結果(平成12年1月実施)

分析成分		タンク上部	タンク中部	タンク下部	タンク底部
アルコール	エタノール (vol %)	68.5	62.3	60.7	60.9
	IPA (vol %)	10.8	9.75	9.59	9.62
ナトリウム (g/L)		3.28	4.97	5.42	5.34
伝導度 (mS/cm)		3.64	6.57	7.63	7.62
金属成分	Fe (wt. ppm)	0.12	0.51	0.35	28.8
	Ni (wt. ppm)	< 0.06	< 0.06	< 0.06	2.35
	Cr (wt. ppm)	< 0.02	0.09	0.06	5.10
	Mn (wt. ppm)	< 0.1	< 0.1	< 0.1	0.74
	Co (wt. ppm)	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.13
γ 核種	^{22}Na (Bq/mL)	5.39	4.83	5.01	6.60
	^{60}Co (Bq/mL)	1.00	3.56	6.29	337
	^{137}Cs (Bq/mL)	0.47	0.76	0.43	—

表4.2.6 エチラート定量方法の比較

定量方法	原理	特徴	評価
Zeisel 法	エトキシ基($-OC_2H_5$)を HI で開裂し、 生じた C_2H_5I を定量	・操作が複雑 ・迅速な分析は困難	△
アセトアルデヒド 生成法	硫酸酸性下重クロム酸カリウムで処理 し、生成したアセトアルデヒドを定量	・アルコールがアセトア ルデヒドとなるため不適	×
伝導度測定法	加水分解し、遊離したナトリウムイオン 濃度を、伝導度計を用いて測定	・操作が単純 ・迅速な分析が可能	◎

表4. 2. 7 模擬一次処理廃液の加水分解試験結果

試験 No.	模擬一次処理廃液の物性値					加水分解完了時の物性値							
	ナトリウム		アルコール		イオン 交換水 (mL)	総液量 (mL)	伝導度 (mS/cm)	伝導度 (mS/cm)	加水量 (mL)	総液量 (mL)	ナトリウム 濃度 (g/L)	エチラート由来 エタノール量 (mL)	アルコール 濃度 (vol%)
	種類	濃度 (g/L)	種類	濃度 (vol%)									
1	水酸化ナトリウム	7.6	混合	100	0	500	2.78	12.33	700	1200	3.2	0	41.7
2	水酸化ナトリウム	7.5	変性	100	0	500	2.87	12.2	800	1300	2.9	0	38.5
3	金属ナトリウム	15.6	混合	84	16	50	9.72	29.45	60	110	7.1	0	38.2
4	金属ナトリウム	14.4	変性	84	16	50	10.49	29.07	50	100	7.2	0	42.0
5	金属ナトリウム	7.5	混合	84	16	50	6.26	13.55	50	100	3.8	0	42.0
6	金属ナトリウム	31.3	混合	84	16	50	12.78	54.6	60	110	14.2	0	38.2
7	金属ナトリウム	15.2	混合	84	16	100	9.87	29.4	120	220	6.9	0	38.2
8	エチラート粉末	10.1	混合	100	0	100	3.13	15.62	150	250	4.1	2.5	41.0
9	エチラート粉末	20.3	変性	100	0	100	4.3	28.1	170	270	7.5	5.1	38.9
10	エチラート粉末	30.5	混合	100	0	100	4.37	39.7	175	275	11.1	7.6	39.1

平均 39.6

表4. 2. 8 ナトリウム化合物の色と溶解度

化学式	色	溶解度	
		水	エタノール
NaBrO·5H ₂ O	黄	◎	
NaBrO ₂ ·3H ₂ O	黄	○	
Na ₂ O ₂	淡黄	○(分解)	
NaO ₂	黄	分解	
Na ₂ S ₄	黄	○	○
NaNO ₂	無~黄	○	○
Na ₃ SbS ₄ ·9H ₂ O	淡黄	◎	×
BiNaO ₃	黄	×(分解)	
Na ₂ CS ₃ ·H ₂ O	黄	○(分解)	○
Na ₂ CrO ₄ ·10H ₂ O	黄	○	△
Na ₃ [Co(NO ₂) ₆]	黄	○	×
Na ₄ UO ₈ ·9H ₂ O	黄橙		
Na ₂ U ₂ O ₇ ·H ₂ O	黄	×	
Na ₂ UO ₂ (SO ₄) ₂ ·3H ₂ O	黄	○	

(注)溶解度の記号:

◎ → ○ → △ → ×

(容易に溶ける)

(不溶)

表4. 2. 9 アルコール廃液に含まれる金属イオンの反応

成分	NaOHとの反応	沈殿物の性状	過剰NaOHとの反応
Fe	$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$	白色ゲル状	(注1)
	$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$	赤褐色	不溶
Ni	$\text{Ni}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Ni}(\text{OH})_2 \downarrow$	淡緑色	不溶
Cr	$\text{Cr}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Cr}(\text{OH})_3 \downarrow$	ゲル状青紫～灰緑色	可溶
Mn	$\text{Mn}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Mn}(\text{OH})_2 \downarrow$	白色	(注2)
Co	$\text{Co}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Co}(\text{OH})_2 \downarrow$	青紫色	不溶
Al	$\text{Al}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Al}(\text{OH})_3 \downarrow$	白色ゲル状	可溶

(注1) 酸化すると、灰緑色→黒色→赤褐色沈殿($\text{Fe}(\text{OH})_3$)を生じる
 (注2) 酸化すると、褐色沈殿(Mn_2O_3)を生じる

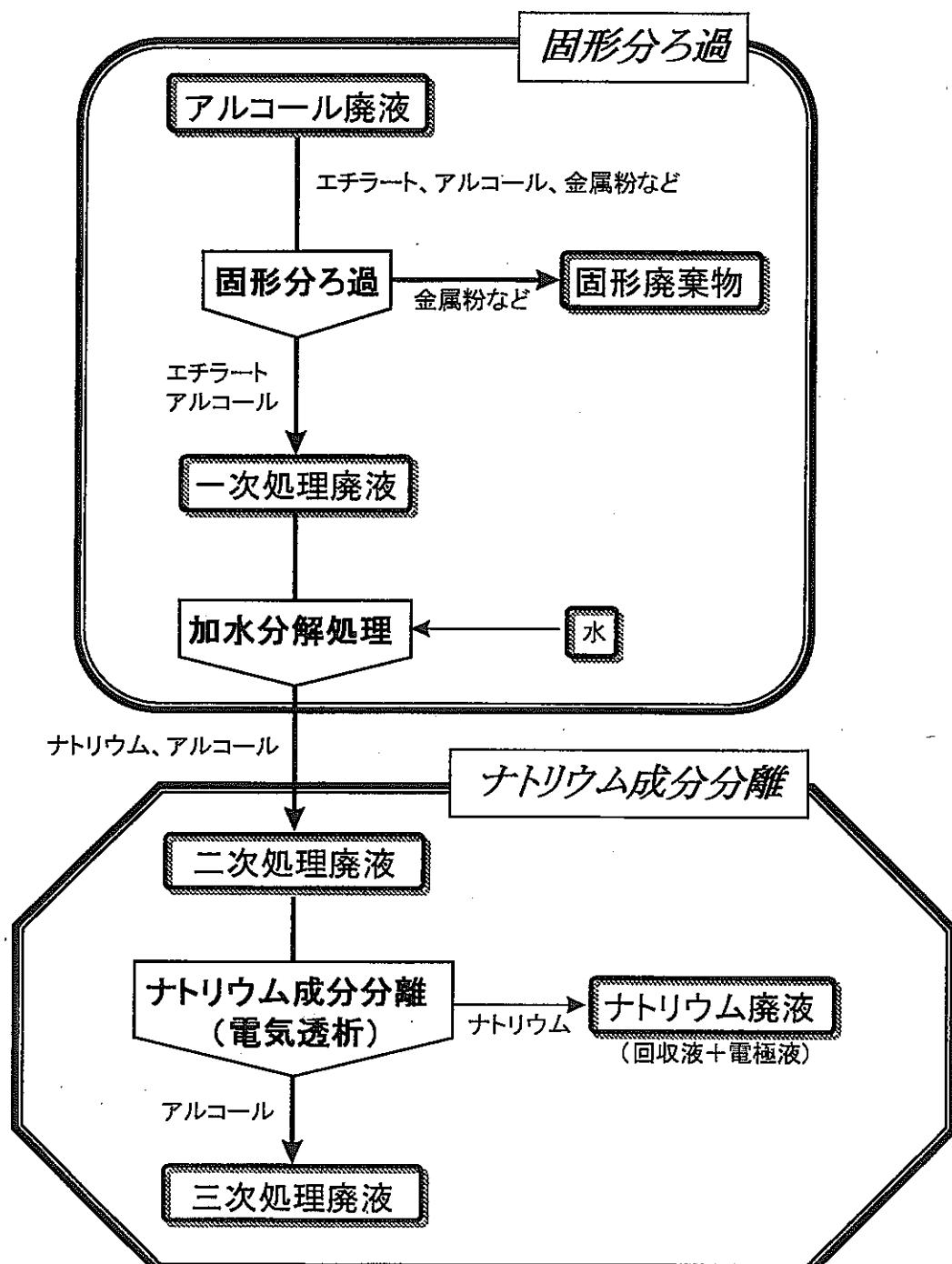


図4.2.1 アルコール廃液処理フロー



図4.2.2 20%エチラート エタノール溶液

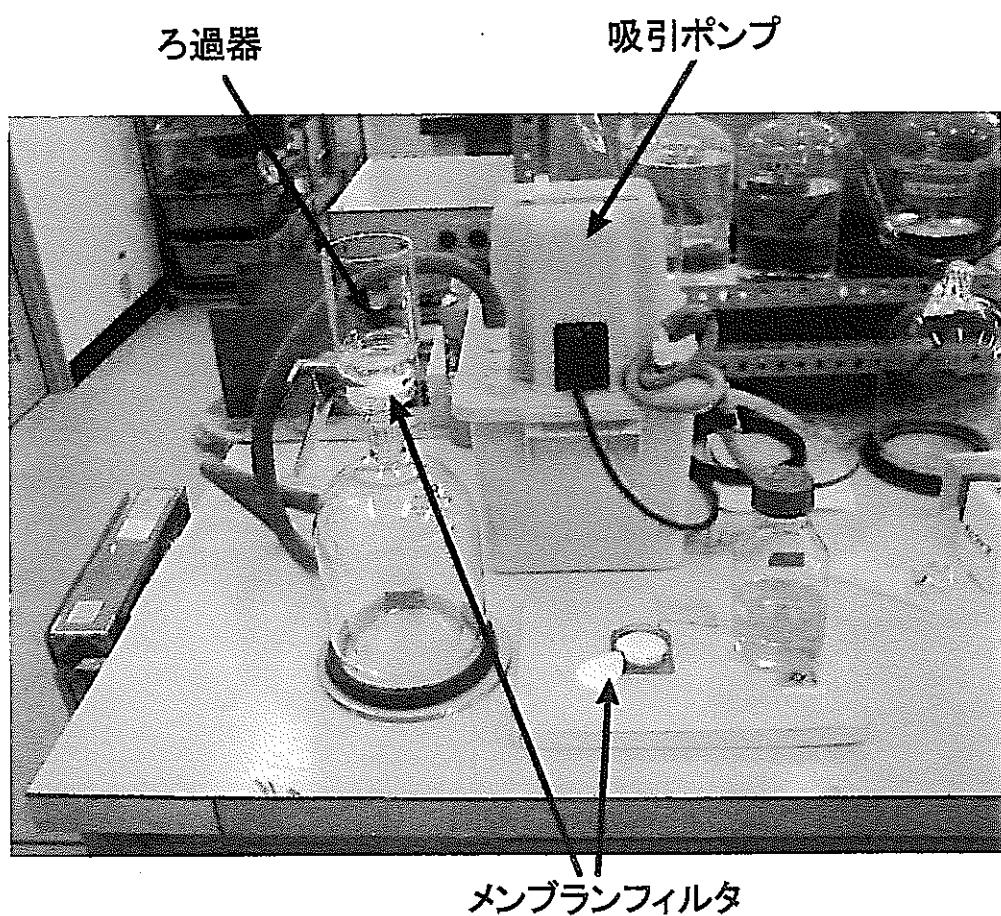


図4.2.3 固形物ろ過装置

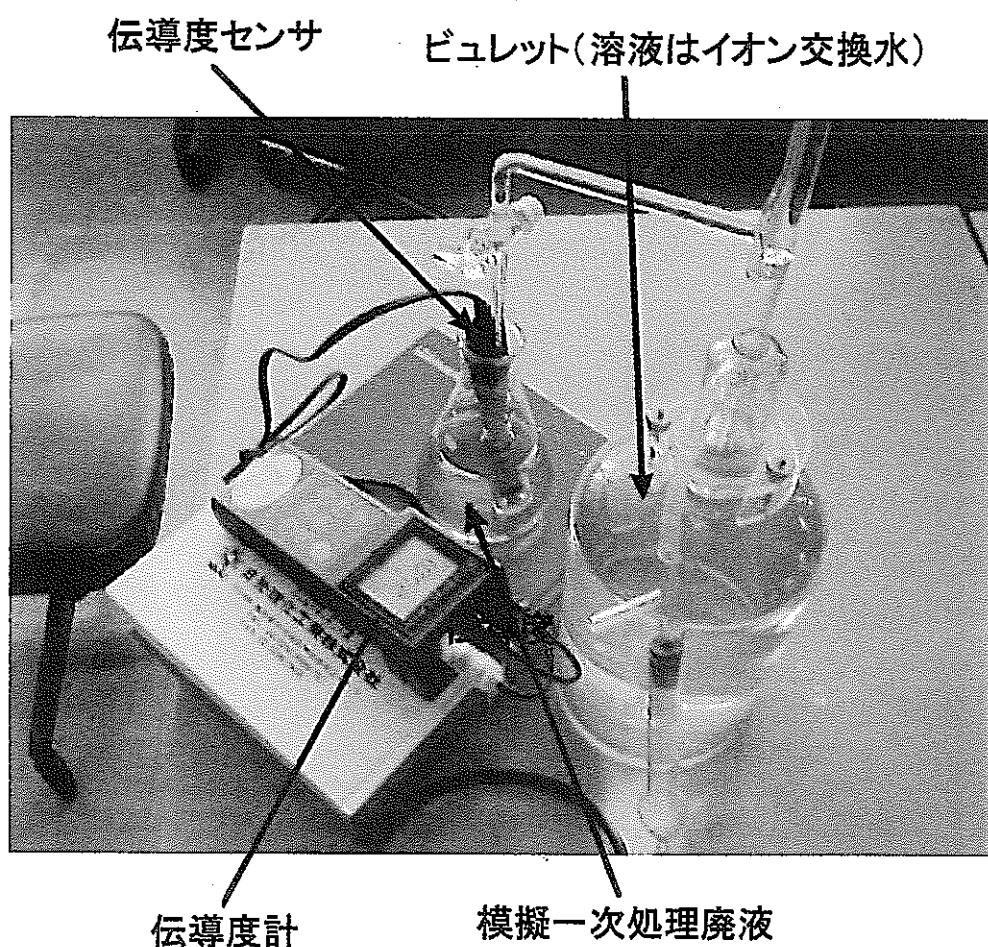


図4.2.4 加水分解用装置

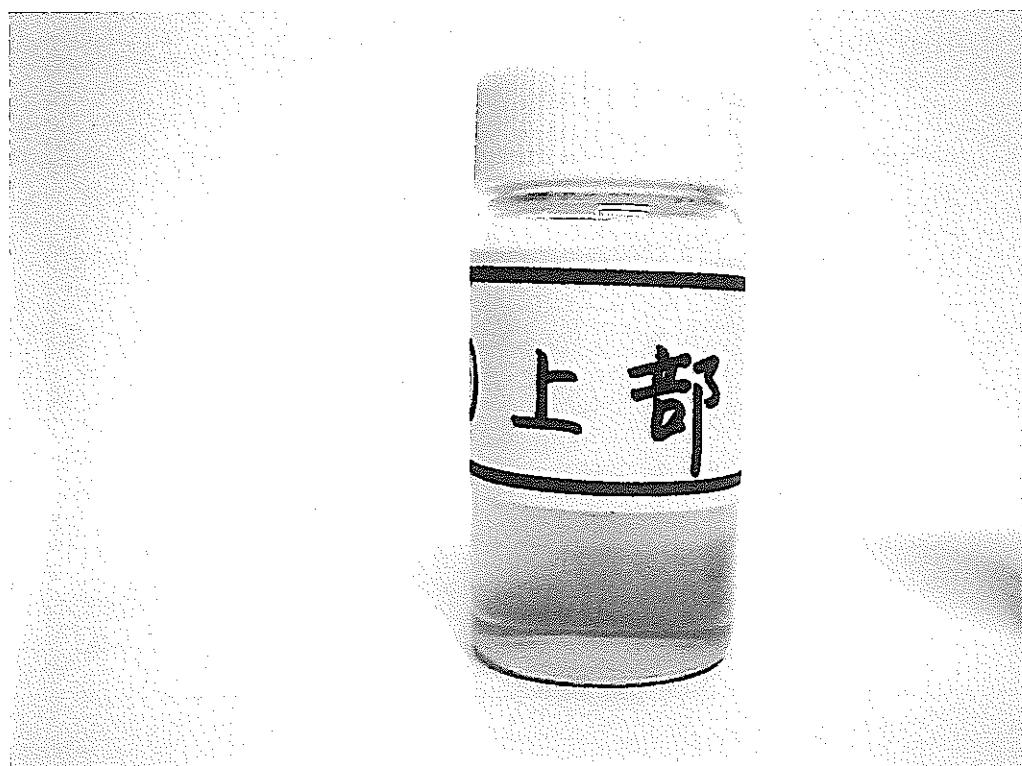


図4.2.5 タンク上部から採取したアルコール廃液
(攪拌直後)



図4.2.6 タンク中部から採取したアルコール廃液
(攪拌直後)



図4.2.7 タンク下部から採取したアルコール廃液
(攪拌直後)



図4.2.8 タンク底部から採取したアルコール廃液
(攪拌直後)



図4.2.9 タンク上部から採取したアルコール廃液
(1時間静置後)



図4.2.10 タンク中部から採取したアルコール廃液
(1時間静置後)



図4.2.11 タンク下部から採取したアルコール廃液
(1時間静置後)



図4.2.12 タンク底部から採取したアルコール廃液
(1時間静置後)

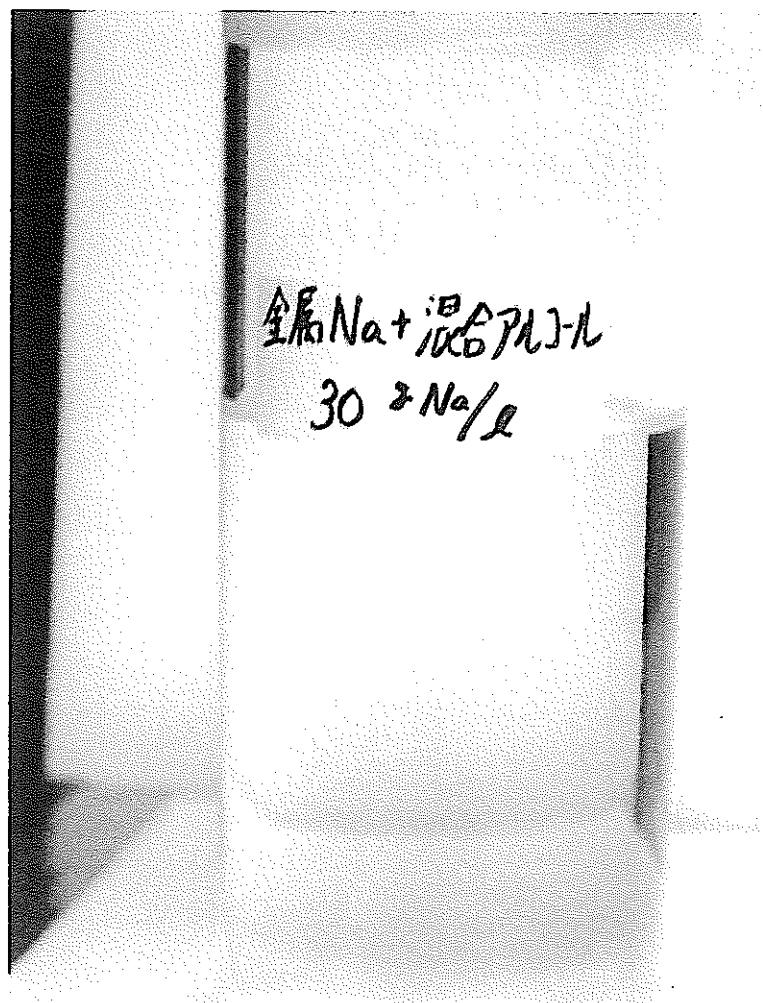


図4.2.13 模擬アルコール廃液 A
(金属ナトリウム+混合アルコール)
ナトリウム濃度:30g/L

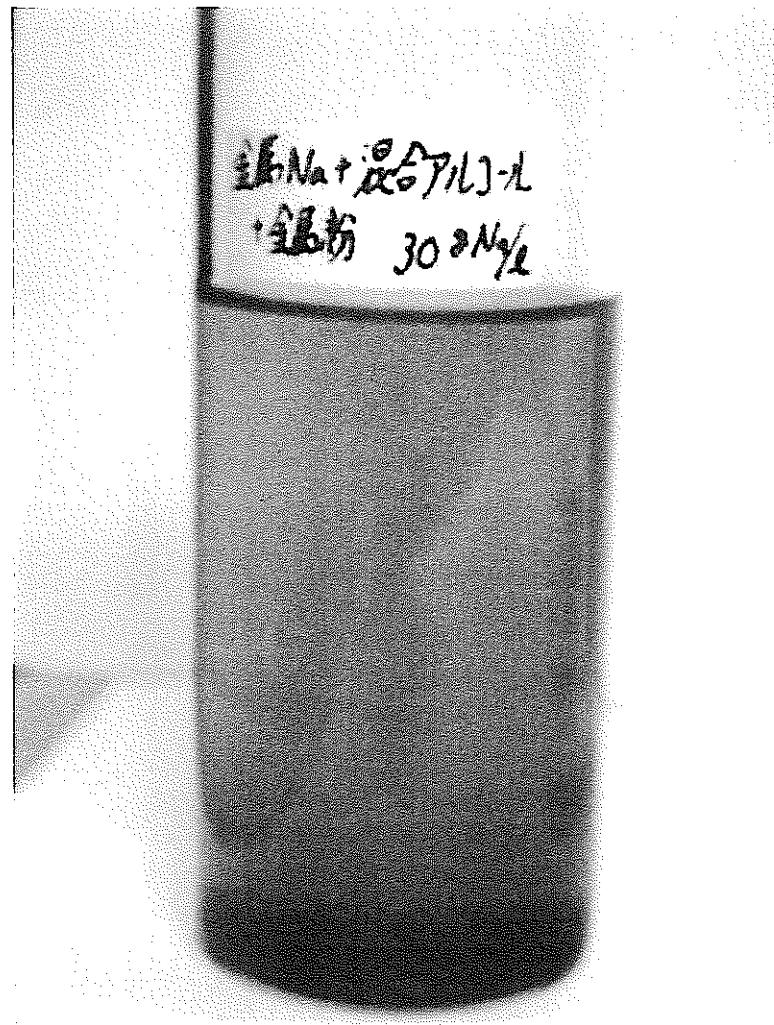


図4.2.14 模擬アルコール廃液 B
(金属ナトリウム+混合アルコール+金属粉)
ナトリウム濃度:30g/L

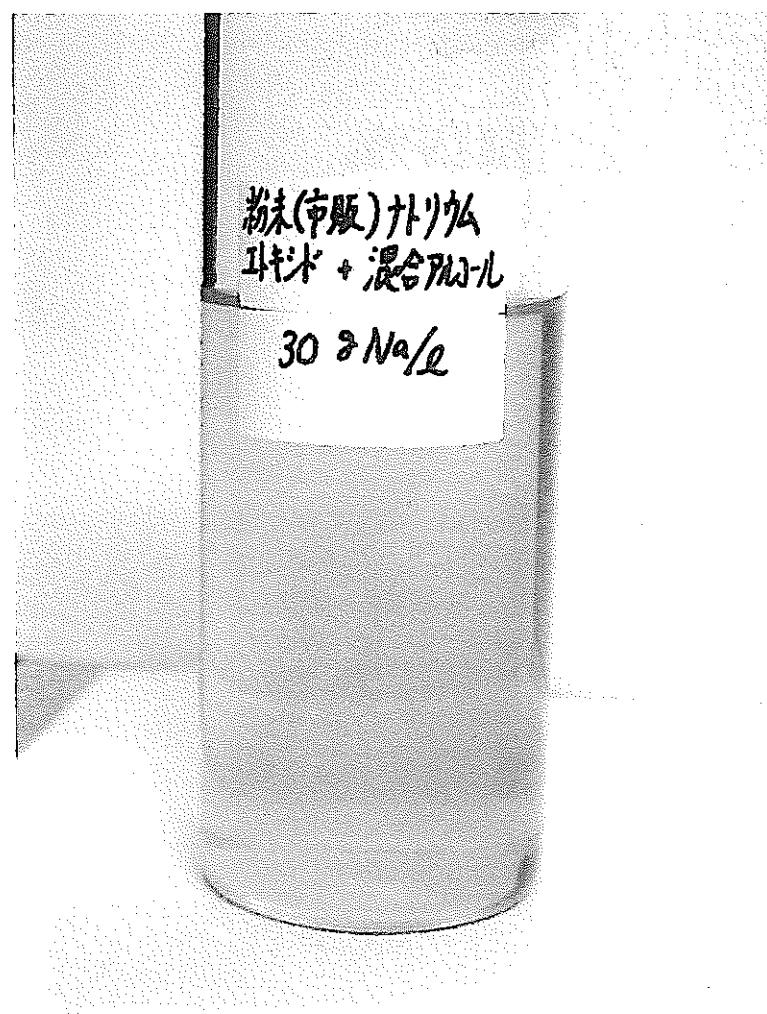


図4.2.15 模擬アルコール廃液 C
(エチラート粉末+混合アルコール)
ナトリウム濃度:30g/L

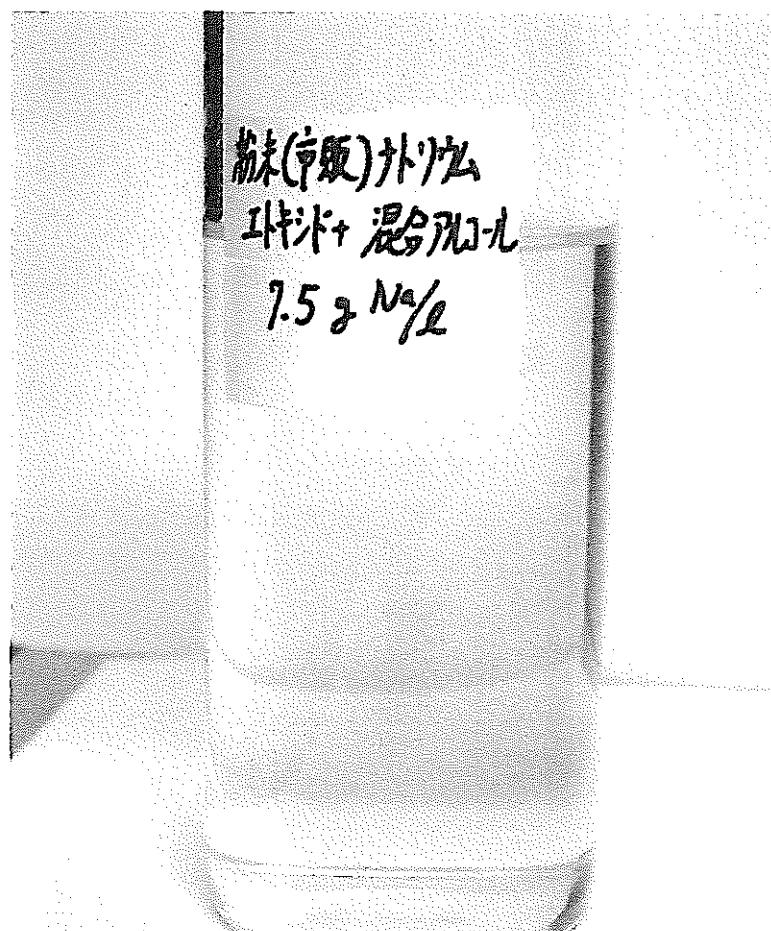


図4.2.16 模擬アルコール廃液 D
(エチラート粉末+混合アルコール)
ナトリウム濃度: 7.5g/L

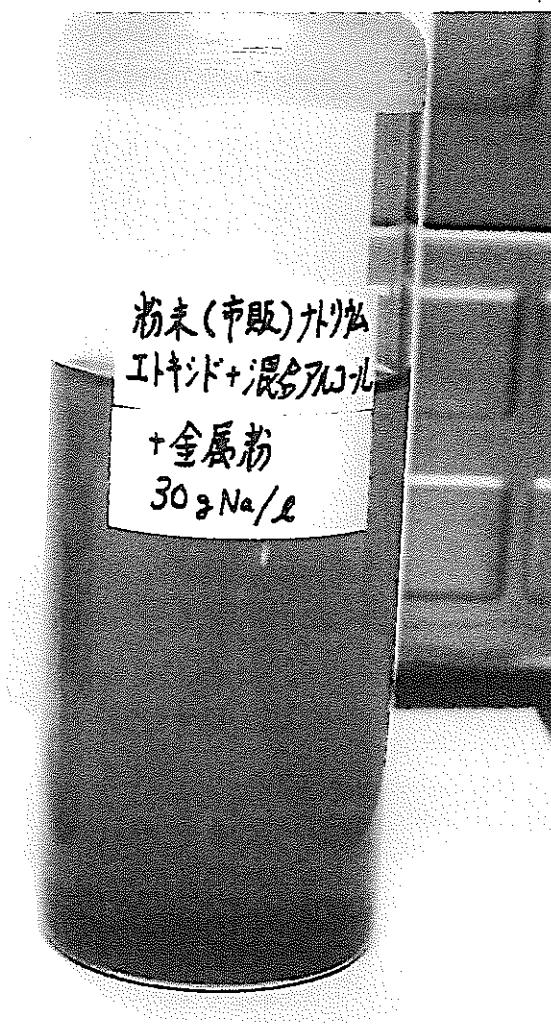


図4.2.17 模擬アルコール廃液 E
(エチラート粉末+混合アルコール+金属粉)
ナトリウム濃度:30g/L

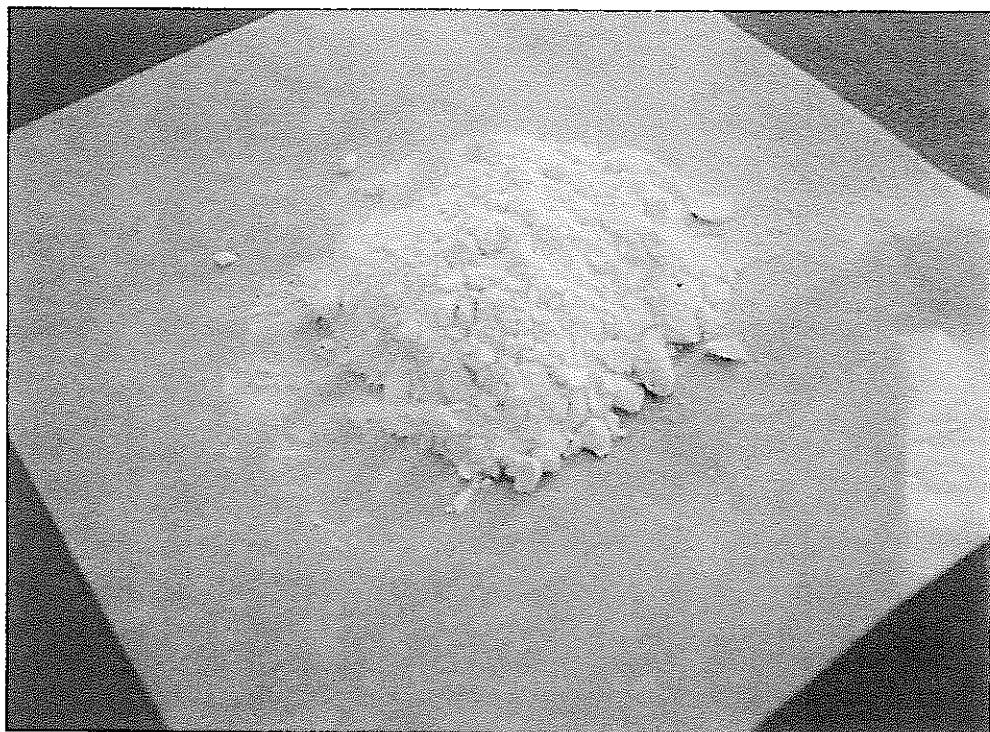


図4.2.18 エチラート(粉末)



図4.2.19 実・模擬アルコール廃液の比較①

左:タンク上部から採取した実アルコール廃液

右:模擬アルコール廃液 C

(エチラート粉末+混合アルコール)



図4.2.20 実・模擬アルコール廃液の比較②

左:タンク底部から採取した実アルコール廃液

右:模擬アルコール廃液 E

(エチラート粉末+混合アルコール+金属粉)

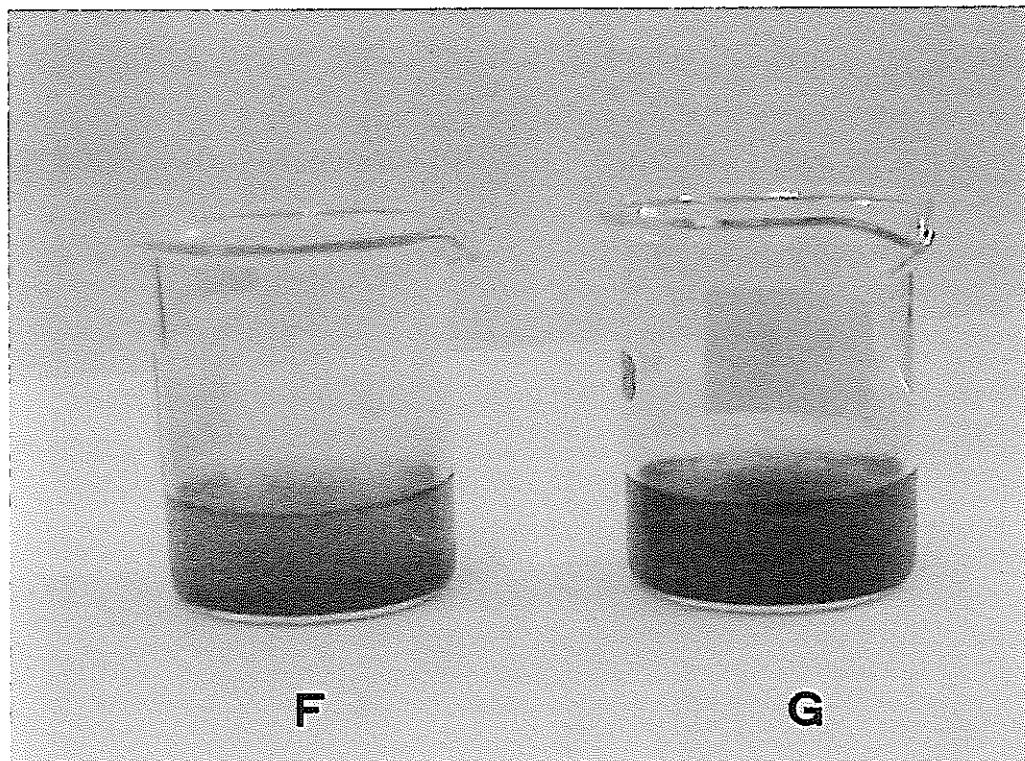
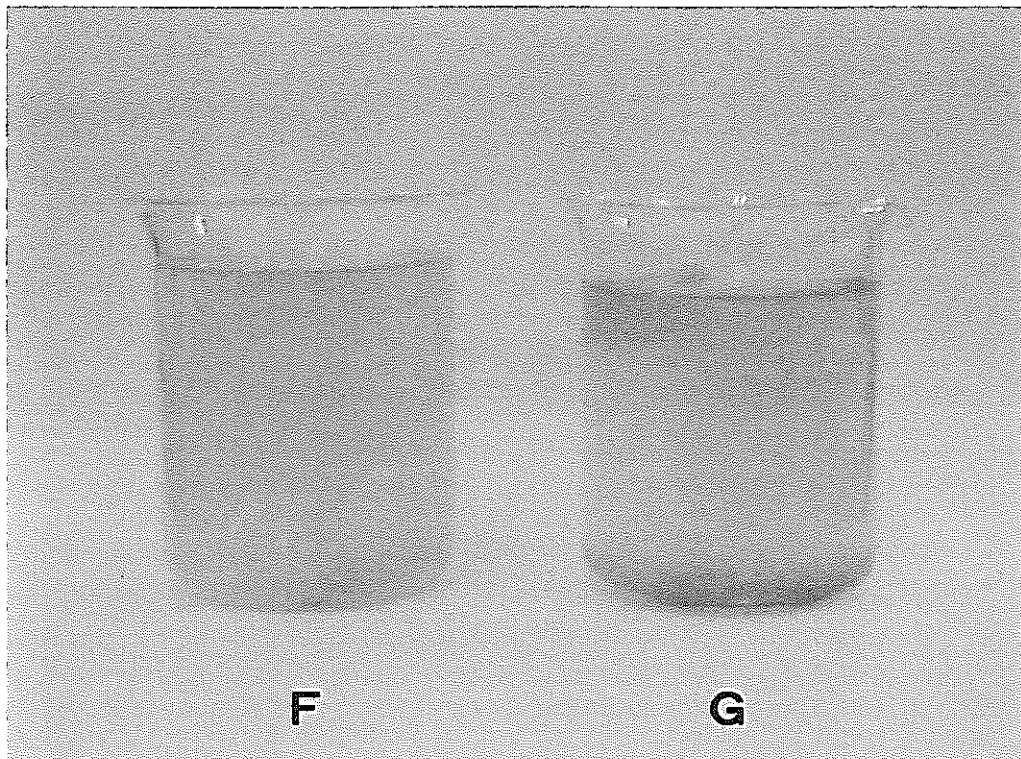


図4.2.21 模擬アルコール廃液 F, G
(固形物ろ過試験用)

F: 金属ナトリウム + 変性アルコール + 金属紛
G: 金属ナトリウム + 混合アルコール + 金属紛
共にナトリウム濃度: 30g/L



**図4. 2. 22 模擬アルコール廃液 F, G
(加水分解後)**

F:金属ナトリウム+変性アルコール+金属紛+イオン交換水
G:金属ナトリウム+混合アルコール+金属紛+イオン交換水

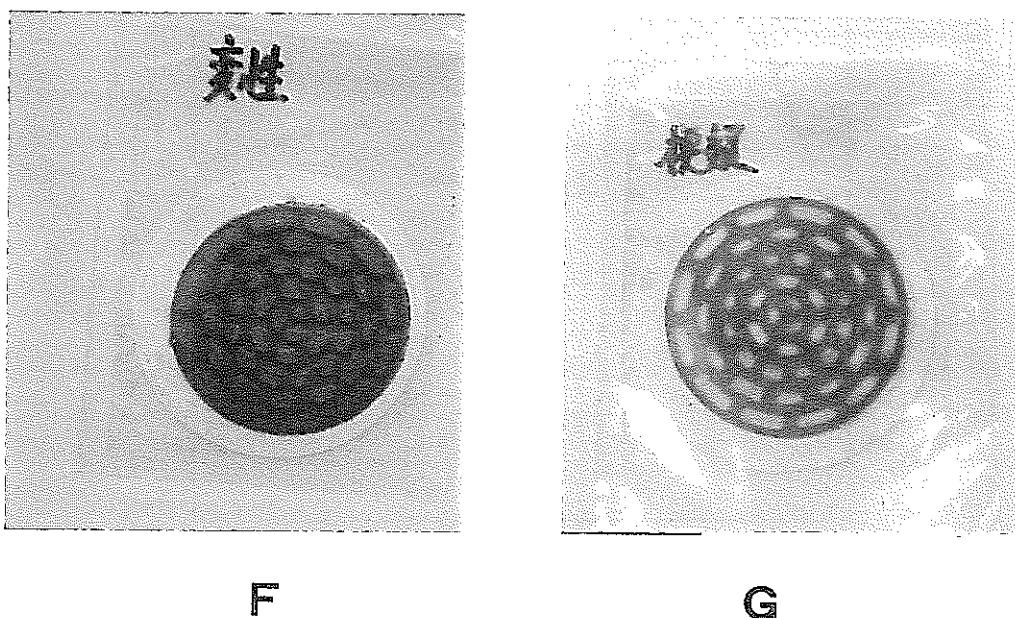


図4.2.23 ろ過分離された固形分

F:金属ナトリウム+変性アルコール+金属紛+イオン交換水
G:金属ナトリウム+混合アルコール+金属紛+イオン交換水

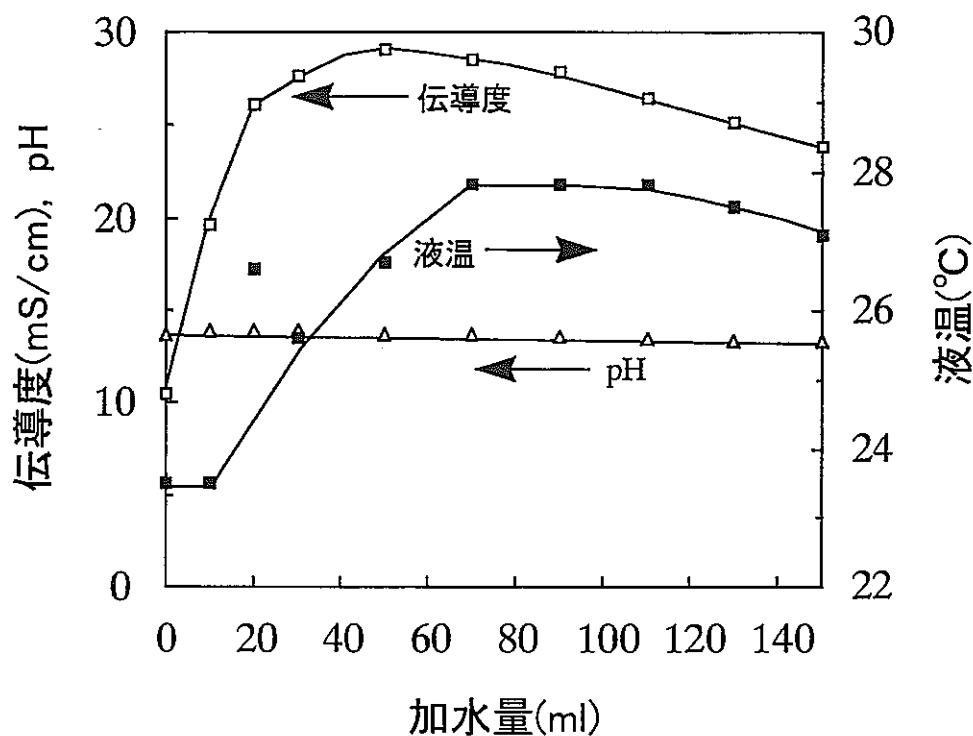


図4.2.24 加水分解時の伝導度、液温、pH変化
(模擬一次処理廃液の組成)

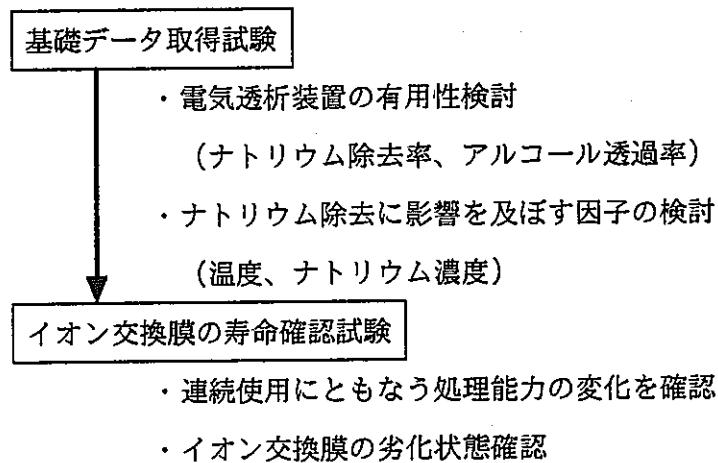
- ・金属ナトリウム: 0.78g
- ・変性アルコール: 42mL
- ・イオン交換水: 8mL

4. 2. 3 ナトリウム成分分離

(1) 研究開発の方法

①試験の手順

本試験の目的は、二次処理廃液（固形分ろ過、加水分解後のアルコール廃液であり、成分はアルコールとナトリウムイオン、図 4.2.1 参照）に含まれるナトリウムイオンの除去である。このために有効と考えられるイオン交換膜を有する電気透析装置の適合性を、以下に示す手順で確認する。



②試験装置

卓上電気透析装置（旭化成工業株製）S 1 を用いた。図 4.2.25 は、電気透析装置の内部構造を模式的に示したものである。2 枚のアニオントリッジと 2 枚のカチオントリッジが、それぞれ交互に配置されている。アニオントリッジは陰イオンだけを、またカチオントリッジは陽イオンだけを、それぞれ透過させる特性を有するイオン交換膜である。これらのイオン交換膜は、一つのカートリッジにまとめられており、必要に応じてこのカートリッジを交換する構造となっている。

このカートリッジを挟み込むように、陽極（+極）と陰極（-極）があり、直流が印加される。

二次処理廃液は、脱塩室（図中②）に注入する。ナトリウムイオンは正の電荷を持ち、陰極側に引き寄せられる性質がある。このため、カチオントリッジ（図中 K(1), K(2)）を透過し、塩回収室（図中③）、または陰電極室（図中④）へと移動する。この結果、二次処理廃液に含まれるナトリウムイオンの大半を、塩回収室を満たす回収液（純水）、または陰電極室を満たす電極液（0.5mol/L 硝酸ナトリウム）中へ

と移動させることができる。以上の原理でナトリウムが除去され、アルコールが主成分となった廃液が得られるが、これを三次処理廃液と呼んでいる。またナトリウムが主成分となった塩回収液と電極液は、ナトリウム廃液として回収される（図4.2.1参照）。なお、塩回収室（図中③）に入ったナトリウムイオンは、アニオン交換膜（図中A(1)）を透過できないため、陰極に近い脱塩室には移動しない。

図4.2.6にS1を用いた試験装置を示す。二次処理廃液を入れたサンプル管、塩回収液を入れた塩回収管は、恒温水槽内に設置する。この理由は、本装置が内蔵している伝導度セルに温度補正機能がないためである。この伝導度セルが示す値を、二次処理廃液のナトリウム濃度の指標として、ペンレコーダーに出力・記録する。

③試験条件

本研究の目的は、二次処理廃液に含まれるナトリウムの除去である。そこで試験に供する模擬二次処理廃液を、以下の方針で調製した。

- ・市販のエチラート粉末+混合アルコール
- ・加水分解する
- ・固体分（金属粉）は添加しない

組成は、JNC殿が昭和62年12月に実施したアルコール廃液の分析結果（表4.2.1）をもとに決定した。この分析では、ナトリウム濃度の最大値は27.7%であった。またアルコール濃度（エタノール+IPA+MEK）は平均で83.3%であった。

4.2.2で述べたように、アルコール廃液を完全に加水分解するためには、アルコール濃度を39%以下にする必要がある。そこで本実験では、アルコール濃度の上限を30%に設定した。また、前述のアルコール廃液を加水分解して、アルコール濃度を39%以下にした場合を想定し、ナトリウム濃度の上限を15g/L（=27.7×39/89.3）に設定した。以上の模擬二次処理廃液の調製条件を表4.2.10にまとめる。

次に、電気透析装置の運転条件について述べる。処理温度は、マニュアルを参考に、5～35°Cとした。なおメーカーの説明では、装置内に使用されている塩化ビニル製の部品が、変形・破損するのを防ぐため、最高使用温度は45°Cとされている。処理液量や処理時間などを、表4.2.11に示す。

表4.2.12に、本試験で行った分析項目を示す。本章①で述べたように、ナトリウ

リウム濃度は電気透析装置に内蔵されている電気伝導度セルを用いて測定する。このため、ナトリウム濃度が既知の模擬二次処理廃液を調製し、伝導度セルの表示値をナトリウム濃度に換算する係数を算出している。図4.2.27に結果を示す。図4.2.27の縦軸は電気透析装置の伝導度セルの指示値であり、横軸は模擬二次処理廃液のナトリウム濃度である。このグラフの傾き(0.2234)が、伝導度をナトリウム濃度に換算する係数に相当する。ただし伝導度は、温度やアルコール濃度に依存する。したがって、この係数を適用できるのは、温度=25°C、アルコール濃度=30%という条件に限られる。前述した以外の温度、アルコール濃度では、さらに補正が必要となるため、本研究では必要に応じてナトリウム濃度を百分率（電気透析処理前の伝導度を100として算出）で表している。なお前述した、温度やアルコールの補正係数については、4.2.4(補足)を参照されたい。

アルコール(エタノール、IPA、MEK)は、ガスクロマトグラフを用いて分析し、それぞれ含有率(vol%)を求めた。表4.2.13に分析条件、図4.2.28には分析に用いたガスクロマトグラフの概観、また図4.2.29には模擬二次処理廃液のクロマトグラムの代表例を、それぞれ示す。

④データの解析方法

電気透析装置の適応性の評価基準となるナトリウムの除去率、アルコール透過率、ナトリウム廃液(回収液+電極液に相当、図4.2.1参照)のアルコール濃度の算出方法について述べる。

ナトリウム除去率は、(1)式で算出する。電気透析処理の狙いは、二次処理廃液中のナトリウムを高効率に除去することであるから、ナトリウム除去率は高いことが望ましい。

$$\text{ナトリウム除去率}(\%) = \left\{ 1 - \frac{\text{(模擬二次処理廃液中のナトリウム量)}}{\text{(三次処理廃液中のナトリウム量)}} \right\} \times 100 \quad (1)$$

アルコール透過率は、模擬二次廃液中のアルコールが、どれだけナトリウム廃液中に透過したかを示す値であり、(2)式で算出する。

$$\text{アルコール透過率}(\%) = \left\{ \frac{\text{(回収液+電極液中のアルコール量)}}{\text{(模擬二次処理廃液中のアルコール量)}} \right\} \times 100 \quad (2)$$

実アルコール廃液を処理する場合、ナトリウム廃液に含まれるナトリウムは放射

能を有する。このためナトリウム廃液は、専用の施設で処理されるため、アルコールの混入は、極力避けねばならない。アルコール透過率をどれだけ低く押さえられるかが、電気透析処理の適用性を左右するといえる。なお、ナトリウム廃液中に含まれるアルコールの濃度は、(3)式で算出する。

$$\text{ナトリウム廃液中のアルコール濃度} (\%) = \left\{ \frac{(\text{回収液} + \text{電極液量}) \text{中のナトリウム量}}{(\text{回収液} + \text{電極液量})} \right\} \times 100 \quad (3)$$

(2) 研究開発の結果

①基礎データ取得試験

(a)電気透析装置の有用性検討

まず電気透析装置のナトリウム除去能力を確認するため、2条件の模擬二次処理廃液（アルコール濃度=10、30 vol%）を調製し、電気透析処理実験を行った。結果を表4.2.14、4.2.15に示す。また、ナトリウム濃度の経時変化を図4.2.30に示す。電気透析開始直後は、急激にナトリウム濃度が減少する。またナトリウム濃度は、アルコール濃度が低いほど速く低下する傾向にある。しかし約30分処理を行うと、ナトリウム濃度はどちらもほぼ同程度となる。この時点のナトリウム除去率は、97.9~98.4%と十分高い値に達している。また、30分以後処理を継続しても、ナトリウム除去率の低下は極めて緩やかであり、60分後に処理を終了した時点のナトリウム除去率は99.6~99.8%であった。

また本実験では、回収液（20、40、60分処理後）、電極液（60分処理後）のアルコール濃度を測定した。測定結果を図4.2.31に示す。回収液中のアルコール濃度は処理時間の経過に伴い、直線的に増加する。これは二次処理廃液中のアルコールが、イオン交換膜を透過して、脱塩室から塩回収室（図4.2.25参照）へと透過しているためと考えられる。同様に脱塩室から電極室にアルコールが透過すると仮定すると、電極液中のアルコール濃度も、処理時間の経過に伴い、直線的に増加したと考えられる。

実験終了後のナトリウム廃液（回収液+電極液）中のアルコール濃度は、0.7%（模擬二次処理廃液のアルコール濃度=10 vol%）、1.1%（模擬二次処理廃液のアルコール濃度=30 vol%）であった。模擬二次処理廃液のア

ルコール濃度を3倍に増加したにも関わらず、ナトリウム廃液に透過するアルコールは3倍にならなかった。

なお本実験は、S1の設定にしたがい、印加電圧を4～5Vで行った。これは以上高い電圧では、水の電気分解が起こるため、この値が最適と考える。

(b) 電気透析の温度依存性の検討

電気透析装置のナトリウム除去能力が、最大限に発揮される温度条件を明らかにするため、模擬二次処理廃液（ナトリウム濃度=15 g/L、アルコール濃度=30 vol%）を温度4条件（4、15、25、35°C）で処理した。それぞれの結果を、表4.2.16～4.2.19に示す。

図4.2.32にナトリウム濃度の経時変化を示す。処理温度が高いほど、ナトリウム濃度は速やかに低下する。これは、ナトリウムイオンの動きは温度が高いほどが活発であり、脱塩室から塩回収室への移動速度は、温度が高いほど速いと考えられる。

図4.2.33に電気透析処理後（処理時間：30分）のナトリウムの除去率、およびアルコール廃液（回収液+電極液）中のアルコール濃度を示す。ナトリウム除去率は温度と共に増加し、35°Cで98%に達した。一方、データのバラつきはあるものの、ナトリウム廃液中のアルコール濃度は、どの温度条件でも同程度の値となることが分かった。

(c) 電気透析のナトリウム濃度依存性の検討

二次処理廃液のナトリウム濃度の上限は、一次処理廃液の加水分解条件から、約15g/Lと推測した。また、この濃度のナトリウムを含む二次処理廃液を電気透析処理した場合、ナトリウム除去率は97.9～98.4%（処理時間=30分）であることが分かった。しかし、二次処理廃液のナトリウム濃度を低下させた方が、さらに高いナトリウム除去率が期待できると考えた。

そこで、4条件のナトリウム濃度（15、5、1、0.5g/L）の、模擬二次処理廃液を調製し、処理した。それぞれの結果を表4.2.20～4.2.23に示す。

図4.2.34にナトリウム濃度の経時変化を示す。なお、初期ナトリウム濃度（処理前のナトリウム濃度）がそれぞれ異なるため、縦軸にナトリウム残存率（%，

初期ナトリウム濃度を100%とする)をプロットして、それぞれを比較する。この結果、初期ナトリウム濃度が低いほど、ナトリウム残存率が速やかに低下する傾向が見られる。しかし、処理途中のナトリウム残存率を比べると、1 g/L > 5 g/Lとなっている。したがって、初期ナトリウム濃度による影響は小さいと考えられる。

図4.2.35に電気透析処理後(処理時間:30分)のナトリウムの除去率、およびアルコール廃液(回収液+電極液)中のアルコール濃度を示す。なおナトリウム除去率は、(100-ナトリウム残存率)で算出した。ナトリウム除去率は、初期ナトリウム濃度が低い方が高い。しかし、0.5 g/Lと15 g/Lで比較すると、その差は約2%とわずかであった。したがって、ナトリウム除去率は、初期ナトリウム濃度にあまり影響されないことが分かった。

なお、ナトリウム廃液中のアルコール濃度は、初期ナトリウム濃度が最も高い15 g/Lにおいて最小となった。この理由については、不明であるが、15 g/Lの値だけが小さいことから、測定誤差とも考えられる。

②イオン交換膜の寿命確認試験

(d)連続使用による処理能力の変化

電気透析装置に用いられているイオン交換膜は、一般に有機性溶媒に対する耐性が低いとされている。したがって、最大で30 vol%のアルコールを含む二次処理廃液は、電気透析装置に適したサンプルではないと考える。そこで、模擬二次処理廃液処理(ナトリウム濃度=15 g/L、アルコール濃度=30 vol%、処理時間=30分間/1 RUN、処理温度=25°C)を30 RUN実施し、装置の処理能力がどの程度低下するか確認する試験を実施した。この結果を表4.2.24~4.2.53に示す。なお、この寿命確認試験では、電気透析装置の電極液の量を、これまでの10 mLから20 mLに增量した。ナトリウム廃液中のアルコール濃度が、これまでの試験に比べて低くなっているのは、このためである。

図4.2.36に、1、10、20、30 RUNの、ナトリウム濃度の経時変化を示した。RUN 10、20、30について比較すると、処理回数が増えるにしたがって、ナトリウム濃度が低下しにくくなることが分かる。しかし30分の

処理終了時のナトリウム量は、どのRUNも大差がない。図4.2.37に、すべてのRUNのナトリウム除去率を示した。処理回数が増えると、次第にナトリウム除去率も低下する傾向にある。しかし、30回の処理を行っても、ナトリウム除去率は約9.5%と十分に高いことから、この時点では、まだ十分使用できるレベルにあると考えられる。

一方、図4.2.38に、すべてのRUNのナトリウム廃液中のアルコール濃度、およびアルコール透過率を示す。アルコール濃度は、処理回数が増えると明らかに增加了。これをアルコール透過率で評価すると、RUN1では4.6%、RUN30では14.8%と、約3倍になることが分かった。

このように、30分/RUNの電気透析処理を30RUN繰り返した時、ナトリウム除去率はほとんど低下しないが、アルコールの透過率が約3倍になるという、処理能力の低下を引き起こすことが分かった。

(e)イオン交換膜の状態確認

図4.2.39に、未使用のカートリッジ、および(a)の試験（全処理時間：15時間、全処理液量：300mL）終了直後のカートリッジを、それぞれ示す。明らかに試験後は、カートリッジ内部のイオン交換膜が変色していることが分かる。

そこでカートリッジを分解し、取り出したイオン交換膜（アニオントリッジ2枚、アノニオントリッジ2枚）を、図4.2.40に示す。陰極側のアノニオントリッジ（A(2)）がもっとも変色がひどく、大部分が濃茶色に変わっている。本来の膜の色は、外周部にわずかに確認できる程度である。陽極側のアノニオントリッジ（A(1)）も、A(2)同様に濃茶色に変色しているが、変色部分は電極液や二次処理廃液と接触する部分に限られる。

陰極側のカチオントリッジ（K(2)）にも変色は見られたが、電極液や二次処理廃液と接触する部分が、わずかに脱色した程度である。陽極側のカチオントリッジ（K(1)）には、ほとんど色の変化はなかった。

図4.2.40は、膜を純水に浸した状態で撮影しているために分かりにくいが、電気透析装置から取り出した直後のアノニオントリッジ（A(1)、A(2)）は、部分的に膨潤しており、平滑でなかった。一方、カチオントリッジ（B(1)、B(2)）に

は、膨潤している部分は見られなかった。

(3) 結果の考察・検討

①電気透析装置の最適運転条件

本試験では、アルコール濃度2条件(10、30 vol %)、ナトリウム濃度4条件(0.1、1、5、15 g/L)の模擬二次処理廃液を用いて、電気透析処理を行った。この結果、いずれの条件でもナトリウム除去率は良好で、30分の処理で約96～99%であった。また、当初予想されたようにナトリウム廃液中にアルコールが透過してしまうことも確認された。しかし、30分処理後の、ナトリウム廃液へのアルコール濃度は1.2～1.5 vol%と小さく、直ちに深刻な問題を生じるレベルではなかった。また、アルコールの透過は、初期アルコール濃度やナトリウム濃度の影響をほとんど受けないことが分かった。したがって、電気透析装置は、二次処理廃液のナトリウム成分分離に、適用可能であると判断できる。

次に、ナトリウム濃度依存性の結果(表4.2.20, 21)を用いて、二次処理廃液の希釀の必要性について考察する。具体的には、ナトリウム濃度=15 g/Lの二次処理廃液を30分間処理した場合と、この廃液を1/3に希釀したもの3等分し、それぞれ10分間ずつ、計30分の処理を行なった場合について、ナトリウム除去率を比較する。この結果、前者では、ナトリウム除去率=96.4%(表4.2.20参照)、後者では、ナトリウム除去率=71.6%(表4.2.21から算出)であった。したがって、二次処理廃液のナトリウム濃度が15 g/L以下である場合は、希釀をおこなわずに、そのまま電気透析処理を行なう方が、処理時間と同じという条件下では、高いナトリウム除去率が得られることが明らかとなった。

したがって、電気透析装置を用いて、二次処理廃液からナトリウムを分離する場合、連続処理(すべての廃液を、長い時間をかけて、一度に処理する)ではなく、バッチ処理(廃液の一部を取り出し、これを短時間で処理することを、繰り返す)が適すると考える。具体的な処理時間は、すべての条件の模擬二次処理廃液で、ナトリウム除去率が96～99%まで低下した、1バッチ30分を推奨する。これは、さらに30分(計60分)処理を行っても、ナトリウム除去率は最大で約2%しか向上しないことから判断した。また、ナトリウム廃液中のアルコール濃度が、処理時間の経過とともに、ほぼ一定の割合で増加し続けることも、判断理由の一つであ

る。

一方、温度の影響については、処理温度が高いほどナトリウム除去率が大きくなり、アルコールの透過は温度の影響をほとんど受けないことが分かった。したがって、二次処理廃液の温度は、高い方が望ましいという結論になる。二次処理廃液は、一次処理廃液を加水分解して得るが、この時、加水分解の反応熱によって液温が上昇する（図 2.4.24 参照）。この現象をうまく利用し、温度が上がった状態の二次処理廃液を電気透析に適用することで、効率的なナトリウム除去が可能になると考えられる。

ただし、電気透析装置の使用温度には上限がある。本試験ではマニュアルを参考に 35°C としたが、機種や廃液の組成によっては、45°Cまで使用可能というケースある。いずれにしろ二次処理廃液の温度が 45°C を超える場合には、冷却が必要になることを考慮しなくてはならない。

②イオン交換膜の寿命

本試験の結果、30 分/RUN の処理を 30 RUN 繰り返しても、ナトリウム除去率はほとんど低下しないことが分かった。また、アルコールの透過は約 3 倍に増加してしまうことが分かった。そこで、ナトリウム除去、アルコール透過のそれぞれの観点で、イオン交換膜の寿命について考察する。

(a)ナトリウム除去率からみたイオン交換膜の寿命

ナトリウム除去率は、30 RUN でわずかに低下した。そこでこの 30 RUN が、実機の何日分の運転に相当するのかを計算する。

まず、以下のように仮定する。

- ・アルコール廃液 2000 L を 2 年で完全処理
- ・1 年間の運転日数 = 240 日 (20 日 × 12 ヶ月)
- ・アルコール廃液のアルコール濃度 = 90%
- ・二次処理廃液のアルコール濃度 = 30%
- ・電気透析装置（実機）の処理能力 = 20 L / 1 パッチ
- ・電気透析装置（実機）の 1 日の運転回数 = 1 ~ 3 RUN

これから一日当たりの二次処理廃液の処理量 X を算出する。

$$X = 2000 \text{ L} / 2 \text{ 年}$$

$$\begin{aligned}
 &= 2000 \text{ L} / (2 \times 240) \text{ 日} \\
 &= (2000 \times 3) \text{ L} / 480 \text{ 日} \quad \leftarrow \text{加水分解で3倍に希釀} \\
 &= 12.5 \text{ L/日}
 \end{aligned}$$

この値は、実機 1 RUN で処理可能な量である。したがって今回実施した 30 RUN は、実機で 1 日 1 RUN 行なう場合、約 1.5 ヶ月に相当する。また実機で 1 日 3 RUN 行なうとすると、10 日に相当する。

今回の試験は、30 RUN で終了したが、この時点でもナトリウム除去率は高い値を維持していた。したがって、ナトリウム除去に関しては、イオン交換膜は、初期の性能を十分維持しており、さらに継続して利用できる状態であったと考えられる。今後、さらに長期の連続試験、あるいは加速試験を実施し、イオン交換膜の寿命を明らかにすることが必要と考える。

(b) ナトリウム廃液中のアルコール濃度の許容値からみたイオン交換膜の寿命

30 RUN の連続試験の結果、ナトリウム廃液中へのアルコール透過率の増加という問題が明らかとなつた。そこで、ナトリウム廃液中のアルコールの許容濃度を明らかにし、これをもとにイオン交換膜の寿命について考察する

ナトリウム廃液中には、放射能をもつたナトリウムイオンが存在する。したがって、管理区域内でナトリウムが除去され、残りの水が排水として管理区域外、すなわち環境中へと放出される。ナトリウム廃液に混入したアルコールは、この排水に含まれる。そこで、水質汚濁防止法に記載されている水質基準をもとに、排水中のアルコールの許容限度を明らかにする。

まず、ナトリウム廃液を処理した排水について、以下のように仮定する。

- ・政令で定める有害物質を含まない（有害物質については、表 2.4.54 参照）
- ・排出先は茨城県の鹿島灘水域
- ・排出量 50m³/日以上
- ・排水中のアルコールはすべてエタノール
- ・排水処理施設を有する排水口から排出する

以上の仮定を満たす排水の基準は、茨城県が定めている。その内容を表 4.2.55 に示す。なお、各都道府県、政令市などにおける水質基準は、その地域性を考慮し、総理府令が定める値より厳しい値となっている。

しかし表 4.2.55 の排水基準には、アルコール類は項目として含まれない。このためアルコール類の排出基準を、COD（化学的酸素要求量）あるいは BOD（生物化学的酸素要求量）から算出する必要がある。この結果は、以下の通りである。なお、具体的な算出方法は、図 4.2.41 に示す。

【前述の仮定を満たす排水基準】

$$\text{許容限度(最大値)} \quad \text{COD} = 25 \text{ (mg/L)} \rightarrow \text{エタノール濃度} \doteq 1.3 \text{ (vol\%)}$$

$$\text{許容限度(日間平均値)} \quad \text{COD} = 20 \text{ (mg/L)} \rightarrow \text{エタノール濃度} \doteq 1.0 \text{ (vol\%)}$$

したがって、ナトリウム廃液を一切希釈することなく処理し、排水として排出すると仮定すると、アルコールの許容濃度（最大値）は 1.3 (vol%) となる。図 4.2.38 から分かるように、RUN 20 を過ぎた当たりから、ナトリウム廃液中のアルコール濃度は 1.3 (vol%) を超えはじめている。この場合、イオン交換膜の寿命は、20 RUNまで (1 RUN = 30 分処理) ということになる。

しかし、現実的にはナトリウム廃液は、中和処理で希釈されるため、希釈後に 1.3 (vol%) となる濃度を許容限度と考えることができる。仮にナトリウム廃液が等量の酸溶液で希釈されたとすると、許容濃度は 2.6 (vol%) となる。図 4.2.42 は、図 4.2.38 に示したアルコール濃度と RUN の関係について、直線近似式を求めたものである。この図から、ナトリウム廃液中のアルコール濃度が 2.6 (vol%) に達するのは、およそ RUN 60 であると推定される。また、近似式を用いて計算すると、RUN 150 では約 5 (vol%)、RUN 300 では約 9 (vol%) であった。

このように、ナトリウム廃液の処理条件が明確になれば、イオン交換膜の交換時期が、ある程度定まってくる。ただし、図 4.2.42 の近似式は、あくまでもアルコール濃度が直線的に増加すると仮定したものである。本来、イオン交換膜はアルコール耐性が低いことから、連続試験を RUN 30 以降も継続した場合、どこかで劇的にアルコール濃度が増加する可能性もある。したがって、今後さらなる長期試験、あるいは加速試験が必要と考える。

③イオン交換膜の変色・膨潤の原因と対策

本試験の結果、15 時間の電気透析処理を行うと、アルコール透過率が約 3 倍に増加することが分かった。前述したイオン交換膜の寿命を延ばすためには、この原

因を追求し、必要に応じて対策を施すことが必要となる。このアルコール透過率の増加は、イオン交換膜の変色・膨潤に起因するものと考えられる。そこでまず、イオン交換膜の変色・膨潤の原因について考察する。

変色の原因となる物質（以下、原因物質と記す）として、次の5つがあげられる。

- ・アルコール
- ・ナトリウムイオン
- ・OHイオン
- ・エトキシド粉末に不純物として含まれるとされる金属イオン
- ・硝酸イオン（電極液は硝酸ナトリウム）

上記の物質が、電気透析処理によって、装置内をどのように移動するかを、模式的に示したのが、図4.2.43と図4.2.44である。これらの図を用いて、原因物質の特定を試みる。

まずカチオン交換膜の変色原因について検討する。2枚のカチオン交換膜のうち、二次処理廃液と回収液に接触している陽極側のカチオン交換膜C(1)はほとんど変色していなかった。一方、二次処理廃液と電極液に接触している陰極側のカチオン交換膜C(2)には脱色が見られる。図4.2.43、4.2.44に示したように、前述した原因物質のうち、アルコール、ナトリウムイオン、OHイオン、金属イオンの4つは、どちらの膜とも接触している。しかし、硝酸イオンと接触するのは、C(2)だけである。

したがって、カチオン交換膜の変色原因是、電極液中に含まれる硝酸イオンである可能性が極めて高いと推測できる。しかし、試験後のカチオン交換膜の変色はわずかであり、また膨潤していなかった。したがって、この硝酸イオンによる影響は、ほとんどないものと考えられる。

一方、アニオン交換膜は、濃茶色に変色していただけでなく、膨潤し、表面に凹凸を生じていた。このような変形は、カートリッジの気密性を低下させ、脱塩室と塩回収室、または脱塩室と電極室の間に、溶液が通過できる隙間を作る可能性がある。このような隙間が数多く形成されれば、当然脱塩室内の二次処理廃液に含まれるアルコールが、回収液や電極液に混入する頻度も高くなる。

2枚のアニオン交換膜のうち、二次処理廃液と回収液に接触している陰極側のアニオン交換膜A(2)は変色が膜全面に広がっていた（図4.2.40参照）。一方、

二次処理廃液と電極液に接触している陽極側のカチオン交換膜A(1)も変色はしているが、その面積はA(2)に比べて狭かった。したがって、A(1)に比べてA(2)の方が、変色の原因となる物質と接触する時間が長い、あるいは接触時の原因物質の濃度が高かったと推定できる。

そこで前述した5種類の物質との接触について、図4.2.43、4.2.44を参考に検討してみる。まずアルコールであるが、これは同じ二次処理廃液がA(1)、A(2)に接触していることから、原因物質ではないと考えられる。また、硝酸イオンと接触しているのは変色面積の少ないA(1)だけであることから、これもまた原因物質とは考えにくい。

次にナトリウムイオンであるが、A(1)は常に電極液(0.5mol/L硝酸ナトリウム、ナトリウム濃度=1.1g/L)と接触している。またA(2)は、処理前は脱塩室の二次処理廃液(ナトリウム濃度=1.5g/L)と接触している。処理が進行すると、脱塩室中のナトリウム濃度は低下するが、それとほぼ同程度のナトリウムイオンが塩回収室へと移動する。したがって、処理中は常に1.5g/L程度のナトリウムイオンがA(2)と接触することになる。このように、A(1)、A(2)に接触しているナトリウムイオン濃度に、大きな差がないことから、これも原因物質とは考えにくい。

エチラートに含まれる金属イオンについては、その存在自体が確認されていないため、明確な結論は出せない。そこで、二次処理廃液中には、カチオン交換膜は透過できるが、アニオン交換膜は透過できない、何らかの金属イオンが存在すると仮定して、考察を進める。図4.2.43、4.2.44ではこの金属イオンをX⁺と表示している。A(2)は、処理前、処理後のどちらも金属イオンと接触している。一方、A(1)が金属イオンと接触できるのは処理前だけである。この理由は、処理の進行にともない、脱塩室中の金属イオンは塩回収液へと移動してしまうためである。また、脱塩室から陰電極室へと移動した金属イオンが、外部経路を経て陽電極室へと移動し、ここでA(1)と接触する可能性はある。しかし、電極液の量は二次処理廃液や回収液の2倍であるため、陰電極室に入った時に希釈される。したがって、A(1)と接触する濃度は、A(2)に比べて圧倒的に低いと考えられる。以上のように、金属イオンと接触する頻度、また接触した時の金属イオンの濃度、このどちらも A(1)<A(2)であると考えられる。したがって、金属イオンが存在する

ならば、アニオン交換膜の変色の原因物質である可能性は極めて高いと考えられる。

また同様の理由で、OHイオンも、接触する頻度、また接触した時の濃度、この両方が A(1) < A(2)であると考えられる。さらに金属イオンとは異なり、二次模擬廃液の pH が約 1.3 であることから、OHイオンが多量に存在することが確認されている。したがって、少なくともアニオン交換膜の変色の原因物質の一つが、OHイオンであると推定される。

今後、カートリッジの寿命を延ばすための対策が必要になることが予想される。今回の考察から、耐アルカリ性に優れたアニオン交換膜を利用することは、解決策の一つと考えられる。また、現在のカートリッジに、アルコール透過性の低い膜を組み込むといったアイデアも考えられる。

(4) まとめ

本試験の結果、以下のことが明らかとなった。

①電気透析が、二次処理廃液のナトリウム分離に有効であることを確認。

- ・ナトリウム除去率：9.6～9.9%
- ・ナトリウム廃液中のアルコール濃度：1.2～1.5%

(実二次処理廃液とほぼ同組成の模擬廃液（ナトリウム濃度：3.0 g/L 以下、アルコール濃度：3.0 vol%）を 30 分間処理した場合)

- ・最適運転条件は以下の通り。

ナトリウム濃度が 3.0 g/L 以下であれば希釀不要

バッチ処理（1バッチ=30分）

液温 = 35°C、印加電圧 4～5 V

② (30分/RUN) × 30RUN の連続運転後も、イオン交換膜は使用可能な性能を維持することを確認。

- ・ナトリウム除去率：約 9.5% (30RUN 後)
- ・問題点：アルコールの透過率が 3 倍に増加 (4.6 → 14.8%)
- ・アニオン交換膜が変色、膨潤（原因是、OHイオンまたは金属イオンと推定される）

4. 2. 4 補足

(1) 伝導度の温度依存補正について

本試験では、電気透析装置に内臓された伝導度セルを用いて、模擬二次処理廃液のナトリウム濃度を定量する。なお、溶液の伝導度は温度によって変化するために、模擬二次処理廃液は25°Cに恒温して、試験に用いた。

溶液の伝導度は、溶液中のイオンによってもたらされる。温度が高くなると、イオンを含む溶液の分子運動が激しくなるため、一般に伝導度も高くなる。したがつて異なる温度で測定した伝導度を比較するためには、温度補正係数を求めることが必要となる。

温度補正係数とは、ある温度で測定した伝導率を、1°C当たり0~10%で直線的に変化するものとして、基準温度(t_0 °C)における伝導度に換算するものである。なお、JISでは伝導度を25±0.5°Cで測定されたものとして定義していることから、一般に基準温度=25°Cとすることが多い。本試験でも、前述の理由で伝導度の測定を25°Cで実施している。

温度補正係数は、(4)式で求めることができる。

$$\alpha_0 = \left\{ \frac{(L_1 - L_2)}{L_2(t_1 - t_2) - L_1(t_2 - t_0)} \right\} \times 100 \quad (4)$$

α_0 : t_0 : におけるサンプルの温度係数(%/°C)、 t_0 : 基準温度(°C)

t_1 : 基準温度付近の特定温度(°C)、 t_2 : 基準温度から離れた特定温度(°C)

L_1 : t_1 °Cにおけるサンプルの伝導率、 L_2 : t_2 °Cにおけるサンプルの伝導率

図4.2.45に模擬二次廃液(ナトリウム:15g/L、アルコール:30vol%)の伝導度を、4条件の温度で測定した値を示す。この結果を(4)式に代入することで、伝導度セルの温度補正係数を算出できる。

$$\left. \begin{array}{l} t_0 = 25 \text{ (°C)} \\ t_1 = 35 \text{ (°C)} \\ t_2 = 4 \text{ (°C)} \\ L_1 = 81 \text{ (mS/cm)} \\ L_2 = 49 \text{ (mS/cm)} \end{array} \right\} \alpha_0 = 1.011 \text{ (%/°C)}$$

(2) 伝導度のアルコール濃度補正について

溶液の伝導度は、溶液中のイオンの運動によってもたらされることは前述した。したがって、同量のイオンを含む溶液でも、溶媒の種類が異なれば、伝導度は一致しない。

アルコール濃度がそれぞれ異なる模擬二次廃液（ナトリウム：15 g/L、温度25°C）を調製し、伝導度を測定した結果を図4.2.46に示す。この図から明らかのように、アルコール濃度が高くなるにつれ、伝導度は低下する。このため、二次処理廃液を電気透析処理する場合、アルコール濃度を明らかにしておかないと、伝導度からナトリウム濃度を算出することは出来ない。

伝導度とアルコール濃度の関係を明らかにすれば、アルコール濃度の補正を行うことは可能と考えられる。しかし、この関係を導くには、図4.2.46のデータだけでは不十分であると考え、今回は実施しなかった。今後、アルコール濃度補正係数を算出するには、さらに多くのアルコール濃度の二次処理廃液について、伝導度を測定することが必要と考える。

(3) 卓上電気透析装置S3による予備試験結果

本試験の実施に先立ち、模擬二次処理廃液の電気透析の予備試験を、旭化成工業(株)のご協力で実施した。同社製の卓上電気透析装置S3を試験に用いた。S3の構造は、本試験で用いたS1とまったく同じであるが、イオン交換膜の有効面積が異なる (S3 : 550 cm²、S1 : 20 cm²)。

この予備試験の結果を、表4.2.56、4.2.57に示すが、ナトリウム除去率が十分高いことが確認された。なお、アルコール、ナトリウムとともに、本試験に比べて低い濃度で実施している。これは、イオン交換膜への影響が不明であったためである。旭化成工業(株)の報告では、RUN1後の膜の状態は良好で、膨潤は見られなかったとのことである。しかし、RUN2後の膜は、膨潤は見られなかったが、アニオン交換膜がわずかに茶色に変色していたとのことである。

このように、アニオン交換膜の変色という問題点はあったが、この電気透析装置が、模擬二次処理廃液の処理に利用できるということは分かった。そこで、S3と同じ構造のS1を用いて、本試験を実施するに至った。

【参考文献】

- 膜分離工学－その現状と工業的応用－、化学工業社、P 1～16 (1989)
- 中垣正幸：膜処理技術大系 上巻、初版、フジテクノシステム (1991)
- 下水試験方法 上巻、1997年版、日本下水道協会 (1997)
- 危険・有毒化学物質プロファイル100、丸善 (1988)
- 化学便覧 基礎編I、改訂4版、丸善 (1993)
- 平野四蔵：化学分析法ハンドブック、2版、産業図書、P 1～15 (1961)
- 全国の水質規制値 平成7年・8年版 上巻、アイビーシー、P 119～146 (1996)
- 公害防止の技術と法規〔水質編〕、5版、産業環境管理協会、P 543 (1999)

表4. 2. 10 模擬二次処理廃液の調製条件

項目	条件
ナトリウム	エチラート粉末 0.5~15(g/L)
アルコール	混合アルコール 10~30(vol%)
水	添加する
金属粉	添加しない

表4. 2. 11 電気透析装置S1の運転条件

項目	条件
処理温度(°C)	5~35
処理時間(min／1RUN)	30~60
処理液量(mL／1 RUN)	10
回収液量 ¹⁾ (mL／1 RUN)	10
電極液量 ²⁾ (mL／1 RUN)	10 ³⁾ or 20 ⁴⁾

注1) イオン交換水を使用

注2) 0.5mol/L 硝酸ナトリウムを使用

注3) 基礎データ取得試験時

注4) イオン交換膜の寿命確認試験時

表4.2.12 電気透析装置の適合性確認試験における分析項目

対象	分析項目
模擬二次処理廃液	ナトリウム、アルコール
三次処理廃液	ナトリウム、アルコール
回収液(処理後)	アルコール
電極液(処理後)	アルコール

【分析手段】 ナトリウム: 伝導度から算出
アルコール: ガスクロマトグラフ

表4.2.13 ガスクロマトグラフによるアルコール分析条件

項目	条件	
カラム	充填材	Gaskuropack 54 60/80
	種類・サイズ	Glass・3 φ × 2m
	使用温度	140°C
	エージング温度	240°C
ガスクロ マトグラフ	使用機種	GC-14B(島津製作所製)
	検出器タイプ	FID
	検出器温度	140°C
	ガス流量	H ₂ : 50mL/min Air: 500mL/min
	キャリアガス	N ₂ : 60mL/min
	気化室温度	250°C
その他	サンプル注入量	10 μ L

表4. 2. 14 ナトリウム除去率、アルコール透過率の経時変化確認試験(RUN 1)

【分析結果】

Na: 15g/L、アルコール: 30vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	20分後	回収液 40分後	ナトリウム廃液 60分後	電極液 60分後	回収液+電極液 60分後
温度: 25°C ± 0.1		10	9.1	10.1	10.1	10.2	11	21.2
Na	容量(mL)	58	0.139					
	伝導度 (mS/cm)	12.957	0.031					
	→Na濃度 (g/l)	0.2						
	Na残存率 (%)	99.8						
アルコール濃度	EtOH (vol%)	27.3	23.5	0.4	1.0	1.6	0.5	1.0
	IPA (vol%)	4.2	3.7	0.0	0.1	0.2	0.0	0.1
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.7	27.4	0.5	1.1	1.8	0.5	1.1
アルコール残存率	EtOH (%)		78.2					
	IPA (%)		80.6					
	MEK (%)		75.3					
	Total (%)		78.5					
アルコール透過率	EtOH (%)			1.6	3.7	5.8	1.9	7.7
	IPA (%)			1.1	2.8	4.6	0.7	5.2
	MEK (%)			2.4	3.6	4.9	2.0	6.8
	Total (%)			1.6	3.6	5.7	1.7	7.3

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	58	38	21	11	5.2	2.6	1.2
ナトリウム濃度 (g/L)	12.93	8.47	4.68	2.45	1.16	0.58	0.27
濃度 (%)	100	65.5	36.2	19.0	9.0	4.5	2.1

時間(分)	35	40	45	50	55	60
伝導度(mS/cm)	0.567	0.368	0.273	0.207	0.166	0.139
ナトリウム濃度 (g/L)	0.13	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03
濃度 (%)	1.0	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2

表4.2.15 ナトリウム除去率、アルコール透過率の経時変化確認試験(RUN 2)

【分析結果】

Na:15g/L、アルコール:10vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 60分後)	回収液		ナトリウム廃液		
				20分後	40分後	60分後	電極液 60分後	回収液+電極液 60分後
容量(mL)		10	8.4	10.1	10.2	10.3	11.5	21.8
Na	伝導度 (mS/cm)	91	0.389					
	→Na濃度 (g/l)	20.329	0.087					
	Na残存率 (%)		0.4					
	Na除去率 (%)		99.6					
アルコール濃度	EtOH (vol%)	11.2	10.9	0.3	0.7	1.1	0.2	0.6
	IPA (vol%)	1.4	1.4	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	12.6	12.3	0.4	0.8	1.2	0.2	0.7
アルコール残存率	EtOH (%)		81.2					
	IPA (%)		84.9					
	MEK (%)		79.3					
	Total (%)		81.6					
アルコール透過率	EtOH (%)			3.0	6.4	9.8	1.9	11.7
	IPA (%)			2.3	5.2	7.4	0.3	7.6
	MEK (%)			8.4	11.3	14.3	9.6	23.9
	Total (%)			2.9	6.3	9.5	1.7	11.3

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	91	50	21	11	5.5	2.7	1.5
ナトリウム濃度(g/L)							
(%)	100	54.9	23.1	12.1	6.0	3.0	1.6

時間(分)	35	40	45	50	55	60
伝導度(mS/cm)	1.0	0.75	0.61	0.532	0.447	0.389
ナトリウム濃度(g/L)						
(%)	1.1	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4

表4. 2. 16 温度依存性検討試験(RUN 1: 25°C)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10	8.6	11.2	9.6	20.8
	伝導度 (mS/cm)	66	2.4			
	→Na濃度 (g/l)	14.744	0.536			
	Na残存率 (%)		3.6			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		96.4			
	EtOH (vol%)	27.6	28.4	1.3	0.7	1.0
	IPA (vol%)	4.1	4.3	0.2	0.1	0.1
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
アルコール残存率	Total (vol%)	31.8	32.9	1.5	0.8	1.2
	EtOH (%)		88.6			
	IPA (%)		90.0			
	MEK (%)		0.0			
アルコール透過率	Total (%)		88.8			
	EtOH (%)			5.4	2.4	7.8
	IPA (%)			5.1	2.5	7.5
	MEK (%)			4.2	1.8	0.0
	Total (%)			5.4	2.4	7.8

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	66	44	24	12	6.3	3.5	2.4
ナトリウム濃度 (g/L)	14.72	9.81	5.35	2.68	1.40	0.78	0.54
(%)	100	66.7	36.4	18.2	9.5	5.3	3.6

表4. 2. 17 温度依存性検討試験(RUN 2: 15°C)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 15±0.1°C						
Na	容量(mL)	10	8.7	11	10.5	21.5
	伝導度 (mS/cm)	63.4	2.9			
	→Na濃度 (g/l)	14.164	0.648			
	Na残存率 (%)		4.6			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		95.4			
	EtOH (vol%)	27.6	27.6	2.0	0.6	1.3
	IPA (vol%)	4.1	4.2	0.3	0.1	0.2
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
アルコール残存率	Total (vol%)	31.8	31.9	2.3	0.6	1.5
	EtOH (%)		87.2			
	IPA (%)		88.5			
	MEK (%)		0.0			
アルコール透過率	Total (%)		87.3			
	EtOH (%)			7.9	2.1	10.0
	IPA (%)			7.6	2.2	9.8
	MEK (%)			6.9	1.3	0.0
	Total (%)			7.9	2.1	10.0

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	57	42	25	13	6.6	3.7	2.6
ナトリウム濃度 (g/L)	12.71	9.37	5.58	2.90	1.47	0.83	0.58
(%)	100	73.7	43.9	22.8	11.6	6.5	4.6

表4. 2. 18 溫度依存性検討試験(RUN 3: 4°C)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 4±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10	8.8	11	10.5	21.5
	伝導度 (mS/cm)	62.2	4.2			
	→Na濃度 (g/l)	13.895	0.938			
	Na残存率 (%)		6.8			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		93.2			
	EtOH (vol%)	27.6	26.6	1.6	0.5	1.0
	IPA (vol%)	4.1	4.0	0.2	0.1	0.2
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
アルコール残存率	Total (vol%)	31.8	30.7	1.8	0.5	1.2
	EtOH (%)		84.8			
	IPA (%)		85.9			
	MEK (%)		0.0			
アルコール透過率	Total (%)		85.0			
	EtOH (%)			6.2	1.7	7.9
	IPA (%)			6.4	2.0	8.5
	MEK (%)			5.5	1.3	0.0
	Total (%)			6.2	1.8	8.0

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	49	38	25	15	8.2	5	3.3
ナトリウム濃度 (g/L)	10.93	8.47	5.58	3.35	1.83	1.12	0.74
(%)	100	77.6	51.0	30.6	16.7	10.2	6.7

表4. 2. 19 溫度依存性検討試験(RUN 4: 35°C)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液	
					電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
容量(mL)		10	8.6	11	10.5	21.5
Na	伝導度 (mS/cm)	73.6	1.5			
	→Na濃度 (g/l)	16.442	0.335			
	Na残存率 (%)		2.0			
	Na除去率 (%)		98.0			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	27.6	26.7	2.0	0.6	1.3
	IPA (vol%)	4.1	4.1	0.3	0.1	0.2
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.8	31.0	2.3	0.7	1.5
アルコール残存率	EtOH (%)		83.5			
	IPA (%)		85.4			
	MEK (%)		0.0			
	Total (%)		83.7			
アルコール透過率	EtOH (%)			8.0	2.3	10.3
	IPA (%)			7.6	2.2	9.8
	MEK (%)			6.2	2.0	0.0
	Total (%)			7.9	2.3	10.2

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	81	50	27	13	6.3	2.9	1.6
ナトリウム濃度 (g/L)	18.06	11.15	6.02	2.90	1.40	0.65	0.36
(%)	100	61.7	33.3	16.0	7.8	3.6	2.0

表4. 2. 20 ナトリウム濃度依存性検討試験(RUN1: 15g/L)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量 (mL)	10	8.6	11.2	9.6	20.8
	伝導度 (mS/cm)	66	2.4			
	→Na濃度 (g/l)	14.744	0.536			
	Na残存率 (%)		3.6			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		96.4			
	EtOH (vol%)	27.6	28.4	1.3	0.7	1.0
	IPA (vol%)	4.1	4.3	0.2	0.1	0.1
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
アルコール残存率	Total (vol%)	31.8	32.9	1.5	0.8	1.2
	EtOH (%)		88.6			
	IPA (%)		90.0			
	MEK (%)		0.0			
アルコール透過率	Total (%)		88.8			
	EtOH (%)			5.4	2.4	7.8
	IPA (%)			5.1	2.5	7.5
	MEK (%)			4.2	1.8	0.0
	Total (%)			5.4	2.4	7.8

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	66	44	24	12	6.3	3.5	2.4
ナトリウム濃度 (g/L)	14.72	9.81	5.35	2.68	1.40	0.78	0.54
(%)	100	66.7	36.4	18.2	9.5	5.3	3.6

表4. 2. 21 ナトリウム濃度依存性検討試験(RUN2: 5g/L)

【分析結果】

Na: 5 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10	8.6	10.8	10.5	21.3
	伝導度 (mS/cm)	25	0.783			
	→Na濃度 (g/l)	5.585	0.175			
	Na残存率 (%)		3.1			
アルコール 濃度	Na除去率 (%)		96.9			
	EtOH (vol%)	27.7	26.0	1.8	0.7	1.3
	IPA (vol%)	4.6	4.3	0.3	0.1	0.2
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	32.5	30.5	2.1	0.8	1.5
アルコール 残存率	EtOH (%)		80.6			
	IPA (%)		80.2			
	MEK (%)		0.0			
	Total (%)		80.6			
アルコール 透過率	EtOH (%)			7.1	2.6	9.8
	IPA (%)			6.5	2.2	8.7
	MEK (%)			6.9	2.8	0.0
	Total (%)			7.0	2.6	9.6

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	25	14	7.1	3.8	2.4	1.4	0.783
ナトリウム 濃度 (g/L)	5.58	3.12	1.58	0.85	0.54	0.31	0.17
濃度 (%)	100	56.0	28.4	15.2	9.6	5.6	3.1

表4. 2. 22 ナトリウム濃度依存性検討試験(RUN3: 1g/L)

【分析結果】

Na: 1 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
温度: 25±0.1°C		10	9	10.5	10.7	21.2
Na	容量(mL)	5.9	0.099			
	→Na濃度(g/l)	1.318	0.022			
	Na残存率(%)		1.7			
	Na除去率(%)		98.3			
アルコール濃度	EtOH(vol%)	27.1	26.9	2.0	0.6	1.3
	IPA(vol%)	4.7	4.6	0.3	0.1	0.2
	MEK(vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total(vol%)	31.9	31.7	2.3	0.7	1.5
アルコール残存率	EtOH(%)		89.3			
	IPA(%)		88.5			
	MEK(%)		0.0			
	Total(%)		89.3			
アルコール透過率	EtOH(%)			7.6	2.5	10.1
	IPA(%)			7.2	2.0	9.2
	MEK(%)			9.1	3.3	0.0
	Total(%)			7.6	2.4	10.0

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	5.9	3.3	1.8	1	0.464	0.229	0.099
ナトリウム濃度(g/L)	1.32	0.74	0.40	0.22	0.10	0.05	0.02
(%)	100	55.9	30.5	16.9	7.9	3.9	1.7

表4. 2. 23 ナトリウム濃度依存性検討試験(RUN4: 0.5g/L)

【分析結果】

Na:0.5 g/L、アルコール:30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液	
					電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
容量(mL)		10	9.6	10.3	10	20.3
Na	伝導度 (mS/cm)	2.8	0.034			
	→Na濃度 (g/l)	0.626	0.008			
	Na残存率 (%)		1.2			
	Na除去率 (%)		98.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	26.7	23.9	1.9	0.5	1.3
	IPA (vol%)	4.6	4.1	0.3	0.1	0.2
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.5	28.2	2.3	0.6	1.5
アルコール残存率	EtOH (%)		86.0			
	IPA (%)		85.3			
	MEK (%)		0.0			
	Total (%)		86.0			
アルコール透過率	EtOH (%)			7.5	2.0	9.5
	IPA (%)			7.1	1.6	8.7
	MEK (%)			8.9	3.3	0.0
	Total (%)			7.4	2.0	9.4

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	2.8	1.5	0.738	0.346	0.163	0.065	0.034
ナトリウム濃度 (g/L)	0.62	0.33	0.16	0.08	0.04	0.01	0.01
濃度 (%)	100	53.6	26.4	12.4	5.8	2.3	1.2

表4. 2. 24 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN1)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10	9.0	10.7	23.0	33.7
Na	伝導度 (mS/cm)	63	3.1			
	→Na濃度 (g/l)	14.074	0.693			
	Na残存率 (%)		4.9			
	Na除去率 (%)		95.1			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	28.4	28.2	1.1	0.1	0.4
	IPA (vol%)	4.4	4.4	0.1	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	32.8	1.2	0.1	0.5
アルコール残存率	EtOH (%)		89.3			
	IPA (%)		91.0			
	MEK (%)		91.4			
	Total (%)		89.6			
アルコール透過率	EtOH (%)			4.1	0.8	4.9
	IPA (%)			0.0	0.0	0.0
	MEK (%)			4.1	3.5	7.6
	Total (%)			4.0	0.6	4.6

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	63.0	43.0	25.0	14.0	8.0	4.7	3.1
ナトリウム濃度(g/L)	14.0	9.6	5.6	3.1	1.8	1.0	0.7
濃度(%)	100.0	68.3	39.7	22.2	12.7	7.5	4.9

表4. 2. 25 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN2)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25 ± 0.1°C		10.0	8.4	10.4	23.0	33.4
処理時間: 30 min		64	2.5			
Na	伝導度 (mS/cm)	14.298	0.559			
	→Na濃度 (g/l)		3.9			
	Na残存率 (%)					
	Na除去率 (%)		96.1			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール 残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール 透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	43.0	26.0	14.0	6.8	3.7	2.5
ナトリウム 濃度 (g/L)	14.3	9.6	5.8	3.1	1.5	0.8	0.6
濃度 (%)	100.0	67.2	40.6	21.9	10.6	5.8	3.9

表4. 2. 26 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN3)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10.0	10.2	12.1	23.0	35.1
	伝導度 (mS/cm)	63	2.2			
	→Na濃度 (g/l)	14.074	0.491			
	Na残存率 (%)		3.5			
アルコール 濃度	Na除去率 (%)		96.5			
	EtOH (vol%)	28.4	24.6	0.9	0.1	0.4
	IPA (vol%)	4.4	3.8	0.1	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	28.6	1.0	0.1	0.4
アルコール 残存率	EtOH (%)		88.2			
	IPA (%)		89.5			
	MEK (%)		89.3			
	Total (%)		88.4			
アルコール 透過率	EtOH (%)			3.8	1.0	4.8
	IPA (%)			0.0	0.1	0.1
	MEK (%)			4.4	3.8	8.2
	Total (%)			3.7	0.8	4.5

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	63.0					2.2	
ナトリウム 濃度 (g/L)	14.0					0.5	
濃度 (%)	100.0					3.5	

表4. 2. 27 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN4)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.2	11.5	23.0	34.5
Na	伝導度 (mS/cm)	64	3.5			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.782			
	Na残存率 (%)		5.5			
	Na除去率 (%)		94.5			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール 残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール 透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	43.0	24.0	13.0	6.9	4.4	3.5
ナトリウム 濃度 (g/L)	14.3	9.6	5.4	2.9	1.5	1.0	0.8
濃度 (%)	100.0	67.2	37.5	20.3	10.8	6.9	5.5

表4. 2. 28 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN5)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
Na	容量 (mL)	10.0	9.6	11.8	23.0	34.8
	伝導度 (mS/cm)	64	2.8			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.626			
	Na残存率 (%)		4.4			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		95.6			
	EtOH (vol%)	28.4	26.2	1.7	0.1	0.7
	IPA (vol%)	4.4	4.1	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
アルコール残存率	Total (vol%)	33.0	30.4	2.0	0.1	0.8
	EtOH (%)		88.5			
	IPA (%)		89.9			
	MEK (%)		88.8			
アルコール透過率	Total (%)		88.7			
	EtOH (%)			7.2	1.0	8.2
	IPA (%)			0.0	0.1	0.1
	MEK (%)			7.0	3.8	10.8
	Total (%)			7.2	0.8	8.0

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度 (mS/cm)	64.0	45.0	26.0	14.0	7.0	3.9	2.8
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3	10.0	5.8	3.1	1.6	0.9	0.6
濃度 (%)	100.0	70.3	40.6	21.9	10.9	6.1	4.4

表4. 2. 29 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN6)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.6	10.3	23.5	33.8
Na	伝導度 (mS/cm)	64	2.7			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.603			
	Na残存率 (%)		4.2			
	Na除去率 (%)		95.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	28.4	26.4	2.2	0.1	0.8
	IPA (vol%)	4.4	4.1	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	30.7	2.6	0.1	0.9
アルコール残存率	EtOH (%)		79.9			
	IPA (%)		81.5			
	MEK (%)		78.1			
	Total (%)		80.1			
アルコール透過率	EtOH (%)			8.1	1.3	9.4
	IPA (%)			0.0	0.2	0.2
	MEK (%)			7.4	3.9	11.3
	Total (%)			8.0	0.9	8.9

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	38.0	20.0	12.0	5.9	3.4	2.7
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3	8.5	4.5	2.7	1.3	0.8	0.6
(%)	100.0	59.4	31.3	18.8	9.2	5.3	4.2

表4. 2. 30 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN7)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.7	10.7	22.5	33.2
Na	伝導度 (mS/cm)	64	1.5			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.335			
	Na残存率 (%)		2.3			
	Na除去率 (%)		97.7			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0						1.5
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3						0.3
濃度 (%)	100.0						2.3

表4. 2. 31 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN8)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.6	10.6	20.0	30.6
Na	容量(mL)	65	2.7			
	伝導度 (mS/cm)	14.521	0.603			
	→Na濃度 (g/l)		4.2			
	Na残存率 (%)		95.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	28.4	28.2	1.9	0.1	0.8
	IPA (vol%)	4.4	4.4	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	32.8	2.2	0.2	0.9
アルコール残存率	EtOH (%)		85.3			
	IPA (%)		87.3			
	MEK (%)		84.5			
	Total (%)		85.6			
アルコール透過率	EtOH (%)			7.0	1.2	8.3
	IPA (%)			0.0	0.3	0.3
	MEK (%)			6.8	3.4	10.2
	Total (%)			6.9	1.0	7.9

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0					2.7	
ナトリウム濃度 (g/L)	14.5					0.6	
濃度 (%)	100.0					4.2	

表4. 2. 32 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN9)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
容量 (mL)	10.0	8.2		11.5	23.0	34.5
Na	伝導度 (mS/cm) →Na濃度 (g/l) Na残存率 (%) Na除去率 (%)	64 14.298 4.5 95.5	2.9 0.648			
アルコール濃度	EtOH (vol%) IPA (vol%) MEK (vol%) Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%) IPA (%) MEK (%) Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%) IPA (%) MEK (%) Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度 (mS/cm)	64.0		25.0	13.0		3.5	2.9
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3		5.6	2.9		0.8	0.6
ナトリウム濃度 (%)	100.0		39.1	20.3		5.5	4.5

表4. 2. 33 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN10)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)	10.0	8.5		11	20.0	31
Na	伝導度 (mS/cm)	64	1.9			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.424			
	Na残存率 (%)		3.0			
	Na除去率 (%)		97.0			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)	28.4	27.3	1.8	0.1	0.7
	IPA (vol%)	4.4	4.3	0.2	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	31.8	2.1	0.1	0.8
アルコール 残存率	EtOH (%)		81.8			
	IPA (%)		82.8			
	MEK (%)		80.6			
	Total (%)		81.9			
アルコール 透過率	EtOH (%)			7.0	1.1	8.1
	IPA (%)			0.0	0.2	0.2
	MEK (%)			6.7	3.5	10.2
	Total (%)			6.9	0.8	7.7

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	63.0	39.0	21.0	10.0	5.2	2.8	1.9
ナトリウム 濃度 (g/L)	14.0	8.7	4.7	2.2	1.2	0.6	0.4
濃度 (%)	100.0	61.9	33.3	15.9	8.3	4.4	3.0

表4. 2. 34 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN11)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10.0	9.5	10.6	18.0	28.6
	伝導度 (mS/cm)	64	2.7			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.603			
	Na残存率 (%)		4.2			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		95.8			
	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
アルコール残存率	Total (vol%)					
	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
アルコール透過率	Total (%)					
	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	41.0	21.0	10.0	5.1	3.1	2.7
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3	9.1	4.7	2.2	1.1	0.7	0.6
濃度 (%)	100.0	64.1	32.8	15.6	8.0	4.8	4.2

表4. 2. 35 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN12)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	9.2	11	20.0	31
Na	伝導度 (mS/cm)	64	2.2			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.491			
	Na残存率 (%)		3.4			
	Na除去率 (%)		96.6			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	28.4	26.8	1.7	0.2	0.7
	IPA (vol%)	4.4	4.2	0.2	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	31.1	1.9	0.2	0.8
アルコール残存率	EtOH (%)		86.7			
	IPA (%)		88.1			
	MEK (%)		85.3			
	Total (%)		86.9			
アルコール透過率	EtOH (%)			6.5	1.5	8.0
	IPA (%)			0.0	0.5	0.5
	MEK (%)			6.3	4.0	10.3
	Total (%)			6.4	1.2	7.6

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	40.0	21.0	10.0	5.0	2.9	2.2
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3	8.9	4.7	2.2	1.1	0.6	0.5
濃度 (%)	100.0	62.5	32.8	15.6	7.8	4.5	3.4

表4. 2. 36 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN13)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.8	11	21.0	32
Na	伝導度 (mS/cm)	64	2.5			
	→Na濃度 (g/l)	14.298	0.559			
	Na残存率 (%)		3.9			
	Na除去率 (%)		96.1			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	64.0	41.0	22.0	11.0	4.8	2.9	2.5
ナトリウム濃度 (g/L)	14.3	9.1	4.9	2.5	1.1	0.6	0.6
濃度 (%)	100.0	64.1	34.4	17.2	7.5	4.5	3.9

表4. 2. 37 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN14)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	9.0	11.6	20.5	32.1
Na	伝導度 (mS/cm)	65	2.1			
	→Na濃度 (g/l)	14.521	0.469			
	Na残存率 (%)		3.2			
	Na除去率 (%)		96.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	28.4	27.3	2.6	0.2	1.1
	IPA (vol%)	4.4	4.3	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	33.0	31.8	3.0	0.2	1.2
アルコール残存率	EtOH (%)		86.5			
	IPA (%)		88.3			
	MEK (%)		86.7			
	Total (%)		86.8			
アルコール透過率	EtOH (%)			10.7	1.5	12.3
	IPA (%)			0.0	0.5	0.5
	MEK (%)			10.3	3.9	14.3
	Total (%)			10.6	1.2	11.9

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	45.0	26.0	13.0	6.6	3.1	2.1
ナトリウム濃度 (g/L)	14.5	10.0	5.8	2.9	1.5	0.7	0.5
濃度 (%)	100.0	69.2	40.0	20.0	10.2	4.8	3.2

表4. 2. 38 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN15)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.8	11.5	25.0	36.5
処理時間: 30 min						
容量 (mL)		10.0	8.8	11.5	25.0	36.5
Na	伝導度 (mS/cm)	58	2.5			
	→Na濃度 (g/l)	12.957	0.559			
	Na残存率 (%)		4.3			
	Na除去率 (%)		95.7			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	27.6	26.3	2.3	0.2	0.8
	IPA (vol%)	4.3	4.2	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	32.1	30.6	2.6	0.2	0.9
アルコール残存率	EtOH (%)		83.7			
	IPA (%)		85.2			
	MEK (%)		82.7			
	Total (%)		83.9			
アルコール透過率	EtOH (%)			9.6	1.6	11.2
	IPA (%)			0.0	0.3	0.3
	MEK (%)			9.2	4.8	14.0
	Total (%)			9.5	1.2	10.7

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	58.0	38.0	21.0	11.0	5.6	3.3	2.5
ナトリウム濃度 (g/L)	12.9	8.5	4.7	2.5	1.2	0.7	0.6
(%)	100.0	65.5	36.2	19.0	9.7	5.7	4.3

表4. 2. 39 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN16)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	9.0	11	21.0	32
処理時間: 30 min	容量(mL)	59	2.2			
	伝導度 (mS/cm)	13.181	0.491			
	→Na濃度 (g/l)		3.7			
	Na残存率 (%)		96.3			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	40.0	21.0	8.8	4.3	2.7	2.2
ナトリウム濃度 (g/L)	13.2	8.9	4.7	2.0	1.0	0.6	0.5
濃度 (%)	100.0	67.8	35.6	14.9	7.3	4.6	3.7

表4. 2. 40 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN17)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.8	11.5	22.5	34
処理時間: 30 min		60	2			
Na	伝導度 (mS/cm)	13.404	0.447			
	→Na濃度 (g/l)					
	Na残存率 (%)		3.3			
	Na除去率 (%)		96.7			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	27.6	26.0	2.7	0.2	1.0
	IPA (vol%)	4.3	4.1	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	32.1	30.2	3.1	0.2	1.2
アルコール残存率	EtOH (%)		82.7			
	IPA (%)		84.1			
	MEK (%)		82.0			
	Total (%)		82.9			
アルコール透過率	EtOH (%)			11.2	1.8	13.0
	IPA (%)			0.0	0.6	0.6
	MEK (%)			11.4	4.9	16.3
	Total (%)			11.1	1.4	12.5

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	60.0	41.0	21.0	10.0	4.9	2.8	2.0
ナトリウム濃度 (g/L)	13.4	9.1	4.7	2.2	1.1	0.6	0.4
濃度 (%)	100.0	68.3	35.0	16.7	8.2	4.7	3.3

表4. 2. 41 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN18)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.7	11.8	23.0	34.8
Na	伝導度 (mS/cm)	59	3			
	→Na濃度 (g/l)	13.181	0.670			
	Na残存率 (%)		5.1			
	Na除去率 (%)		94.9			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	39.0	22.0	12.0	6.6	3.8	3.0
ナトリウム濃度(g/L)	13.2	8.7	4.9	2.7	1.5	0.8	0.7
濃度(%)	100.0	66.1	37.3	20.3	11.2	6.4	5.1

表4.2.42 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN19)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	9.0	11.6	22.5	34.1
Na	容量(mL)	60	1.4			
	伝導度 (mS/cm)	13.404	0.313			
	→Na濃度 (g/l)		2.3			
	Na残存率 (%)		97.7			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)	27.6	24.3	2.9	0.2	1.1
	IPA (vol%)	4.3	3.8	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	32.1	28.2	3.3	0.2	1.3
アルコール 残存率	EtOH (%)		79.0			
	IPA (%)		79.7			
	MEK (%)		76.3			
	Total (%)		79.1			
アルコール 透過率	EtOH (%)			12.0	1.9	14.0
	IPA (%)			0.0	0.6	0.6
	MEK (%)			11.4	4.5	15.9
	Total (%)			11.9	1.4	13.4

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	60.0	40.0	22.0	11.0	4.9	2.4	1.4
ナトリウム 濃度 (g/L)	13.4	8.9	4.9	2.5	1.1	0.5	0.3
濃度 (%)	100.0	66.7	36.7	18.3	8.2	4.0	2.3

表4. 2. 43 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN20)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.8	11.6	21.8	33.4
Na	伝導度 (mS/cm)	58	2.2			
	→Na濃度 (g/l)	12.957	0.491			
	Na残存率 (%)		3.8			
	Na除去率 (%)		96.2			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	29.6	26.3	2.4	0.2	0.9
	IPA (vol%)	4.6	4.2	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	34.3	30.6	2.7	0.2	1.1
アルコール残存率	EtOH (%)		78.0			
	IPA (%)		80.4			
	MEK (%)		82.9			
	Total (%)		78.3			
アルコール透過率	EtOH (%)			9.3	1.7	10.9
	IPA (%)			0.0	0.5	0.5
	MEK (%)			9.5	4.5	14.0
	Total (%)			9.2	1.2	10.4

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	58.0	38.0	21.0	12.0	6.8	3.6	2.2
ナトリウム濃度 (g/L)	12.9	8.5	4.7	2.7	1.5	0.8	0.5
(%)	100.0	65.5	36.2	20.7	11.7	6.2	3.8

表4. 2. 44 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN21)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.8	10.8	21.0	31.8
処理時間: 30 min	容量(mL)	59	3.3			
	伝導度 (mS/cm)	13.181	0.737			
	→Na濃度 (g/l)		5.6			
	Na残存率 (%)		94.4			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	36.0	20.0	11.0	6.3	4.0	3.3
ナトリウム濃度(g/L)	13.2	8.0	4.5	2.5	1.4	0.9	0.7
濃度(%)	100.0	61.0	33.9	18.6	10.7	6.8	5.6

表4. 2. 45 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN22)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)	10.0	8.8	11.2	21.0	32.2	
Na	伝導度 (mS/cm)	59	3.2			
	→Na濃度 (g/l)	13.181	0.715			
	Na残存率 (%)		5.4			
	Na除去率 (%)		94.6			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)	29.6	25.4	2.9	0.2	1.1
	IPA (vol%)	4.6	4.0	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	34.3	29.6	3.3	0.2	1.3
アルコール 残存率	EtOH (%)		75.5			
	IPA (%)		77.7			
	MEK (%)		80.4			
	Total (%)		75.8			
アルコール 透過率	EtOH (%)			10.9	1.5	12.4
	IPA (%)			0.0	0.4	0.4
	MEK (%)			11.3	4.2	15.5
	Total (%)			10.9	1.1	11.9

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10'	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	40.0	22.0	12.0	7.1	5.2	3.2
ナトリウム 濃度 (g/L)	13.2	8.9	4.9	2.7	1.6	1.2	0.7
濃度 (%)	100.0	67.8	37.3	20.3	12.0	8.8	5.4

表4. 2. 46 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN23)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量(mL)	10.0	8.8	12.3	20.5	32.8
	伝導度 (mS/cm)	59	1.9			
	→Na濃度 (g/l)	13.181	0.424			
	Na残存率 (%)		3.2			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		96.8			
	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
アルコール残存率	Total (vol%)					
	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
アルコール透過率	Total (%)					
	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	41.0					1.9
ナトリウム濃度 (g/L)	13.2	9.1					0.4
濃度 (%)	100.0	69.5					3.2

表4. 2. 47 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN24)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.6	11.4	19.0	30.4
Na	伝導度 (mS/cm)	59	2.5			
	→Na濃度 (g/l)	13.181	0.559			
	Na残存率 (%)		4.2			
	Na除去率 (%)		95.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	29.6	26.1	3.0	0.2	1.2
	IPA (vol%)	4.6	4.2	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	34.3	30.4	3.4	0.2	1.4
アルコール残存率	EtOH (%)		75.8			
	IPA (%)		78.2			
	MEK (%)		83.0			
	Total (%)		76.2			
アルコール透過率	EtOH (%)			11.4	1.6	13.1
	IPA (%)			0.0	0.5	0.5
	MEK (%)			12.1	3.9	16.0
	Total (%)			11.4	1.2	12.5

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	59.0	38.0	20.0	10.0	4.8	3.1	2.5
ナトリウム濃度 (g/L)	13.2	8.5	4.5	2.2	1.1	0.7	0.6
濃度 (%)	100.0	64.4	33.9	16.9	8.1	5.3	4.2

表4. 2. 48 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN25)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C						
処理時間: 30 min						
Na	容量 (mL)	10.0	8.7	11.4	19.0	30.4
	伝導度 (mS/cm)	65	5.1			
	→Na濃度 (g/l)	14.521	1.139			
	Na残存率 (%)		7.8			
アルコール濃度	Na除去率 (%)		92.2			
	EtOH (vol%)	27.3	27.0	2.4	0.2	1.0
	IPA (vol%)	4.2	4.2	0.3	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.6	31.4	2.7	0.2	1.1
アルコール残存率	EtOH (%)		86.1			
	IPA (%)		87.5			
	MEK (%)		87.2			
	Total (%)		86.3			
アルコール透過率	EtOH (%)			9.9	1.3	11.3
	IPA (%)			0.0	0.3	0.3
	MEK (%)			9.4	3.4	12.8
	Total (%)			9.8	1.0	10.9

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	39.0	20.0	10.0	4.5	2.7	5.1
ナトリウム濃度(g/L)	14.5	8.7	4.5	2.2	1.0	0.6	1.1

濃度 (%)	100.0	60.0	30.8	15.4	6.9	4.2	7.8
--------	-------	------	------	------	-----	-----	-----

表4. 2. 49 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN26)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol% 温度: 25±0.1°C 処理時間: 30 min		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
容量(mL)		10.0	8.8	11.4	21.0	32.4
Na	伝導度 (mS/cm)	65	3.2			
	→Na濃度 (g/l)	14.521	0.715			
	Na残存率 (%)		4.9			
	Na除去率 (%)		95.1			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	36.0	27.0	13.0	7.2	4.2	3.2
ナトリウム濃度(g/L)	14.5	8.0	6.0	2.9	1.6	0.9	0.7
濃度(%)	100.0	55.4	41.5	20.0	11.1	6.5	4.9

表4. 2. 50 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN27)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.4	11.7	18.0	29.7
Na	容量 (mL)	65	3.5			
	→Na濃度 (g/l)	14.521	0.782			
	Na残存率 (%)		5.4			
	Na除去率 (%)		94.6			
アルコール濃度	EtOH (vol%)	27.3	25.9	2.8	0.2	1.2
	IPA (vol%)	4.2	4.0	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.6	30.1	3.2	0.2	1.4
アルコール残存率	EtOH (%)		79.8			
	IPA (%)		81.2			
	MEK (%)		77.2			
	Total (%)		79.9			
アルコール透過率	EtOH (%)			12.1	1.6	13.7
	IPA (%)			0.0	0.3	0.3
	MEK (%)			11.3	3.3	14.6
	Total (%)			12.0	1.2	13.2

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	42.0	24.0	14.0	7.2	5.4	3.5
ナトリウム濃度 (g/L)	14.5	9.4	5.4	3.1	1.6	1.2	0.8
(%)	100.0	64.6	36.9	21.5	11.1	8.3	5.4

表4. 2. 51 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN28)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.7	11.5	21.0	32.5
Na	容量 (mL)	63	2.3			
	→Na濃度 (g/l)	14.074	0.514			
	Na残存率 (%)		3.7			
	Na除去率 (%)		96.3			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)	27.3	27.1	2.7	0.2	1.0
	IPA (vol%)	4.2	4.2	0.4	0.1	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.6	31.5	3.1	0.2	1.2
アルコール 残存率	EtOH (%)		86.4			
	IPA (%)		87.7			
	MEK (%)		83.3			
	Total (%)		86.6			
アルコール 透過率	EtOH (%)			11.2	1.5	12.7
	IPA (%)			0.0	3.6	3.6
	MEK (%)			10.4	3.8	14.3
	Total (%)			11.1	1.6	12.7

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	63.0	48.0	29.0	19.0	8.0	3.8	2.3
ナトリウム 濃度 (g/L)	14.0	10.7	6.5	4.2	1.8	0.8	0.5
濃度 (%)	100.0	76.2	46.0	30.2	12.7	6.0	3.7

表4. 2. 52 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN29)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.4	12.2	20.5	32.7
処理時間: 30 min	容量(mL)	65	3.4			
	伝導度 (mS/cm)	14.521	0.760			
	→Na濃度 (g/l)		5.2			
	Na残存率 (%)		94.8			
アルコール濃度	EtOH (vol%)					
	IPA (vol%)					
	MEK (vol%)					
	Total (vol%)					
アルコール残存率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					
アルコール透過率	EtOH (%)					
	IPA (%)					
	MEK (%)					
	Total (%)					

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	45.0	27.0	15.0	8.1	5.3	3.4
ナトリウム濃度 (g/L)	14.5	10.0	6.0	3.3	1.8	1.2	0.8
濃度 (%)	100.0	69.2	41.5	23.1	12.5	8.2	5.2

表4. 2. 53 ナトリウム分離膜耐久性確認試験(RUN30)

【分析結果】

Na: 15 g/L、アルコール: 30 vol%		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理後)	回収液	ナトリウム廃液 電極液	回収液+電極液
温度: 25±0.1°C		10.0	8.4	12.3	20.5	32.8
Na	容量(mL)	65	2.2			
	伝導度 (mS/cm)	14.521	0.491			
	→Na濃度 (g/l)		3.4			
	Na残存率 (%)		96.6			
アルコール 濃度	EtOH (vol%)	27.3	27.4	3.0	0.2	1.3
	IPA (vol%)	4.2	4.3	0.4	0.0	0.0
	MEK (vol%)	0.2	0.2	0.0	0.0	0.0
	Total (vol%)	31.6	31.9	3.5	0.2	1.4
アルコール 残存率	EtOH (%)		84.3			
	IPA (%)		86.1			
	MEK (%)		83.3			
	Total (%)		84.6			
アルコール 透過率	EtOH (%)			13.6	1.7	15.3
	IPA (%)			0.0	0.5	0.5
	MEK (%)			13.1	3.9	17.0
	Total (%)			13.5	1.3	14.8

【ナトリウム濃度の経時変化】

時間(分)	0	5	10	15	20	25	30
伝導度(mS/cm)	65.0	48.0	30.0	18.0	8.1	4.0	2.2
ナトリウム 濃度 (%)	14.5	10.7	6.7	4.0	1.8	0.9	0.5
	100.0	73.8	46.2	27.7	12.5	6.2	3.4

表4. 2. 54 排水基準を定める総理府令

水質汚濁防止法施行規則

別表（第9条の3関係）（追加＝平8総令38）

有害物質の種類	基準値
カドミウム及びその化合物	1リットルにつきカドミウム0.01ミリグラム
シアン化合物	検出されないこと。
有機焼成化合物（バラチオン、メチルバラチオン、メチルジメトソ及びEPNに限る。）	検出されないこと。
鉛及びその化合物	1リットルにつき鉛0.01ミリグラム
六価クロム化合物	1リットルにつき六価クロム0.05ミリグラム
砒素及びその化合物	1リットルにつき砒素0.01ミリグラム
水銀及びアルキル水銀その他の水銀化合物	1リットルにつき水銀0.0005ミリグラム
アルキル水銀化合物	検出されないこと。
PCB	検出されないこと。
トリクロロエチレン	1リットルにつき0.03ミリグラム
テトラクロロエチレン	1リットルにつき0.01ミリグラム
ジクロロメタン	1リットルにつき0.02ミリグラム
四塩化炭素	1リットルにつき0.002ミリグラム
1,2-ジクロロエタン	1リットルにつき0.004ミリグラム
1,1-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.02ミリグラム
シス-1,2-ジクロロエチレン	1リットルにつき0.04ミリグラム
1,1,1-トリクロロエタン	1リットルにつき1ミリグラム
1,1,2-トリクロロエタン	1リットルにつき0.006ミリグラム
1,3-ジクロロプロペン	1リットルにつき0.002ミリグラム
チウラム	1リットルにつき0.006ミリグラム
シマジン	1リットルにつき0.003ミリグラム
チオベンカルブ	1リットルにつき0.02ミリグラム
ベンゼン	1リットルにつき0.01ミリグラム
セレン及びその化合物	1リットルにつきセレン0.01ミリグラム
備考	
「検出されないこと。」とは、第9条の4の規定に基づき環境庁長官が定める方法により地下水の汚染状態を測定した場合において、その結果が当該測定方法の定量限界を下回ることをいう。	

表4. 2. 55 茨城県が定める排水基準

別表第3 (第28条第2項)

その1 水島瀬戸内海(鹿島郡鹿島町と同郡大野村の境界から同郡波崎町9572番地東南端に至る
陸岸の地先海域及びこれに流入することとなる公共用水域)における排水基準(48.11.1 全改)
(51.7.16一部改正)
(62.3.11一部改正)

区分		項目		pH	BOD	COD	SS	n-ヘキ 鉛油	フェノ ール	マ ン ガ ン	クロム	シアン	適用の日 又は期間	
工 場 又 は 事 業 場 所	鉄鋼業 に係 るも の	単 独 排水口	-	-	(25) (20)	(60) (50)	(3) (2)	(3) (2)	1	5	0.5	不検出	-	
		合 併 排水口	-	-	算式Aにより得られた値		不検出						-	
		非工水 排水口	5.8以上 8.6以下	-	(10) (5)	(10) (5)	(1) (-)	(1) (-)	0.1	1	0.5	不検出	-	
		工水 排水口	5.8以上 8.6以下	-	算式Bにより 得られた値		(1) (-)	(1) (-)	0.1	1	0.5	不検出	-	
工 場 又 は 事 業 場 所	油 化 工 場 に 係 るも の	油 化 工 場 に 係 るも の	-	-	(-) (-)	(-) (-)	(2) (1)	(2) (1)	-	-	-	-	-	
		水産食料品 製造業及び 魚粉飼料製 造業(フィッ ッシュリュ ブル製造業 を含む、以 下別表第3 において同 じ)に係る もの	3,000m ³ /日 未満	-	120 (90)	120 (90)	160 (90)	- (-)	- (-)	-	-	-	-	-
		水産食料品 製造業及び 魚粉飼料製 造業(フィッ ッシュリュ ブル製造業 を含む、以 下別表第3 において同 じ)に係る もの	3,000m ³ /日 以上	-	40 (30)	40 (30)	65 (50)	- (-)	10 (-)	-	-	-	-	-
		し尿 処理施設を 設置するも の	-	-	(20) (-)	(30) (-)	(70) (-)	(-) (-)	(-) (-)	-	-	-	-	-
工 場 又 は 事 業 場 所	下水道終末 処理施設を 設置するも の	下水道終末 処理施設を 設置するも の	5.8以上 8.6以下	-	-	-	-	10 (-)	1	1	1	-	-	-
		深芝処理場	5.8以上 8.6以下	-	50 (40)	50 (40)	3 (2)	3 (2)	-	-	-	-	-	-
		その他 の もの	排水 処理施設を 有する排 排水口	-	-	25 (20)	40 (30)	2 (1)	2 (1)	-	1	0.5	-	-
		その他 の もの	非工水 排水口	5.8以上 8.6以下	-	10 (5)	10 (5)	1 (-)	1 (-)	-	1	0.5	不検出	-
		その他 の もの	工水 排水口	5.8以上 8.6以下	-	算式Bにより 得られた値		1	1	-	1	0.5	不検出	-

備考

1. 「算式Aにより得られた値」とは、次式により求められた値をいう。

S : 台併排水口に適用される排水基準

a : 冷却水等の取水口の水質(1Lにつきmg)

b : 単独排水口に適用される排水基準

Q : 台併排水口から排出されることとなる1日の平均的な冷却水等の量(m³)q : 合併排水口から排出されることとなる1日の平均的な汚水又は廃液の量(m³)

2. 「算式Bにより得られた値」とは、次式により求められた値をいう。

S' : 工水排水口に適用される排水基準

a' : CODについての排水基準を算出する場合には1Lにつき10mg, SSについて

の排水基準を算出する場合には1Lにつき20mg

b' : 非工水排水口に適用される排水基準

Q' : 工水排水口から排出されることとなる1日の平均的な工業用水の量(m³)

q' : 工水排水口から排出されることとなる1日の平均的な冷却水等の量からQ'を

減じた量(m³)

表4. 2. 56 電気透析予備試験(RUN 1)

【条件】

使用装置：卓上電気透析装置S3

二次処理廃液組成

ナトリウム濃度=1.3 g/L

アルコール濃度=12.7 vol%

アルコール組成 エタノール:IPA=0.85:0.15
(MEKは含まない)

処理時間 : 30 min

処理温度 : 不明

【分析結果】

Na: 1.3g/L、アルコール: 12.7 vol% 温度:不明		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 30分後)	回収液 30分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 30分後
Na	容量(mL)	450	455	195		195
	伝導度 (mS/cm)	8.7	0.1			
	→Na濃度 (g/l)	1.944	0.022			
	Na残存率 (%)		1.1			
アルコール 濃度	Na除去率 (%)		98.9			
	EtOH (vol%)	10.7	10.0	0.3		0.3
	IPA (vol%)	1.6	1.6	0.0		0.0
	MEK (vol%)	0.0	0.0	0.0		0.0
アルコール 残存率	Total (vol%)	12.3	11.6	0.3		0.3
	EtOH (%)		94.5			
	IPA (%)		101.1			
	MEK (%)		0.0			
アルコール 透過率	Total (%)		95.4			
	EtOH (%)			1.1		1.1
	IPA (%)			0.6		0.6
	MEK (%)			0.0		0.0
	Total (%)			1.0		1.0

表4. 2. 57 電気透析予備試験(RUN 2)

【条件】

使用装置：卓上電気透析装置S3

二次処理廃液組成

ナトリウム濃度=1.9 g/L

アルコール濃度=19 vol%

アルコール組成 エタノール:IPA=0.85:0.15
(MEKは含まない)

処理時間 : 45 min

処理温度 : 不明

【分析結果】

Na: 1.9g/L、アルコール: 19 vol% 温度:不明		二次処理廃液 (電気透析処理前)	三次処理廃液 (電気透析処理 45分後)	回収液 45分後	ナトリウム廃液 電極液 30分後	回収液+電極液 45分後
Na	容量(mL)	500	520	180		180
	伝導度 (mS/cm)	11.8	0.2			
	→Na濃度 (g/l)	2.636	0.045			
	Na残存率 (%)		1.7			
アルコール 濃度	Na除去率 (%)		98.3			
	EtOH (vol%)	16.0	15.0	0.9		0.9
	IPA (vol%)	2.4	2.2	0.1		0.1
	MEK (vol%)	0.0	0.0	0.0		0.0
	Total (vol%)	18.4	17.2	1.0		1.0
アルコール 残存率	EtOH (%)		97.5			
	IPA (%)		95.3			
	MEK (%)		0.0			
	Total (%)		97.2			
アルコール 透過率	EtOH (%)			1.9		1.9
	IPA (%)			1.4		1.4
	MEK (%)			0.0		0.0
	Total (%)			1.9		1.9

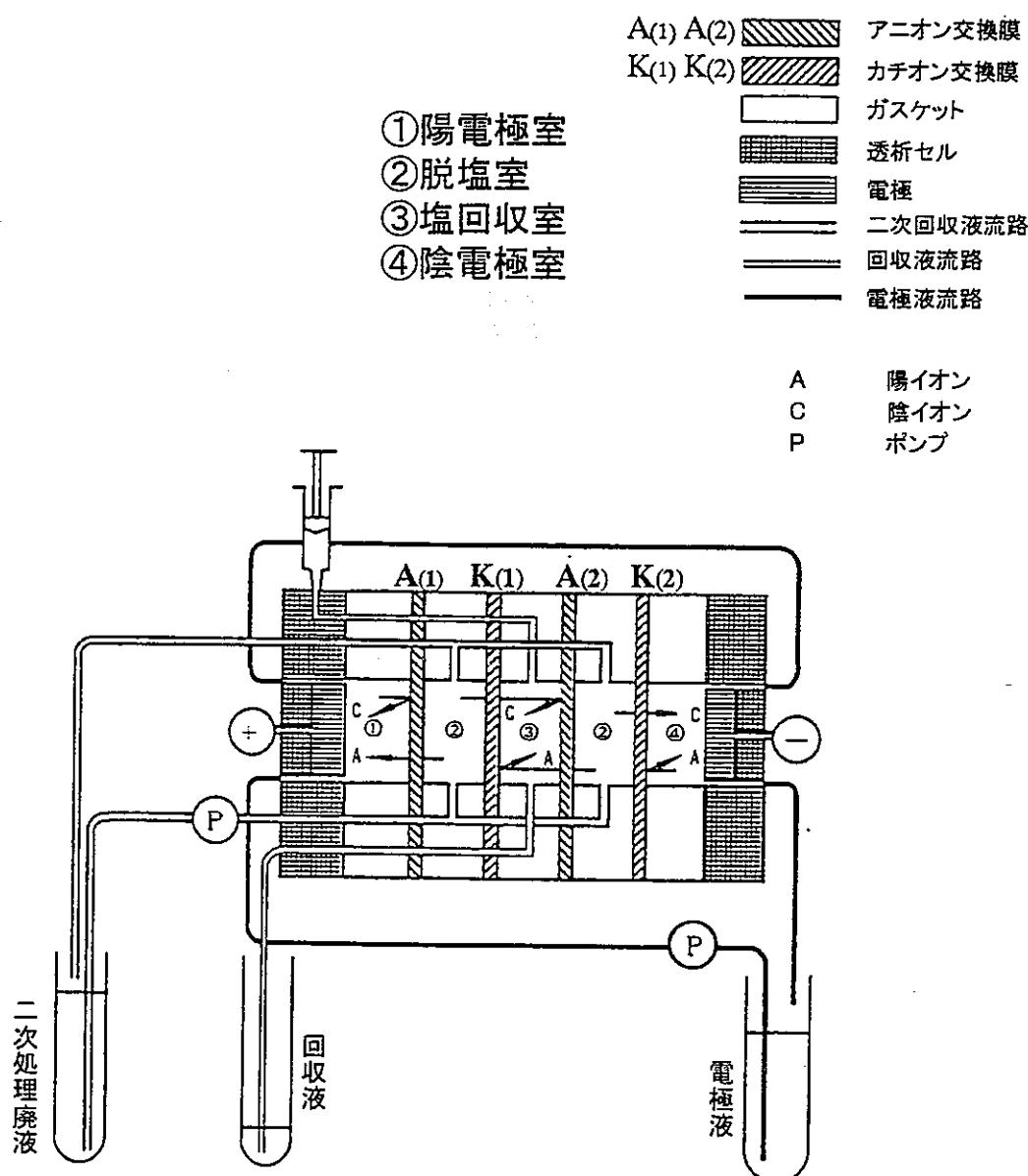


図4. 2. 25 電気透析装置の内部構造

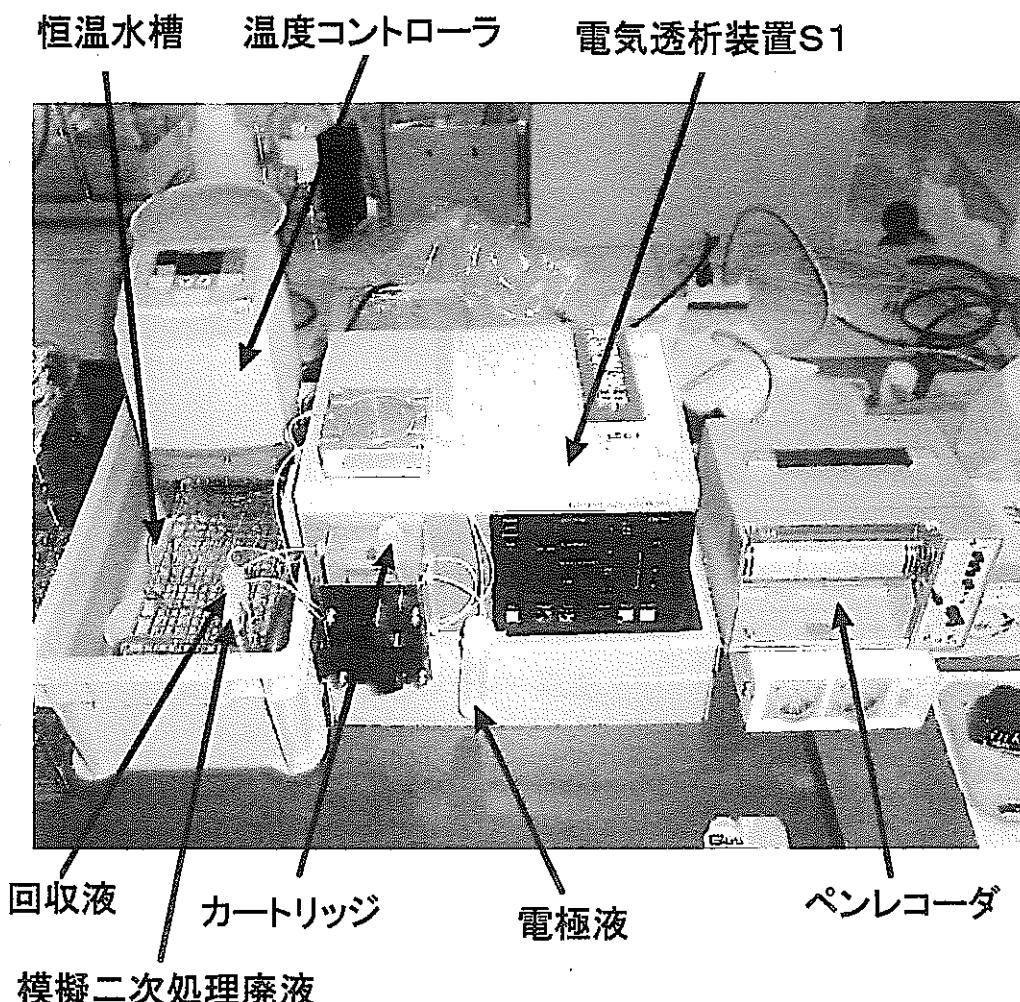


図4.2.26 電気透析装置S1を用いた試験装置

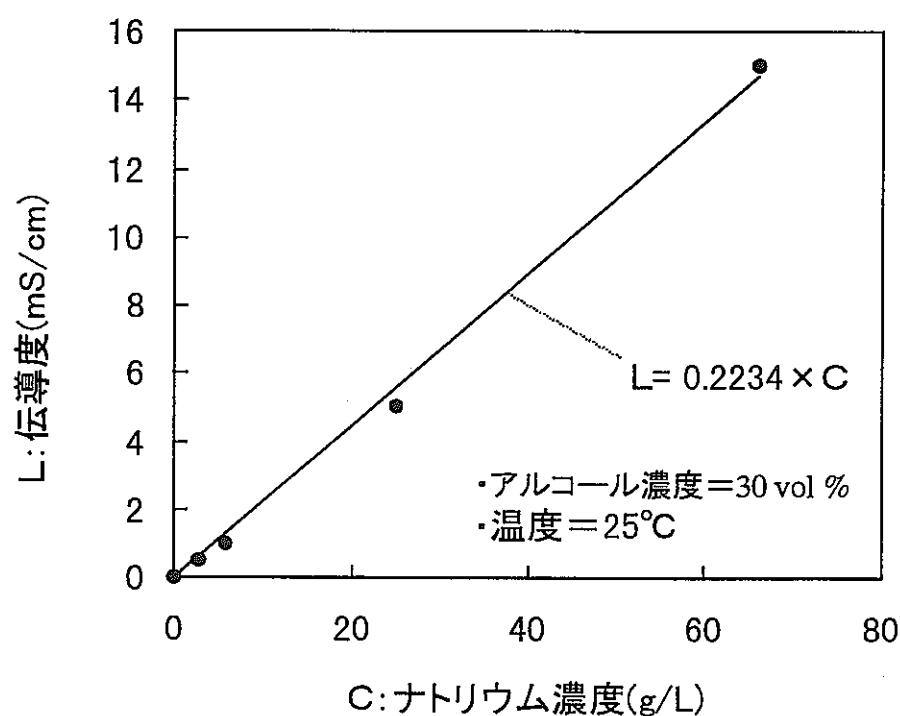


図4. 2. 27 ナトリウム濃度換算係数の算出

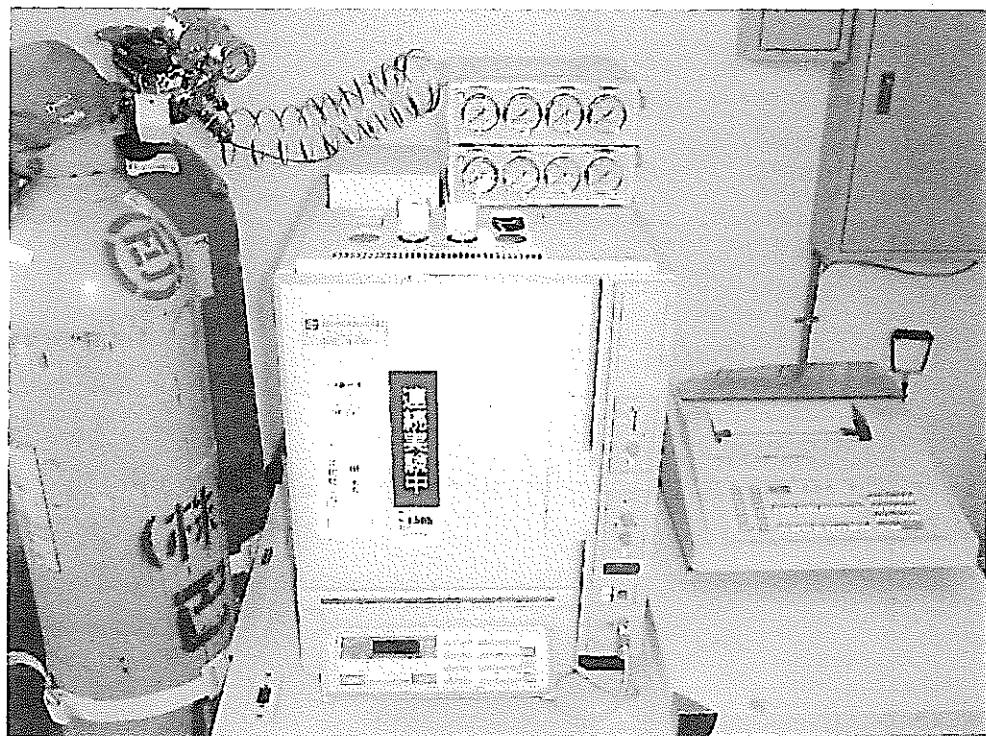
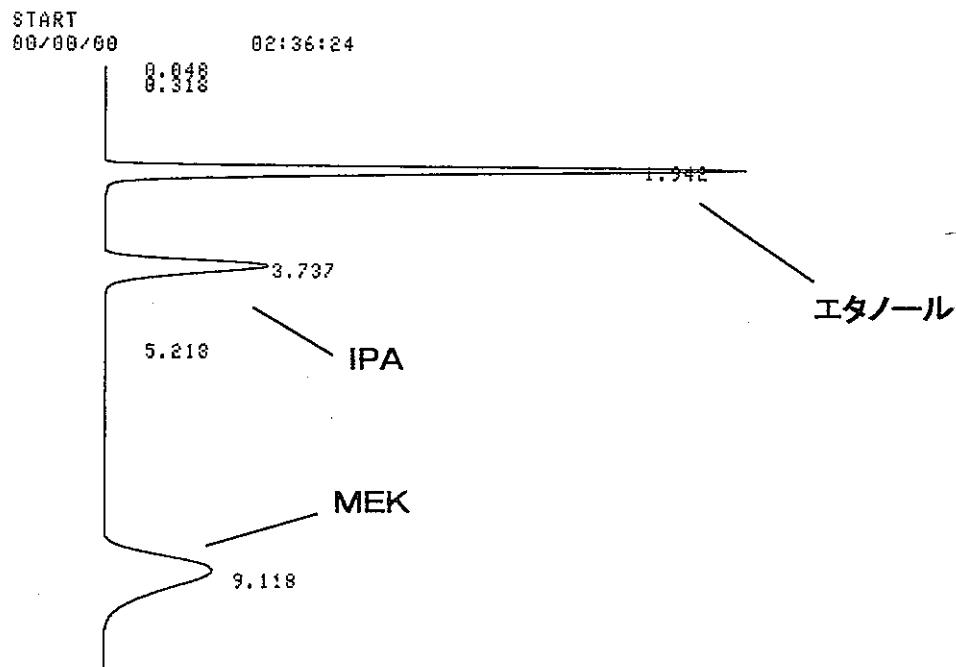


図4.2.28 アルコール分析用ガスクロマトグラフ

PKNO	TIME	AREA	MK	IDNO	CONC	NAME
1	0.048	34				
2	0.318	187				
3	1.942	1081465		1	1.3242	ETOH
4	3.737	518215	SV	2	0.7016	IPA
5	5.218	203	T			
6	9.118	831558		3	0.9016	MEK



CHROMATOPAC C-R6A
SAMPLE NO 0 FILE 0
REPORT NO 228 METHOD 44
SAMPLE WT 100

図4. 2. 29 模擬二次処理廃液のクロマトグラム
(図中の数字はリテンションタイム(min))

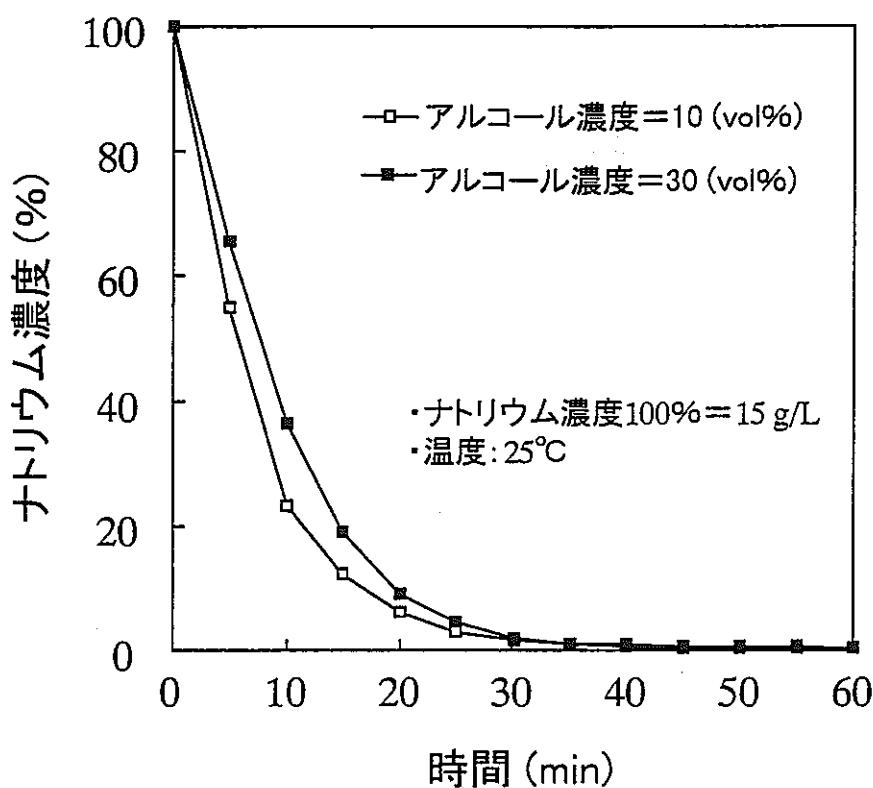


図4. 2. 30 ナトリウム濃度の経時変化
(アルコール濃度の影響)

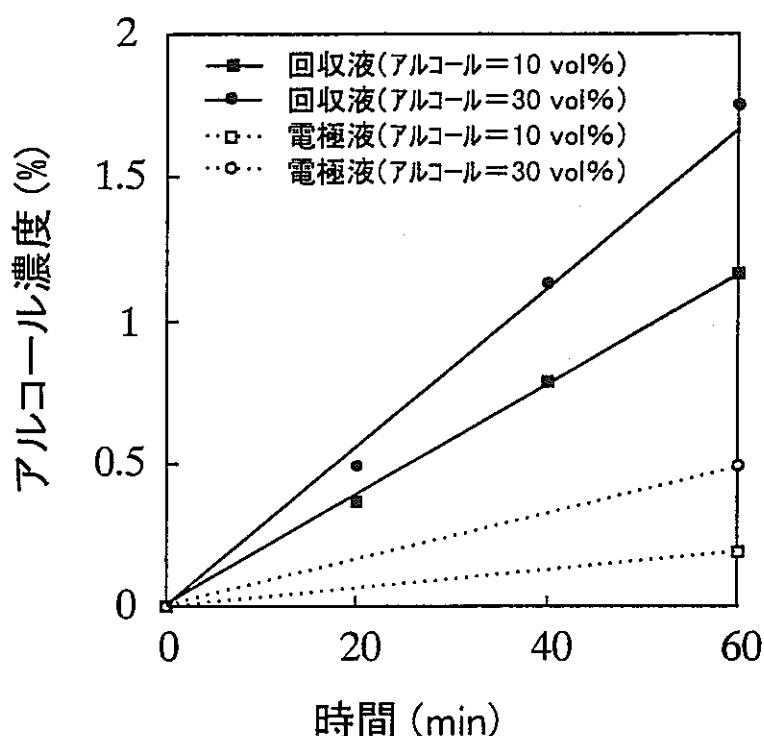


図4. 2. 31 ナトリウム廃液へのアルコール透過

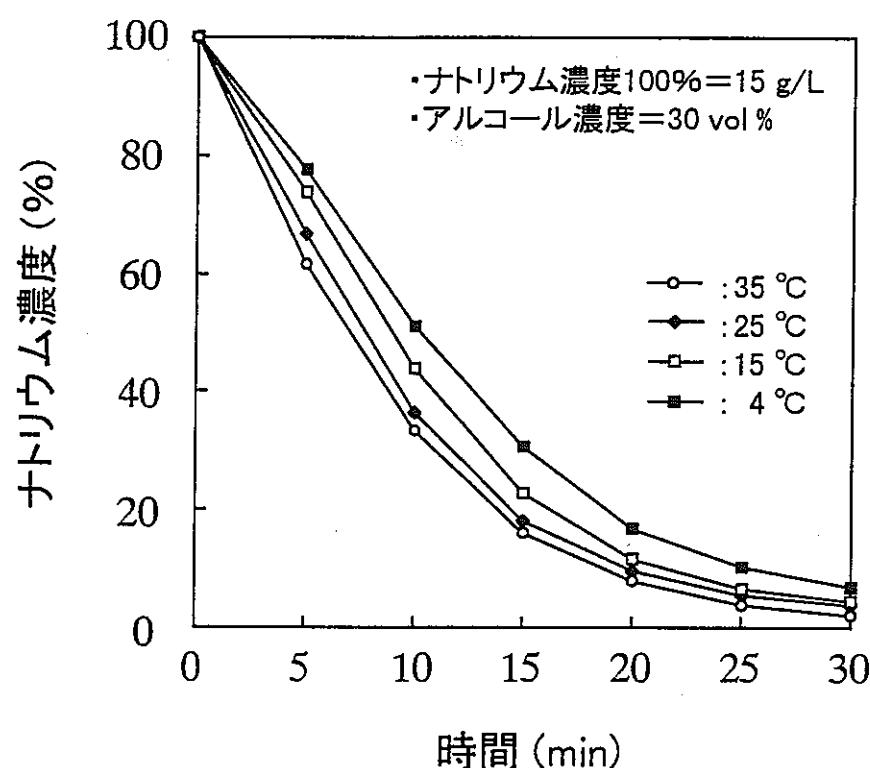


図4.2.32 ナトリウム濃度の経時変化
(温度の影響)

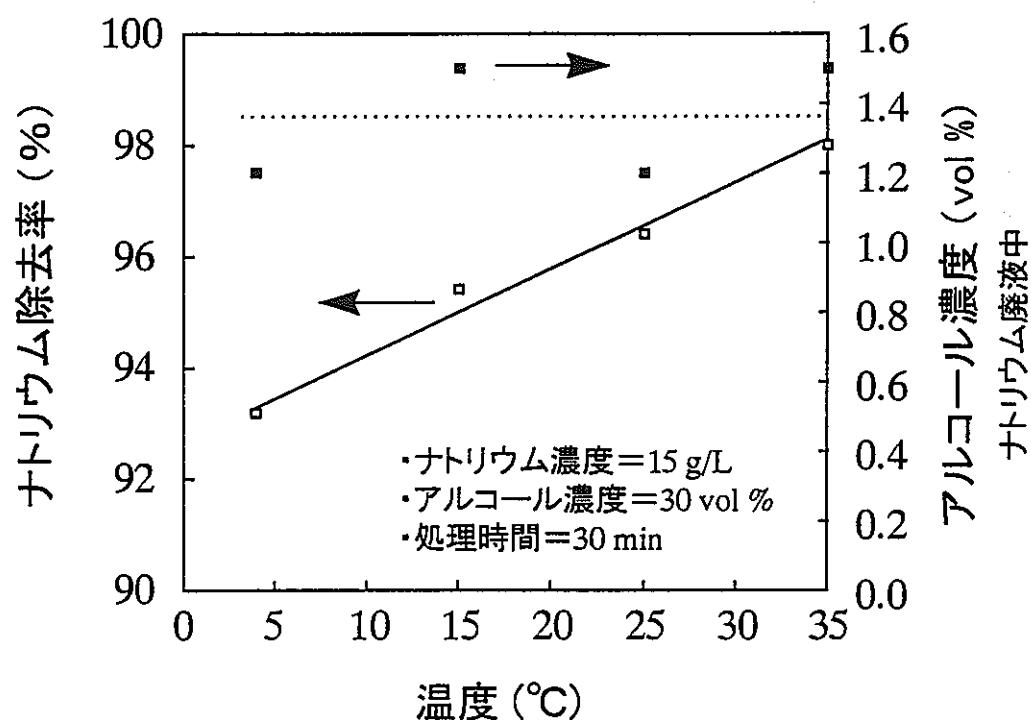


図4. 2. 33 電気透析の温度依存性

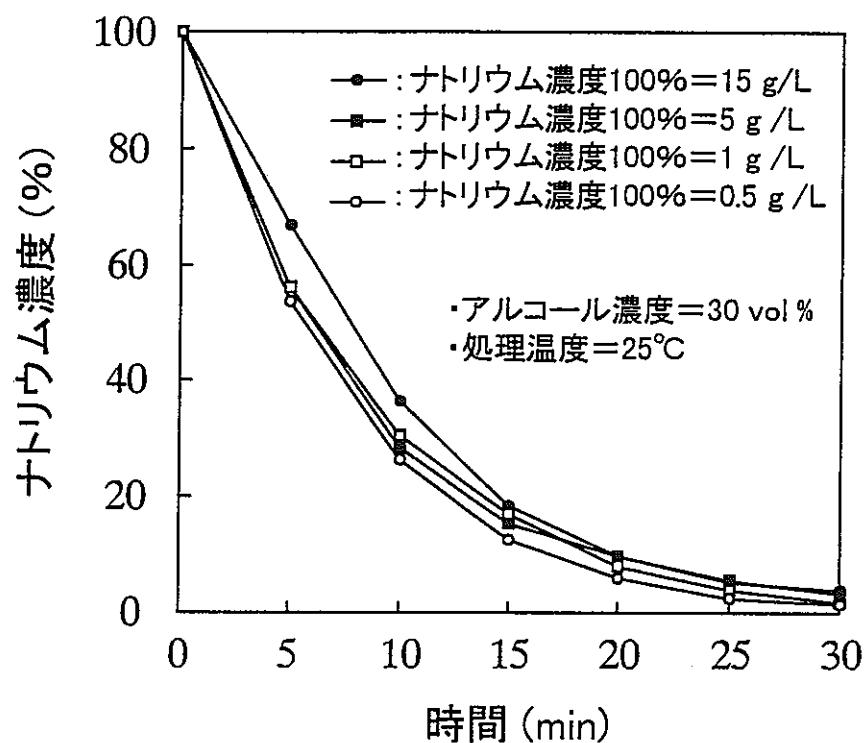


図4. 2. 34 ナトリウム濃度の経時変化
 (初期ナトリウム濃度の影響)

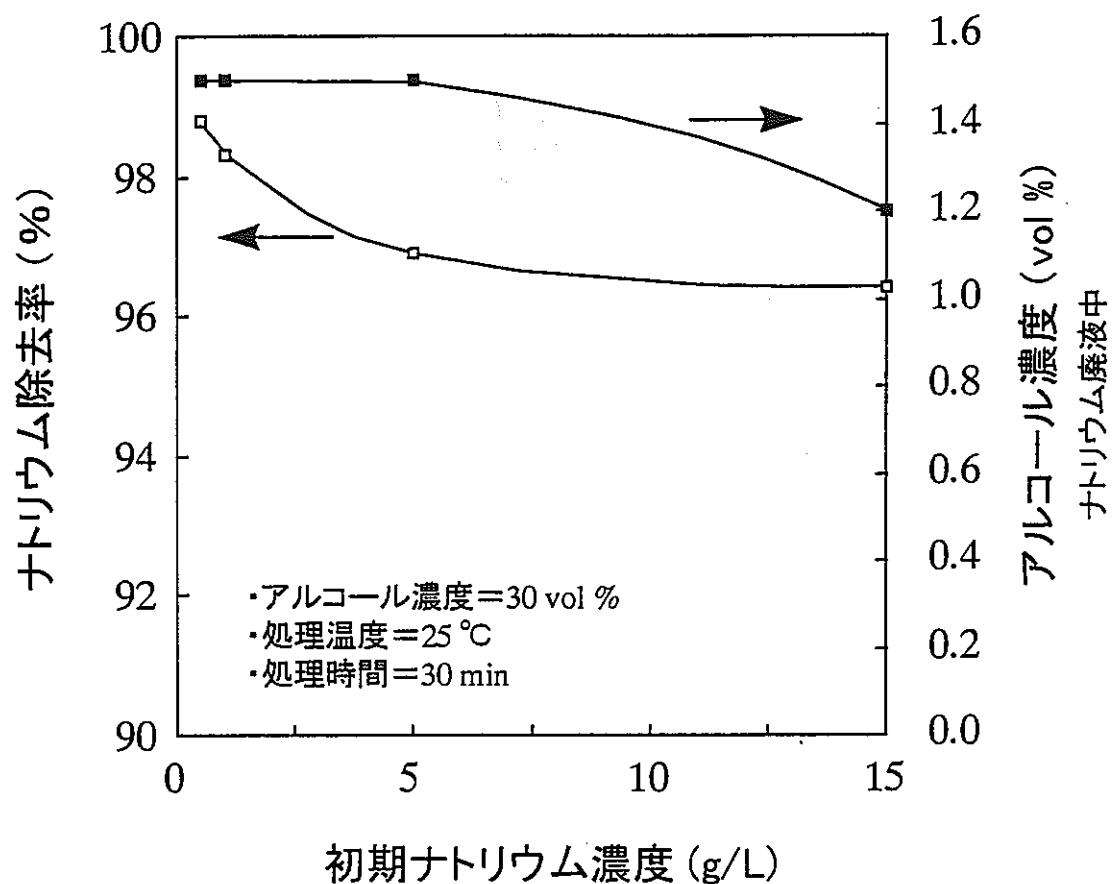


図4. 2. 35 電気透析のナトリウム濃度依存性

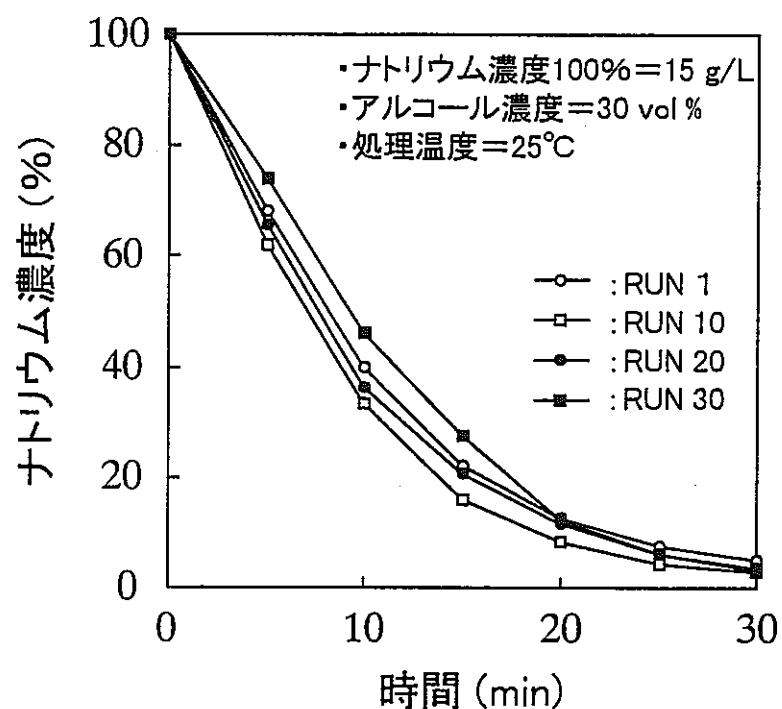


図4. 2-36 ナトリウム濃度の経時変化
(処理回数の影響)

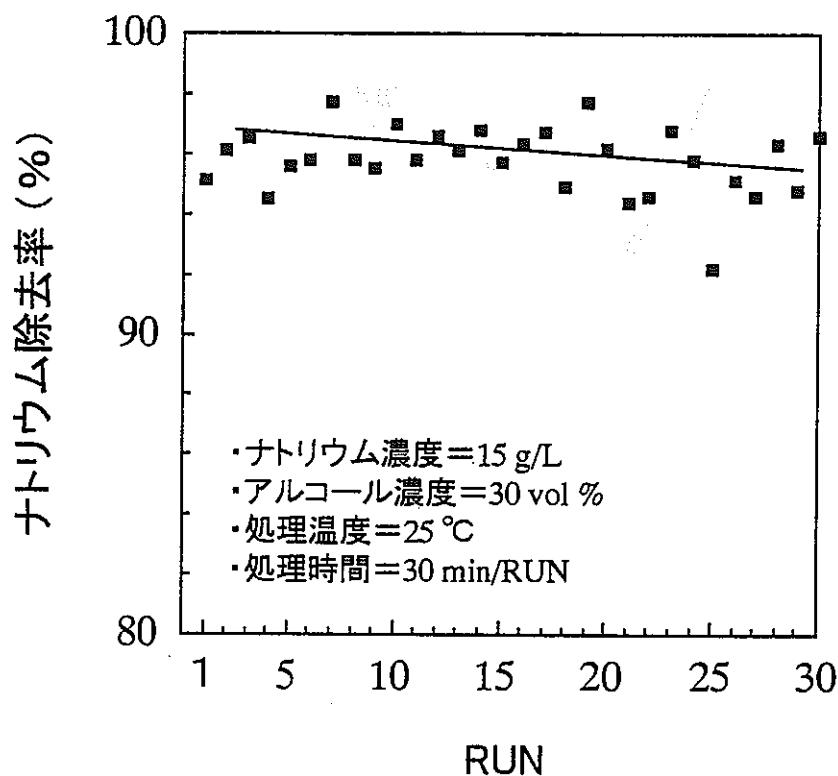


図4. 2. 37 連続使用にともなう処理能力変化(1)

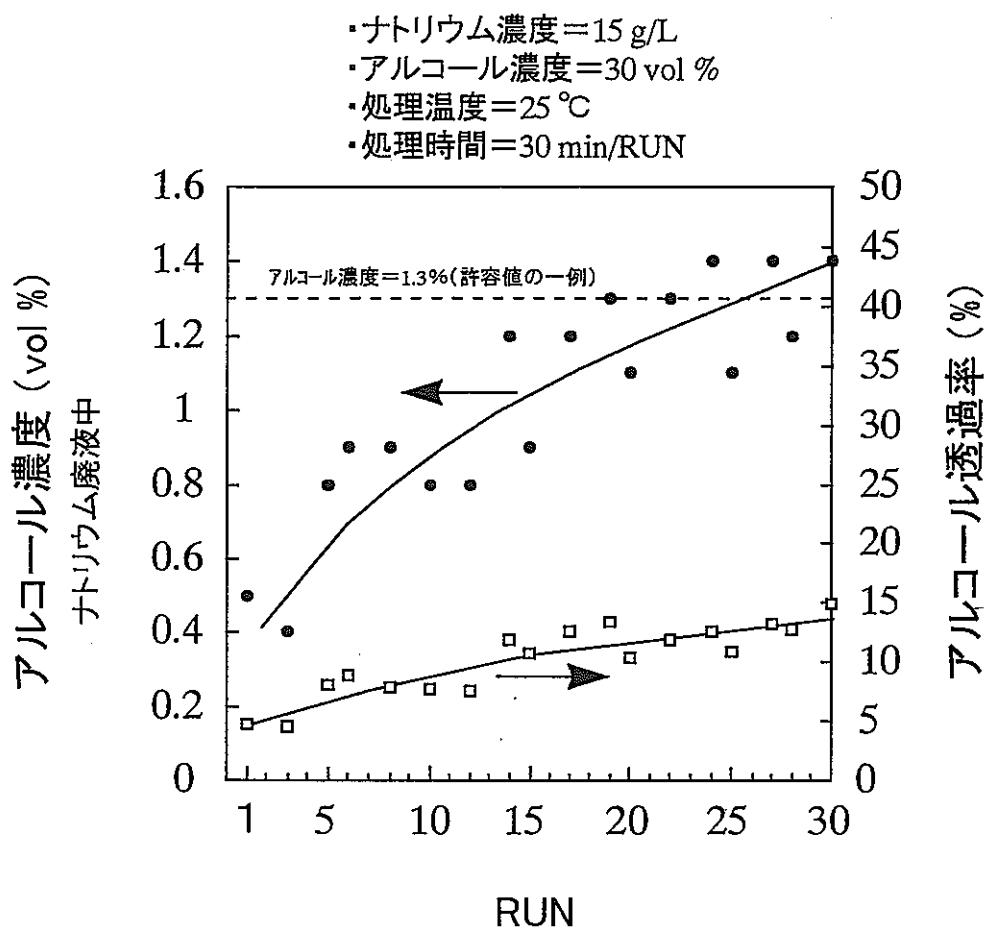
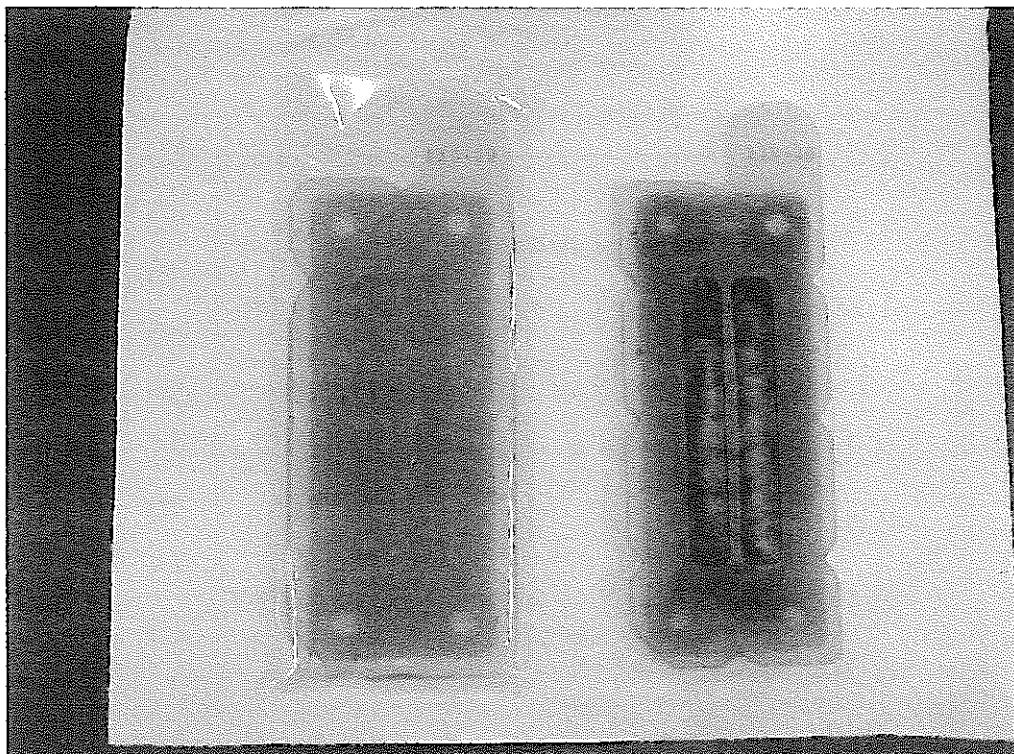


図4. 2. 38 連続使用にともなう処理能力変化(2)



未使用

使用後

- ・全処理時間: 15h
- ・全処理液量: 300mL

図4. 2. 39 長期使用にともなう
カートリッジの変色

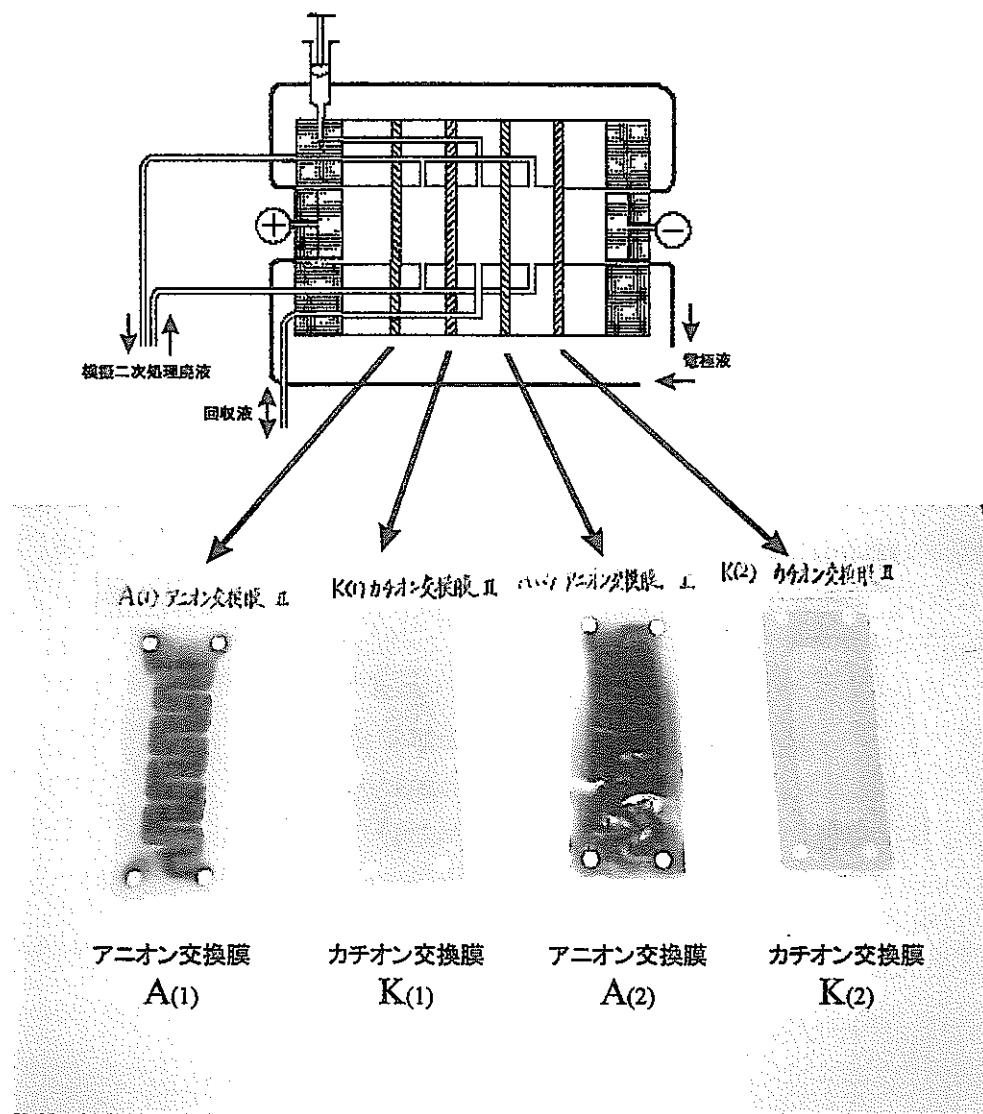
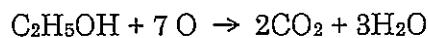


図4.2.40 連続使用後のイオン交換膜
(全処理時間: 15h, 全処理液量: 300mL)

COD とは、水中の有機物質が酸化剤で化学的に酸化されるときに消費される酸化剤の量を、対応する酸素(O)量で表したものである。一方 BOD は、水中の有機物質が生物化学的に酸化されるのに必要な酸素(O)量であり、通常 20°C、5 日間で消費される溶存酸素量で表される。それぞれ酸化方法は異なるが、有機物質を酸化する際に必要な酸素量である点は共通である。

アルコール（例としてエタノール）が完全に酸化される時の反応式は次式で表される。



このようにエタノール 1mol (46g) を完全酸化するには、7mol ($7 \times 16 = 112\text{g}$) の酸素が必要である。したがって 1g の酸素で酸化されるエタノールは $0.41(46/112)\text{g}$ となる。この値を用いれば、COD または BOD で表される排水基準を、エタノール濃度に換算できる。

(例) COD = 25mg/L の場合

$$\begin{aligned} 25 \text{ (mg/L)} \times 0.41 &= 10.3 \text{ (mgエタノール/L)} \\ &\div 13 \text{ (mLエタノール/L)} \\ &= 1.3 \text{ (vol\%)} \\ &\quad (\text{エタノールの比重}=0.8 \text{ として計算}) \end{aligned}$$

図4. 2. 41 COD, BOD のエタノール濃度換算方法

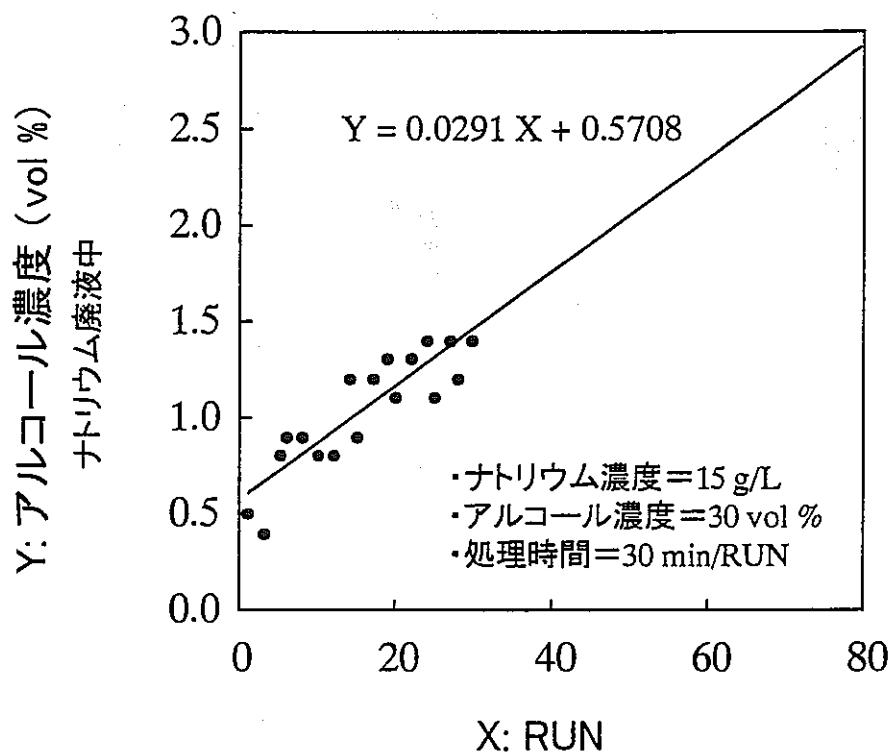


図4. 2. 42 イオン交換膜の交換時期予測

指標: アルコールの透過

オリジナルデータ: 図4. 2. 38

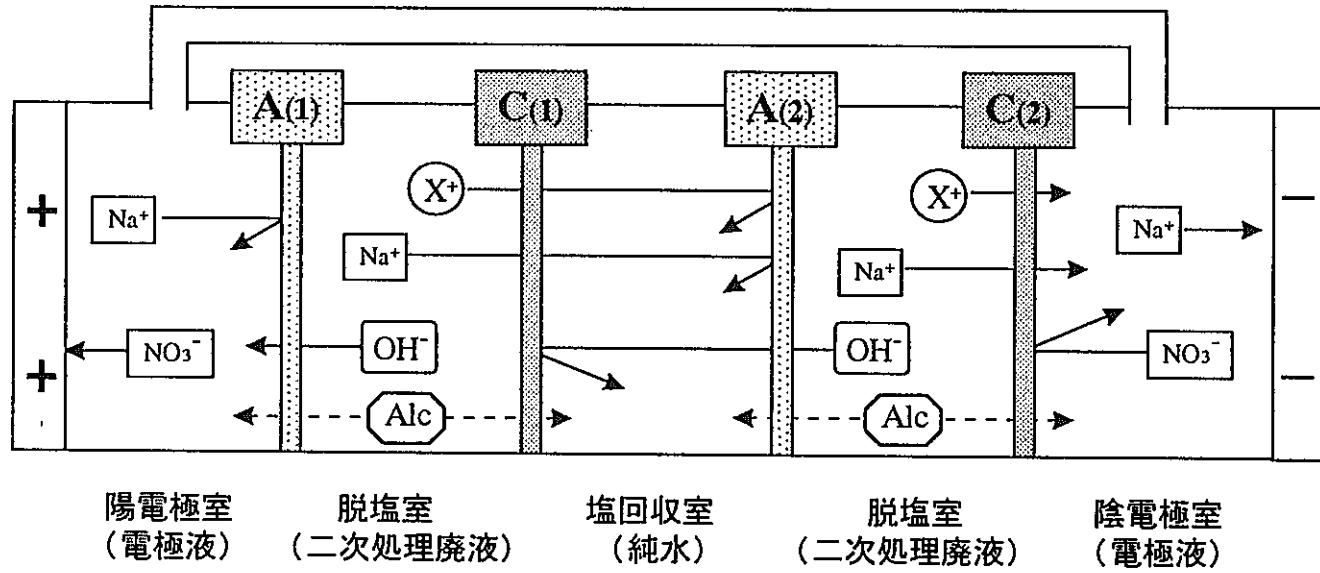


図4.2.43 電気透析処理による各種成分の移動(処理前)

矢印は各成分の移動する方向を示す

$\text{A}_{(1)}, \text{A}_{(2)}$: アニオン交換膜 $\text{C}_{(1)}, \text{C}_{(2)}$: カチオン交換膜(図4.2-40参照)

X^+ : 市販エチラート中の金属イオン Alc: アルコール

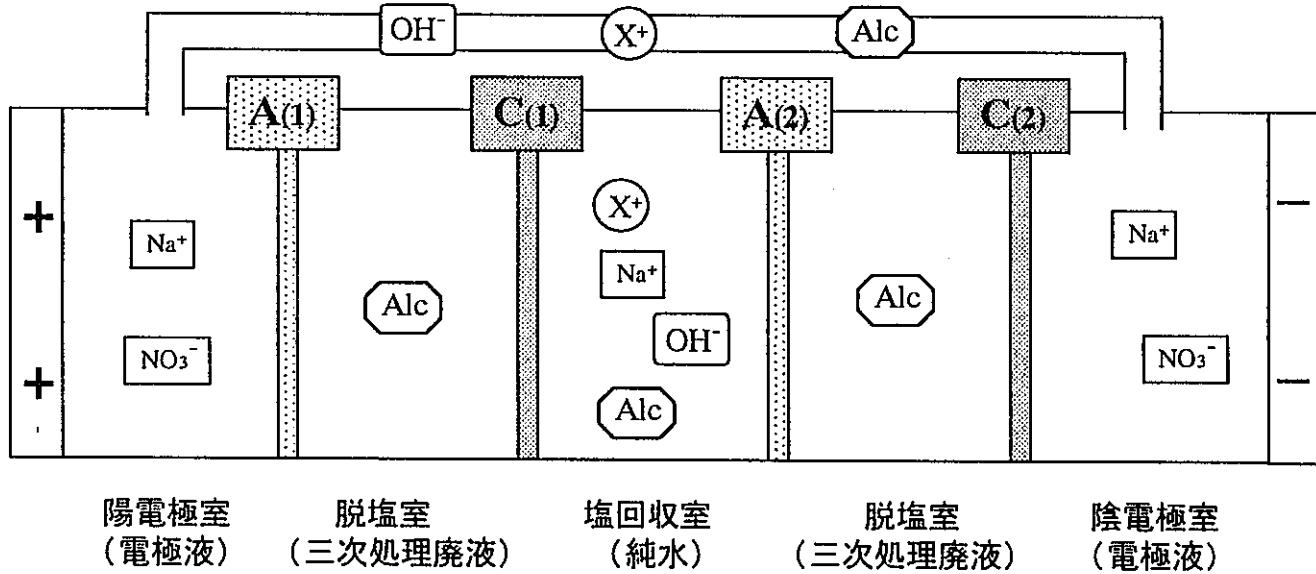


図4.2.44 電気透析処理による各種成分の移動(処理後)

矢印は各成分の移動する方向を示す

$\text{A}_{(1)}$ 、 $\text{A}_{(2)}$: アニオン交換膜 $\text{C}_{(1)}$ 、 $\text{C}_{(2)}$: カチオン交換膜(図4.2-40参照)

X^+ : 市販エチラート中の金属イオン Alc : アルコール

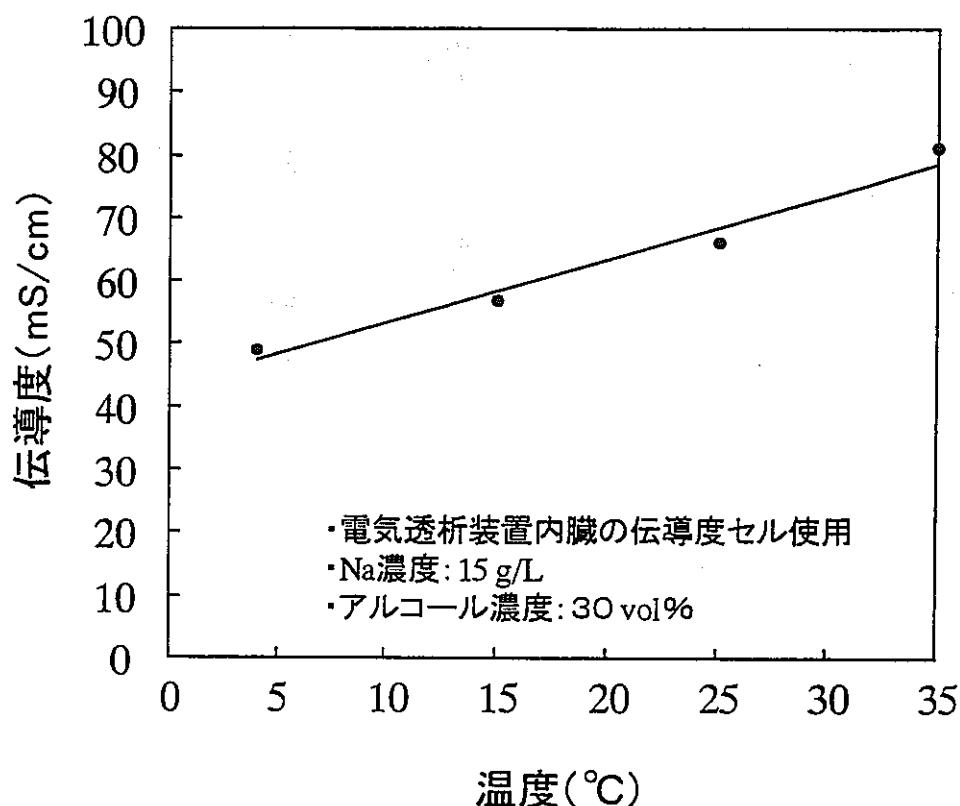


図4.2.45 伝導度の温度依存性

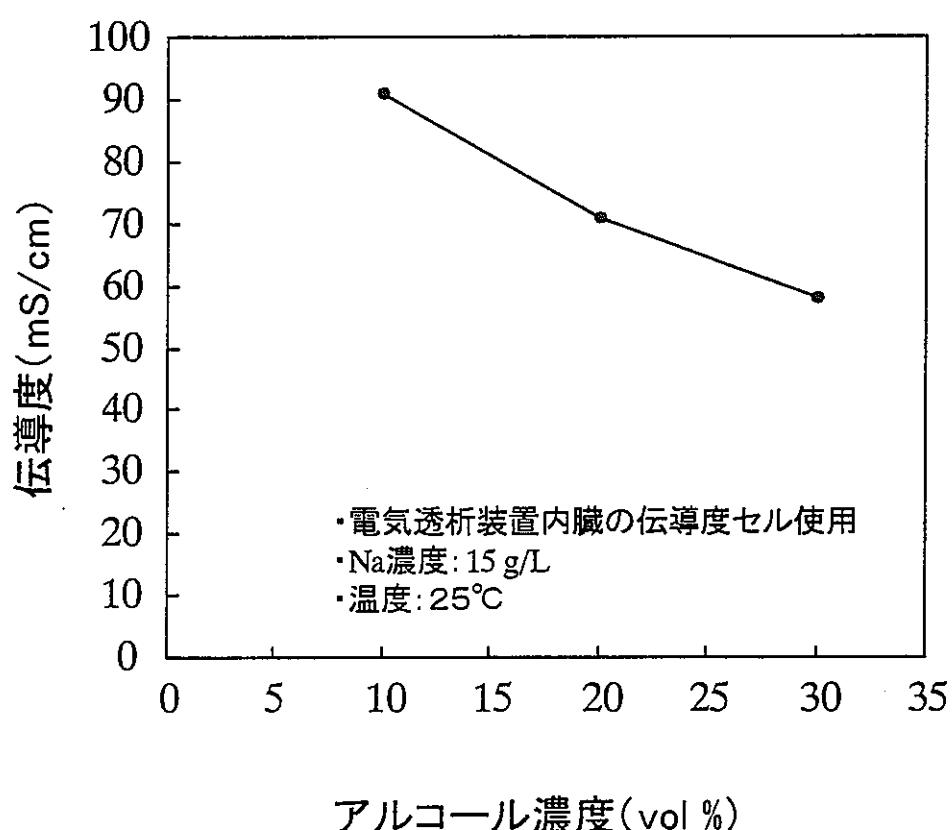


図4. 2. 46 伝導度のアルコール濃度依存性

5. アルコール廃液処理装置に係わる概念設計

5.1 現場調査

(1) 概要

アルコール廃液処理装置に関する概念設計を実施するのに伴い、設置を予定している「常陽」原子炉附属建物 地下2階 廃液タンク室において実施した現場調査結果を報告するものである。

(2) 調査項目

現場調査での調査項目は以下の通りである。

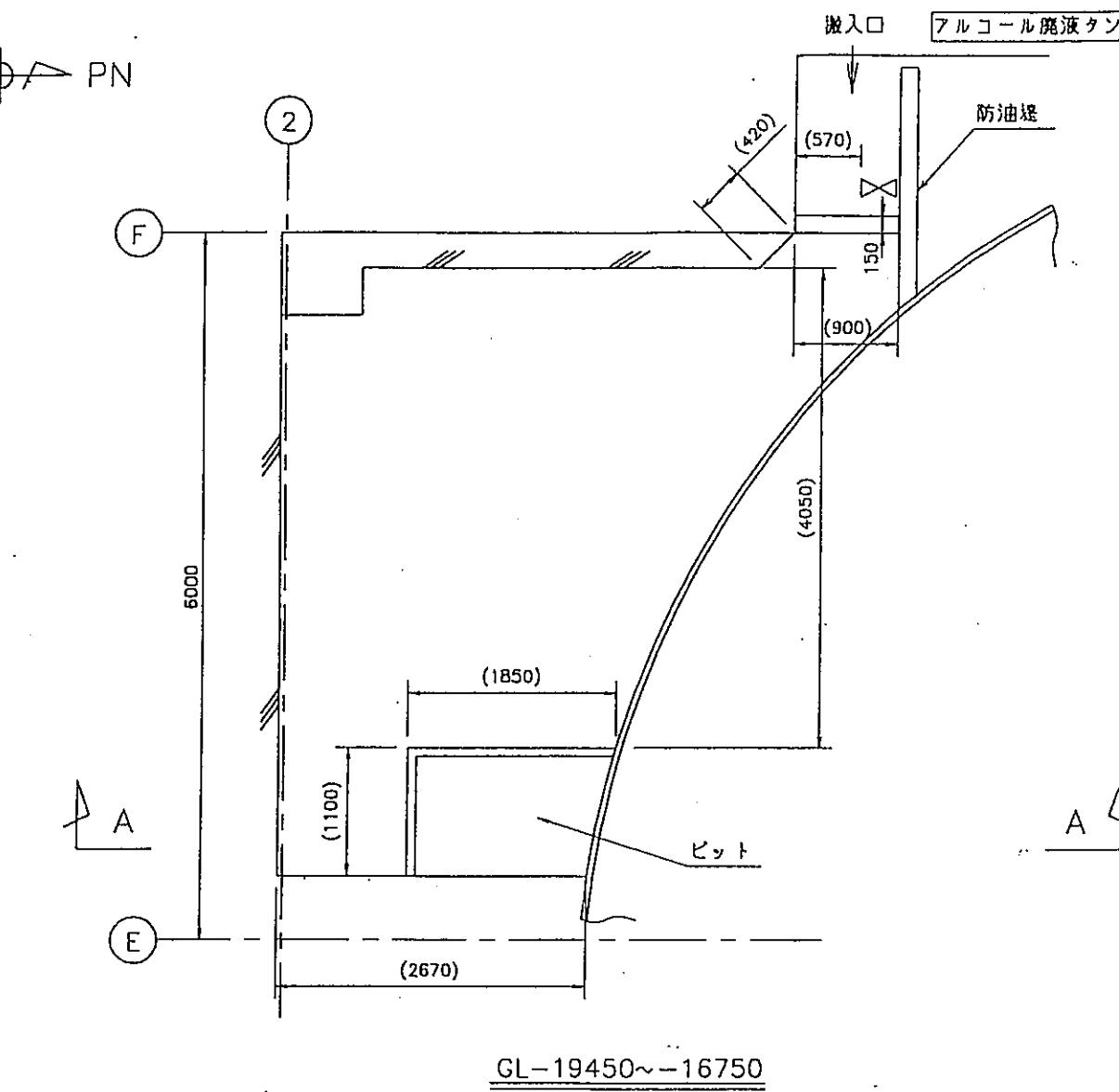
- ① 現場の状況全般
- ② 建屋躯体形状
- ③ 既設機器の状況
- ④ 新設機器の搬入口、ルート

(3) 調査結果及び設計への反映項目

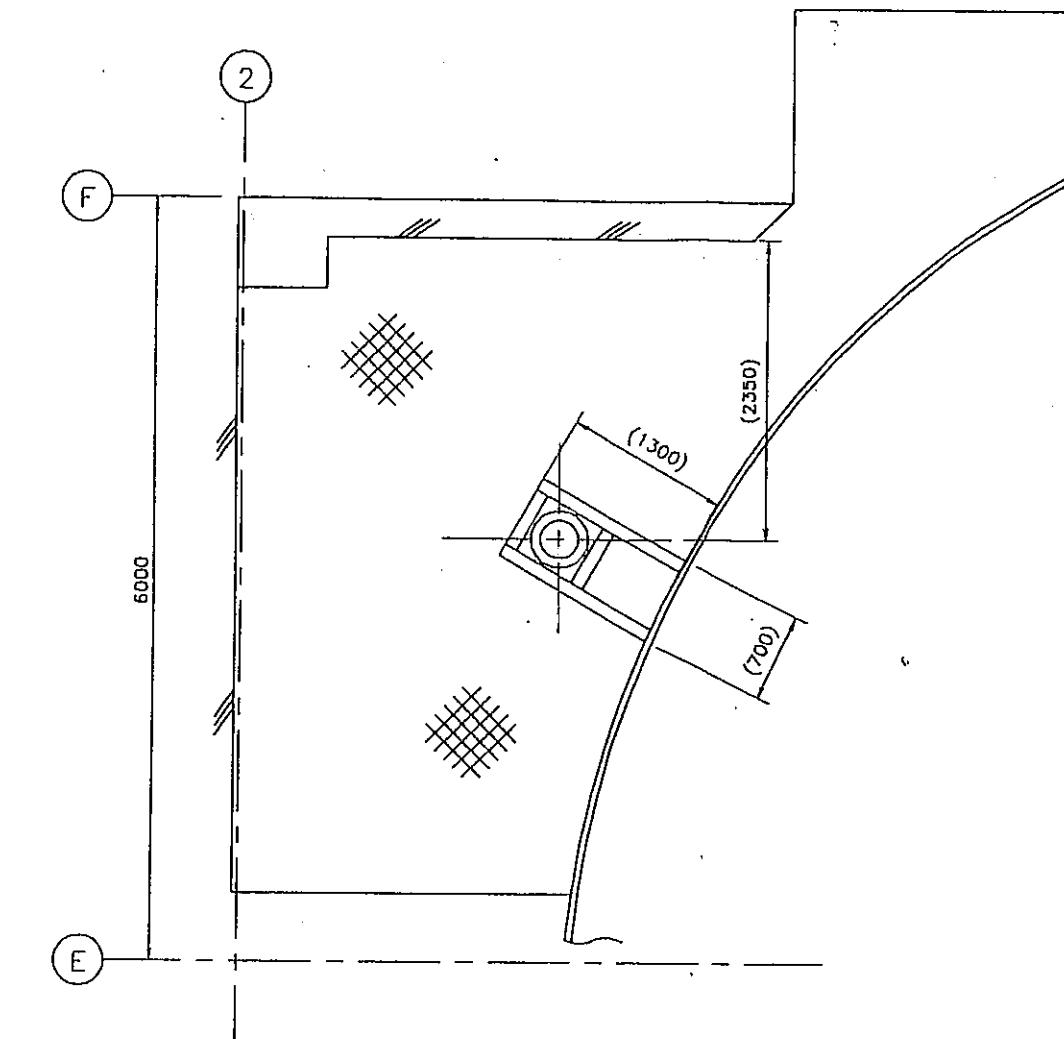
現場調査で撮影した躯体形状を図 5.1-1 に機器配置を図 5.1-2 に示す。また、現場の状況を図 5.1-3 及び写真 5.1-1～写真 5.1-4 に示す。

以下に設計への反映項目を示す。

- ① 現場の状況全般については、既存の室がかなり狭く、更に、機器、配管類以外に空調ダクト及びケーブルトレイ等も室内にあるため、これらの干渉回避を考慮した上での設計が必要である。
- ② 実測した建屋躯体形状より、室内への搬入口幅は 900 mm である。なお、入口付近に既存の弁があるため、現状の有効幅は 570 mm だが、弁を移設可能として有効 900 mm となる。この有効幅を考慮して機器の構造を計画する必要がある。
- ③ 既設機器の状況については、既存の機器配置図とほぼ相違はない。
- ④ 搬入口、ルートについては、アルコール廃液タンク室上部ハッチからの搬入が有効である。



GL-19450--1675



GL-16750~ - 13950

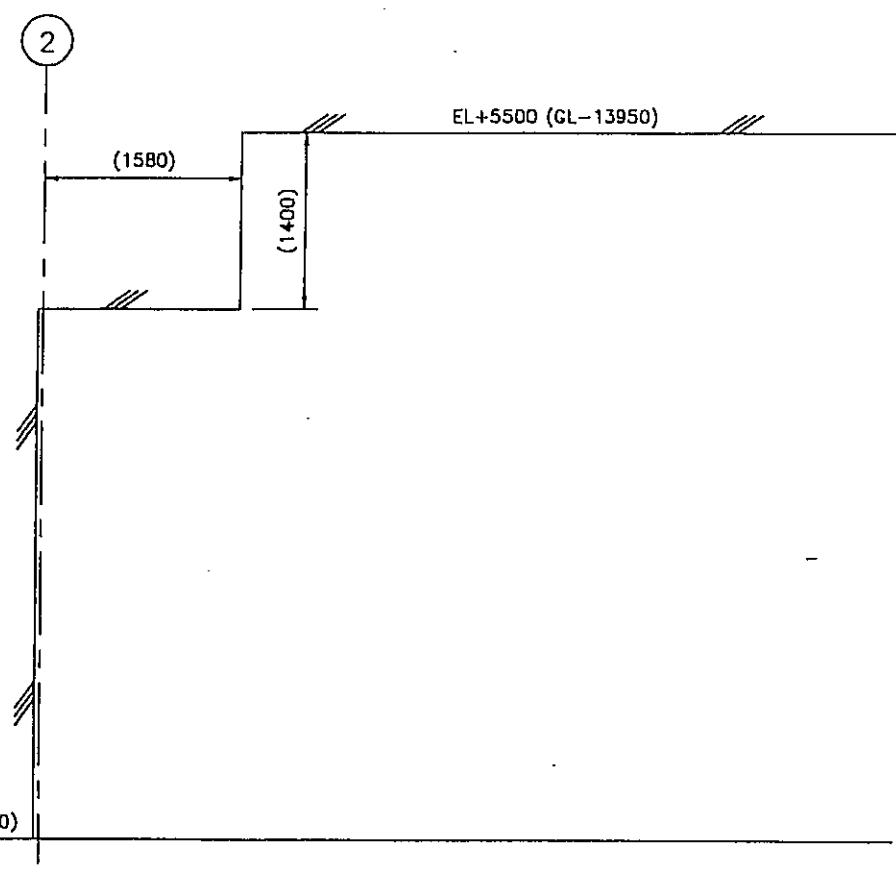
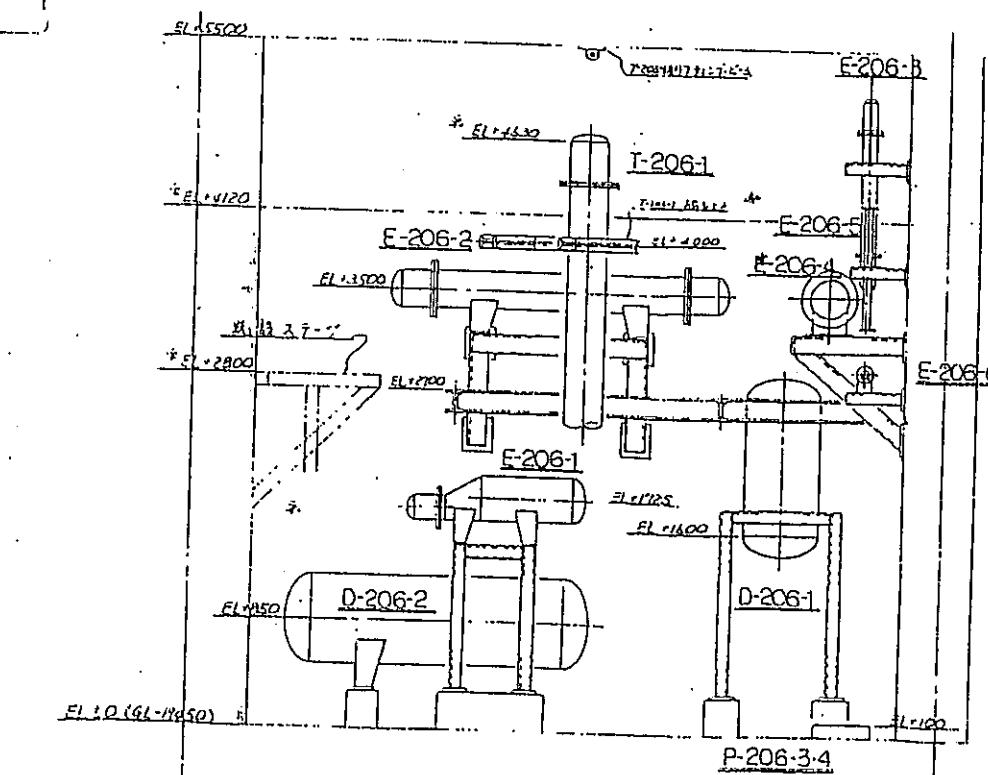
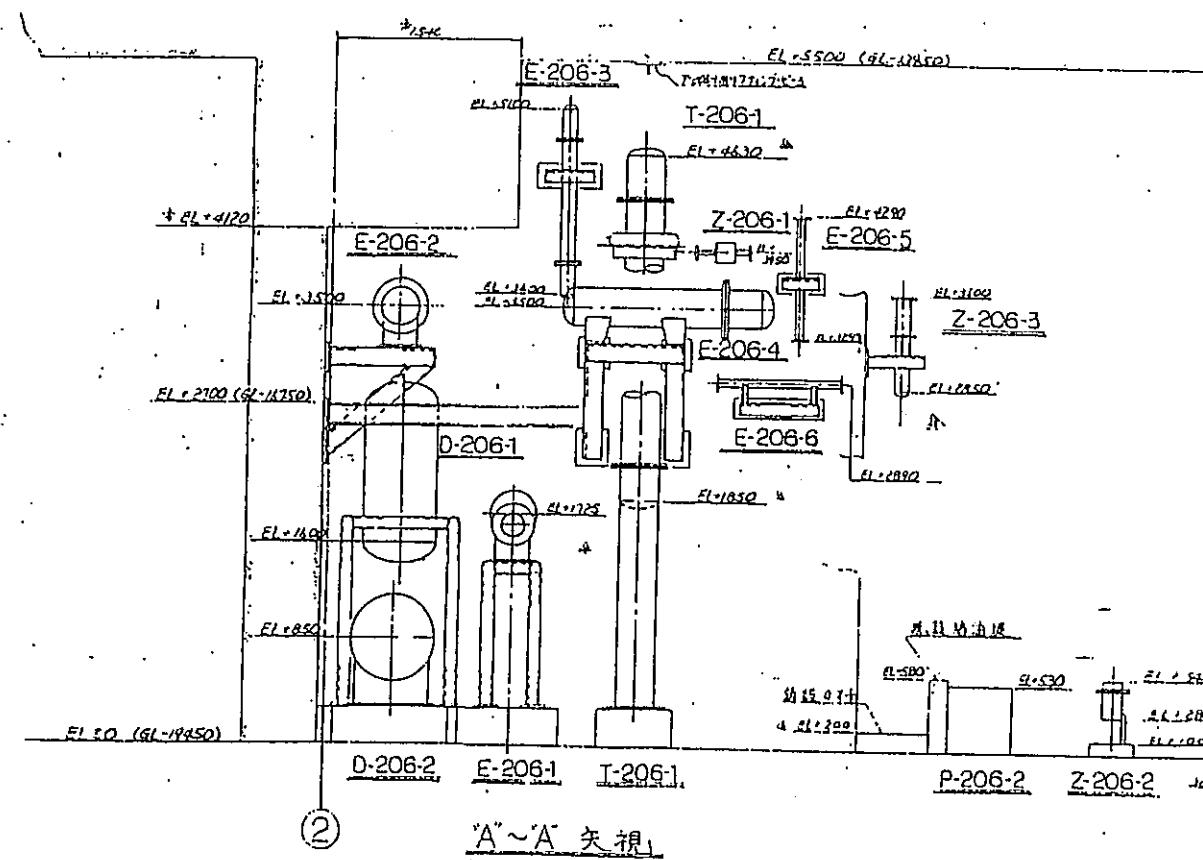
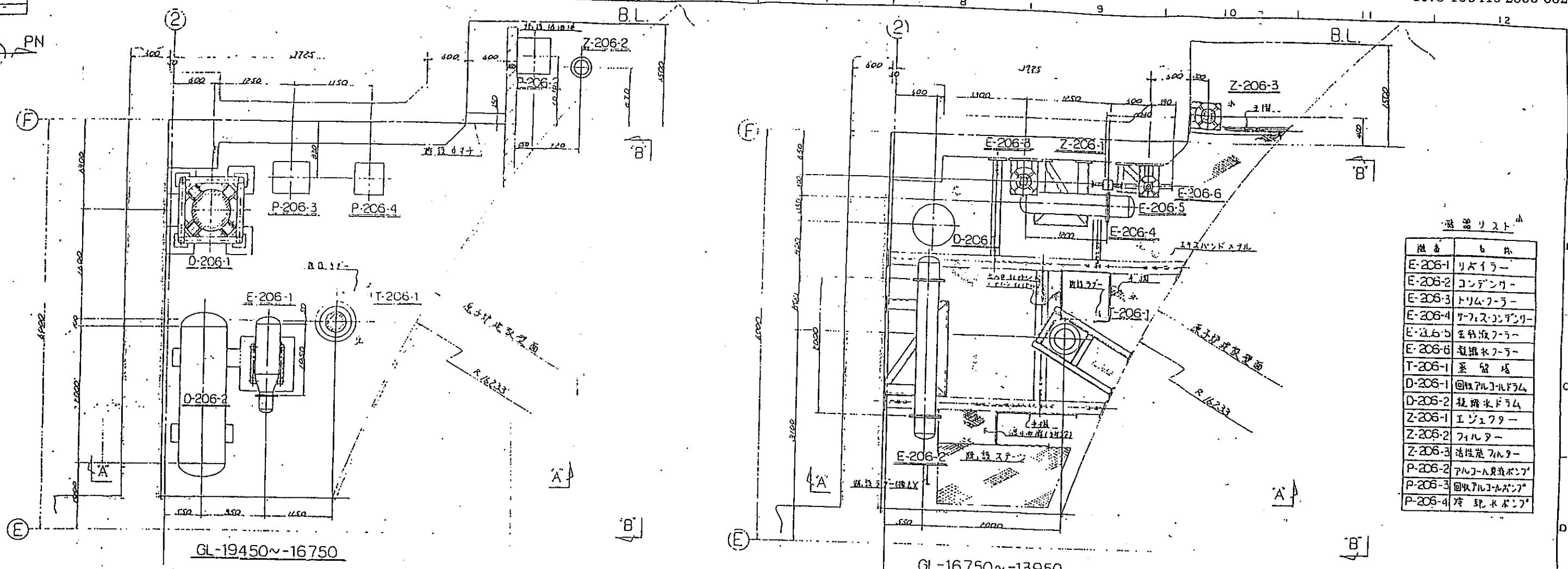


図 5.1-1 建屋軀体形状

*()内寸法は本調査での実測値を示す。



注記
①次の寸法ハ概略寸法表示
②機器等レベル表示ハEL10(EL-19450)を基準ニ示ス
カレル表示ナキ基礎ハEL+300トル
リ望ヨリ取ル機器等サボートル望ニ埋込ミヅレ
トヲ取付ケプレートニサボートヲ搭接ニテ取付ケ
ノコト
申シコウ配ナル機器レベル表示ハ某種点ヲ基
シコウ配ハセントル(EL-205-3ハ除ク)

図 5.1-2 機器配置状況

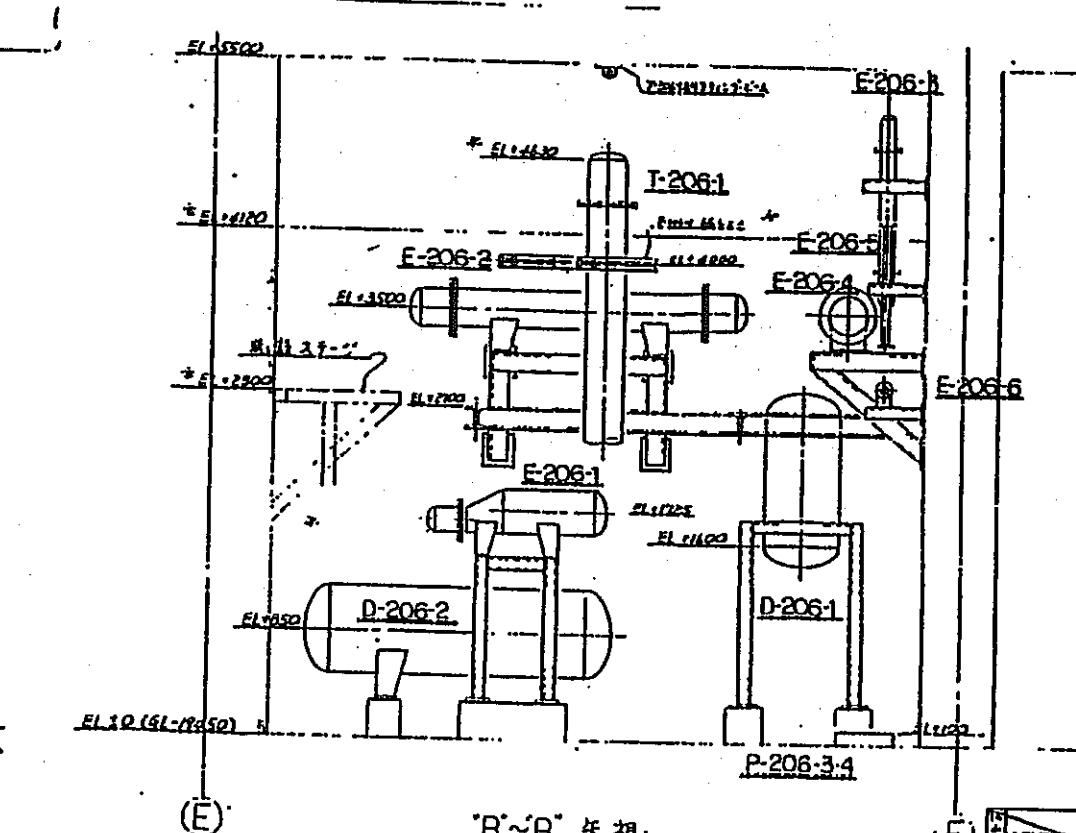
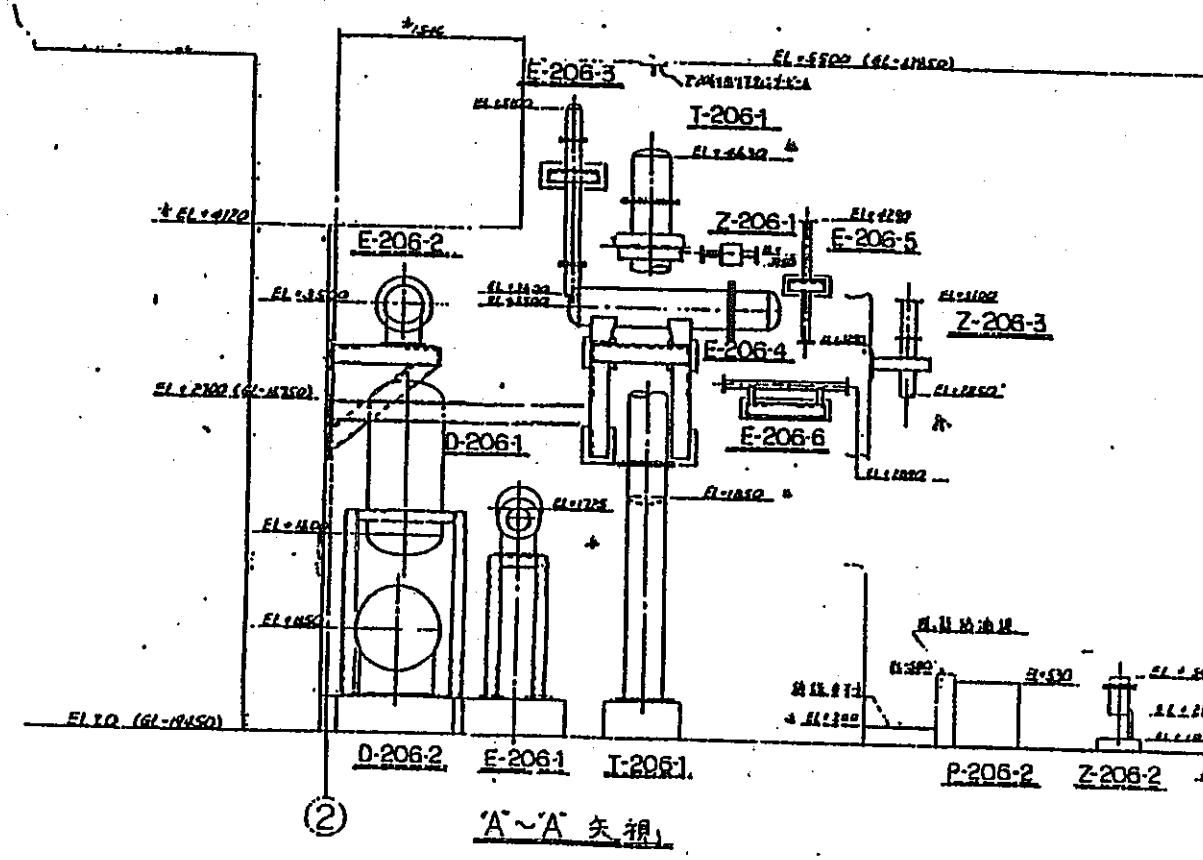
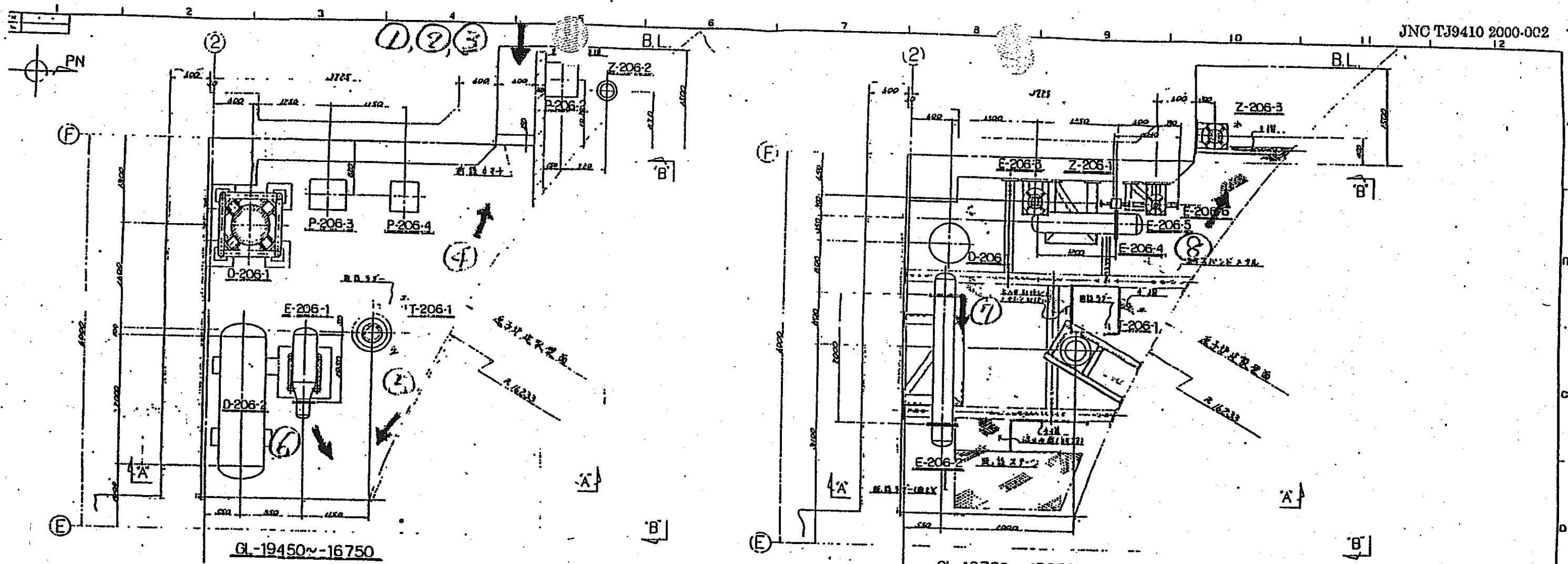
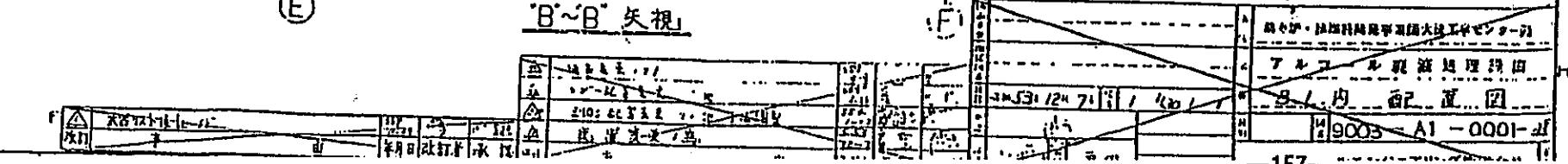


図 5.1-3 写真撮影位置



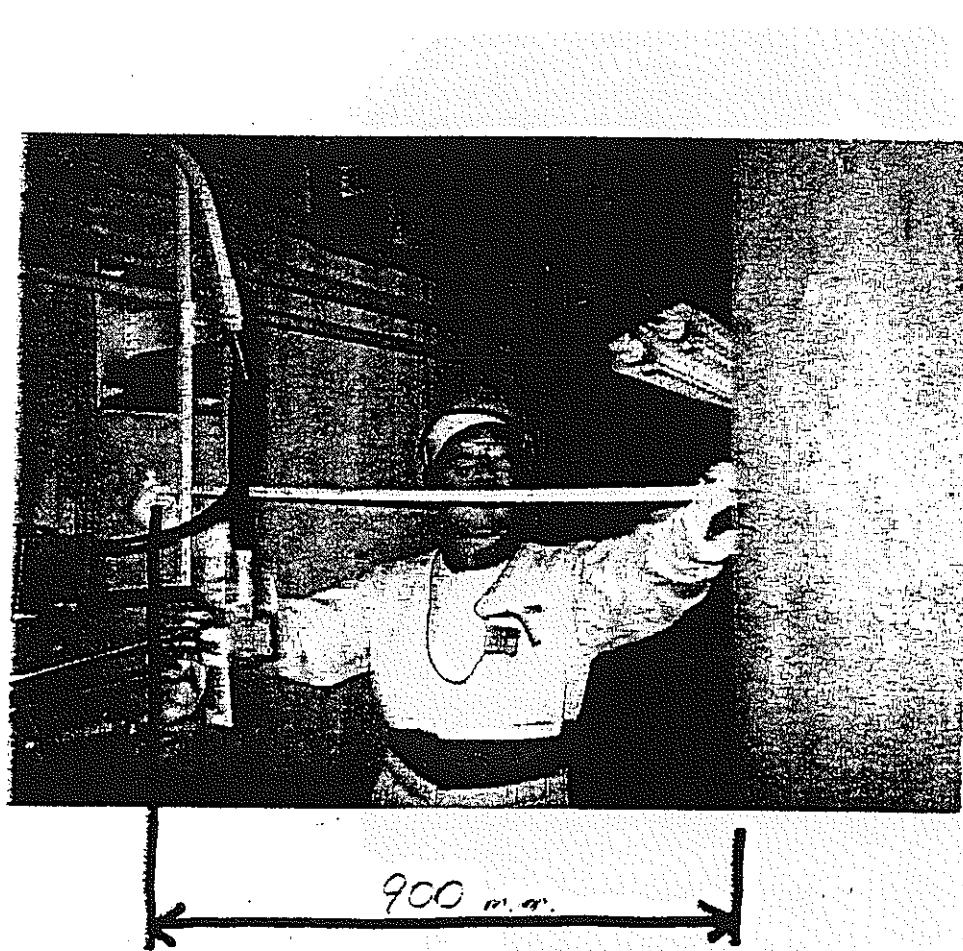
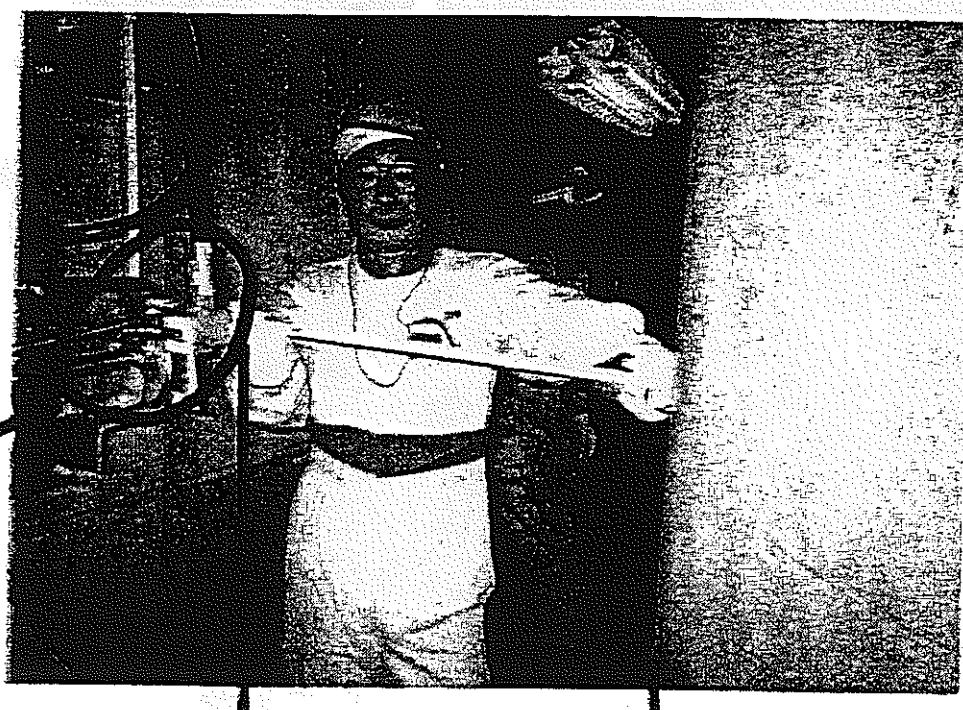


写真 5. 1-1 現場状況

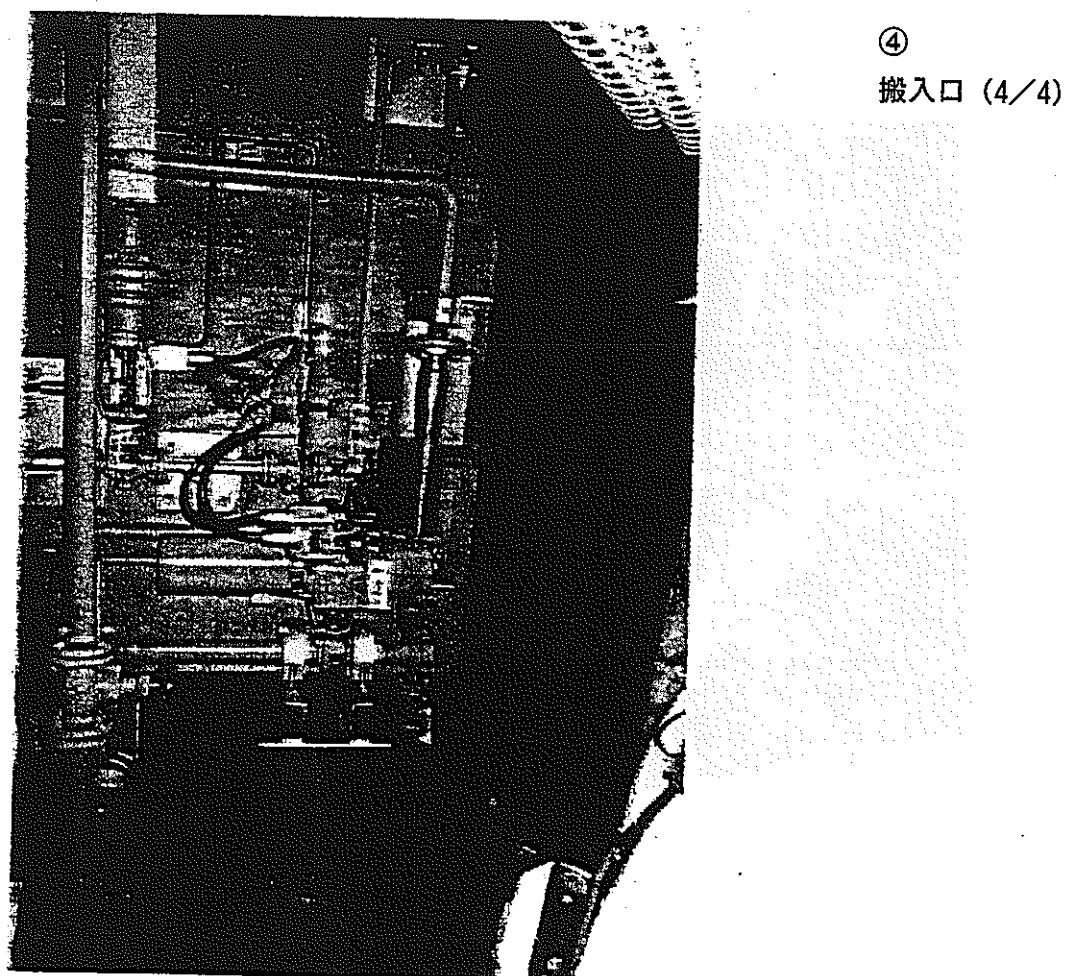
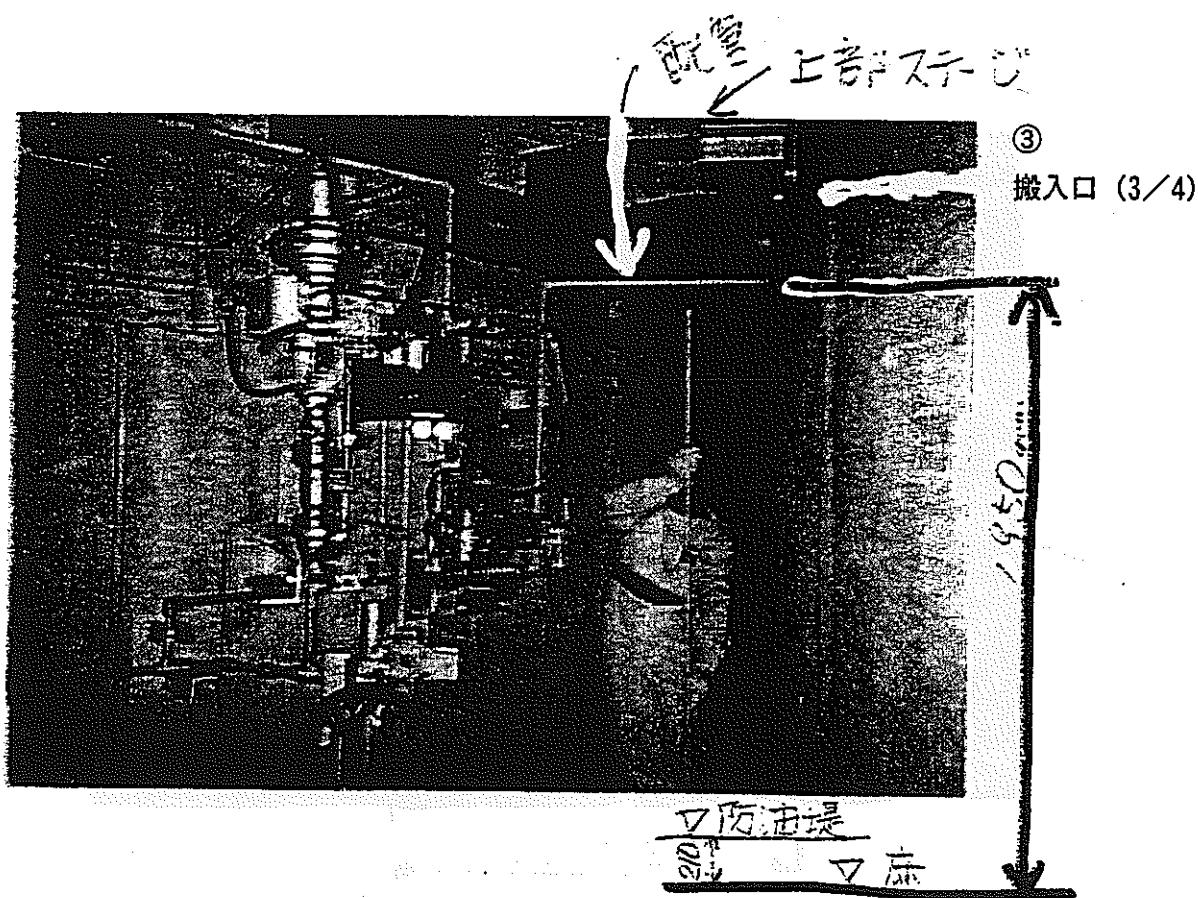


写真 5.1-2 現場状況

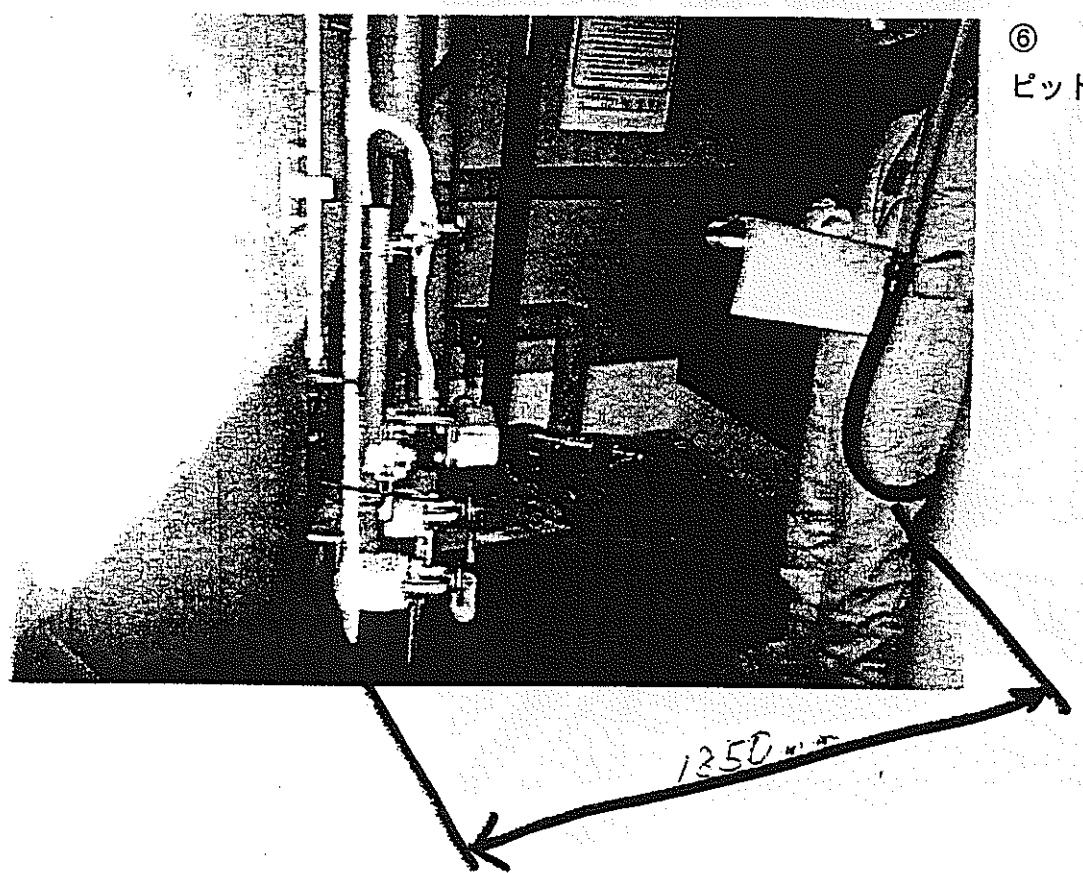
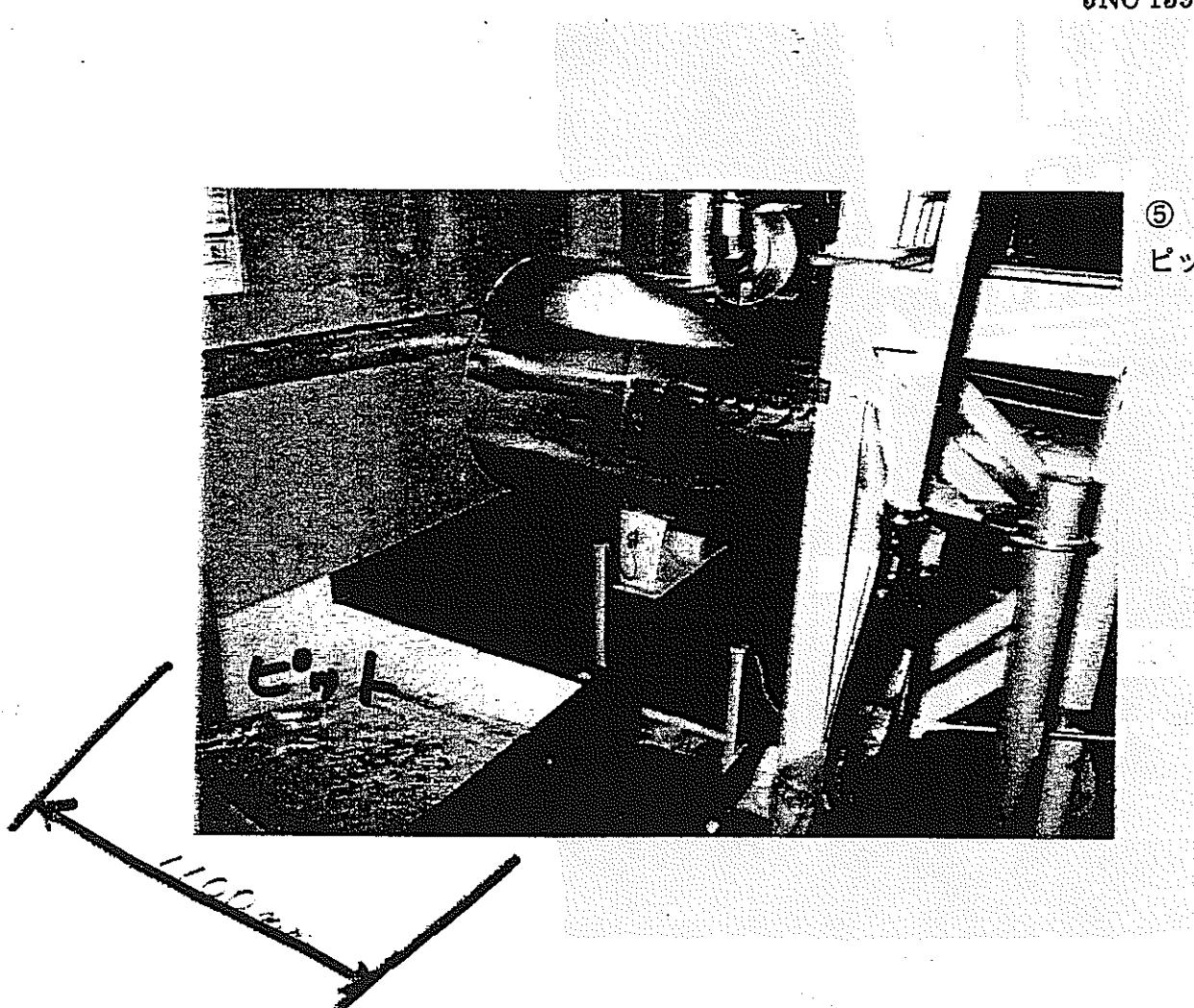


写真 5.1-3 現場状況



⑦
ケーブルトレイ



⑧
タクト配管

写真 5. 1-4 現場状況

5.2 概念設計

高速実験炉「常陽」の燃料交換機、燃料出入機の燃料つかみ部（グリッパ）に付着したナトリウムは、アルコールで洗浄しており、この洗浄に使用され放射性物質を含むアルコール廃液がタンクに貯留されている。

このアルコール廃液は、現在の設備では処理して排出することができないことから、現状で10m³タンクに約5m³貯留されており、その貯留量が年々増加していることからこれを分解等の方法で処理する必要がある。

このため、本設計では、アルコール廃液の処理方法として触媒酸化法を基本とし、アルコール廃液の前処理から分解処理に至る一連のプロセスに係る概念設計を実施する。

5.2.1 設計条件

(1) 適用規格、基準

- ・ 設計に当たっては、次の法令及び規格基準を準拠または引用する。
 - ・ 原子力基本法
 - ・ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律（法律第166号）
 - ・ 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令（政令第324号）
 - ・ 試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則（総理府令第83号）
 - ・ 試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準（総理府令第11号）
 - ・ 試験研究の用に供する原子炉等の溶接の技術基準（総理府令第74号）
 - ・ ナトリウム冷却型高速増殖炉発電所の燃料に関する技術基準
(原子力安全局長通達62安局(原規)第20号)
 - ・ 試験研究の用に供する原子炉等の溶接の方法の認可について
(原子力安全局長通達61安局(原規)第57号)
 - ・ ナトリウム冷却型高速増殖炉発電所の原子炉施設に関する構造等の技術基準（原子力安全局長通達62安局(原規)第20号）
 - ・ ナトリウム冷却型高速増殖炉発電所の原子炉施設の耐震設計基準
(原子力安全局長通達62安局(原規)第20号)
 - ・ 建築基準法
 - ・ 建築基準法施工令（法律第338号）
 - ・ 建築基準法施工規則（建設省令第40号）
 - ・ 鉄筋コンクリート構造計算基準（日本建築学会）
 - ・ 建築基礎構造設計基準（日本建築学会）
 - ・ 鋼構造設計規準（日本建築学会）
 - ・ 労働安全衛生法
 - ・ 労働安全衛生法施行令（政令第318号他）
 - ・ 労働安全衛生規則（労働省令第32号他）
 - ・ ボイラー及び圧力容器安全規則（労働省令第32号他）
 - ・ 圧力容器構造規格（労働省告示第11号）
 - ・ 高圧ガス取締法

- ・ 高圧ガス取締法施行令（政令第350号）
- ・ 日本電気工業会規格（JEM）
- ・ 電気設備技術基準（JICS）
- ・ 消防法
- ・ 消防施行令（政令第37号）
- ・ 消防施行規則（自治省令第6号）
- ・ 日本工業規格（JIS）
- ・ 日本電気協会電気技術指針（JEAG）
- ・ 原子力発電所耐震設計技術指針（JEAG4601）
- ・ その他関係法令、安全審査指針及び規格基準

(2) 設備概要

系統構成、機器の考え方の詳細は、それぞれ5.2.2項、5.2.3項に述べるので、ここでは概要を示す。

① 基本プロセス

アルコール廃液は、アルコールタンクよりポンプで供給し、濾過器で固形分を濾過した後に分離膜によってナトリウム成分及び水分を除去する。また、これらを除去後にアルコール分解装置本体によって炭酸ガスと水に分解処理することを基本プロセスとする。

現状では、前処理は必ずしも必要でないことが考えられるので、以下の3プロセスを候補として検討する。

- 前処理として電気透析装置を設置し、触媒酸化でアルコールを分解する。
- 前処理として電気透析装置を設置せずに炉及び酸化塔等で処理する場合
- 前処理として電気透析を設置し、ペーパーレーション膜にてアルコールを抽出する。

② 主要な構成機器

(a) 廃液希釀槽

- ・ 型式：縦置タンク
- ・ 処理概要

後段のナトリウム分離膜の目詰まりを防止するためアルコール廃液中に含有されているとアルコーラートを加水分解する目的で設置する。加水分解は脱塩水を注水することで行う。

(b) 電気透析装置

- ・ 型式：電気浸透膜
- ・ 処理概要

電気透析膜を利用してアルコール廃液中のナトリウムを分離する。

(c) 廃液計量槽

- ・ 型式：縦置タンク
- ・ 処理概要

蒸発器へナトリウムを分離したアルコール廃液を定量送るための槽である。

(d) 蒸発ボックス+取出しボックス

- ・ 型式：温風加熱式

- ・ 处理概要

計量槽から送られてきたアルコール廃液を蒸気で加熱されている乾固皿に受け、そこに空気加熱器にて昇温された空気を送風することによりアルコール廃液中の水分及びアルコールを蒸発させる。

(e) 触媒酸化塔

- ・ 型式：触媒酸化方式
- ・ 处理概要

触媒を充てんしている塔に蒸発器で蒸発させたアルコールを水と炭酸ガスに分解させる。

(f) 排ガス冷却器

- ・ 型式：冷水冷却方式
- ・ 处理概要

接触酸化塔で分解した水と炭酸ガスを冷却して水を凝縮させる。

(g) ベーパレーション膜

- ・ 型式：浸透気化方式
- ・ 处理概要

ベーパレーション膜を利用してアルコール廃液中のアルコールを抽出する。

(3) 設計条件

① 处理対象廃液

- 量 : $5\text{m}^3+0.3\text{m}^3/\text{年}$ (新規アルコール分)
- 性状 : 表 5.2.1-1 に示す。
- 放射性物質濃度 : 現設工認記載値より $1.11\text{kBq}/\text{m}\ell$ ($=3\times10^{-2}\mu\text{Ci}/\text{m}\ell$)

表 5.2.1-1 「常陽」におけるアルコール廃液の性状

		上部廃液	中部廃液	下部廃液	底部廃液
日付		H12.1.13	H12.1.13	H12.1.13	H12.1.13
成分	エタノール	68.5 %	62.3 %	60.7 %	60.9 %
	I.P.A	10.8 %	9.75 %	9.59 %	9.62 %
	Na	3.28 g/ℓ	4.97 g/ℓ	5.42 g/ℓ	5.34 g/ℓ
	Fe	0.12 ppm	0.51 ppm	0.35 ppm	28.8 ppm
	Ni	<0.06 ppm	<0.06 ppm	<0.06 ppm	2.35 ppm
	Cr	<0.02 ppm	0.09 ppm	0.06 ppm	5.10 ppm
	Mn	<0.1 ppm	<0.1 ppm	<0.1 ppm	0.74 ppm
	Co	<0.007 ppm	<0.007 ppm	<0.007 ppm	0.13 ppm
電導度		3.64 mS/cm	6.57 mS/cm	7.63 mS/cm	7.62 mS/cm
備考		JNC 殿で実施した分析報告書より	JNC 殿で実施した分析報告書より	JNC 殿で実施した分析報告書より	JNC 殿で実施した分析報告書より

② 処理方法

- (a) アルコール廃液は、エタノール濃度が 80% と高く、以下を考慮して脱塩水でエタノール濃度 39% 以下に希釈する。
 - ・ 電気透析装置の健全性を確保
 - ・ アルコラートの加水分解
- (b) アルコール原廃液中にはナトリウムが約 5 g/l 溶解している。アルコールを蒸発した場合、蒸発残滓が増加するので、アルコール廃液蒸発前にナトリウムを電気透析により分離する。
- (c) アルコール廃液を蒸発させ、触媒酸化で分解するので蒸発速度が速いと分解の際の酸化熱により系統の温度が設計値以上に上昇する。このため、アルコール濃度を測定する等蒸発速度を維持させる。
- (d) アルコールを触媒により酸化処理して炭酸ガスと水とに分解する。
- (e) 廃ガスには空気、二酸化炭素ガスの他にアルコール分解によって発生した水分や、アルコールとともに蒸発した廃液中の水分、分解処理しきれない若干のアルコールが残っている。このため、排ガスを冷却してこれら凝縮成分を凝縮させて回収する。
- (f) 乾燥排ガスはプレフィルタ + H E P A フィルタによりろ過して建屋換気系に排気する。
- (g) ベーパレーション膜にてアルコールを抽出する場合は、抽出アルコールを日本原子力研究所にて処理する。

③ 処理能力

部屋に設置できる装置規模より以下の通り設定した。

1. 25 l/h (触媒を用いる場合)
1. 21 l/h (ベーパレーション膜を用いる場合)

④ 運転時間

管理区域内作業 9:30 入域、16:40 退域とする。

⑤ 設置場所

「常陽」原子炉附属建物 地下 2 階 廃液タンク室

⑥ 設置場所を考慮した構造上の要求条件

- (a) 室内への搬入口幅は約 900 mm であるので機器の幅はそれ以下とする。 (入口付近に既存の弁があるため、現状の有効は 570 mm だが、弁を一時的に移設するものとして 900 mm とする)
- (b) 搬入口としては、廃液タンク室上部ハッチを利用する。

⑦ 霧囲気条件

- (a) 霧囲気
機器、計装、制御装置等が設置される場所の霧囲気は空気とする。
- (b) 温度

機器、計装、制御装置等が設置される場所の温度は5℃～40℃以下とする。

- (c) 湿度
30～90% RH
- (d) 外部圧力
大気圧

⑧ ユーティリティ

以下を使用できるものとする。

- (a) 電気
- (b) 脱塩水 : 圧力 約 0.1MPaG, 流量 約 1m³/h
- (c) 蒸気 : 圧力 約 0.2MPaG, 流量 約 6kg/h
- (d) 冷却水 (入口 27℃、出口 32℃)
- (e) 窒素ガス
- (f) 作業用空気
- (g) 計装用空気
- (h) 薬品 : 硫酸、硝酸ソーダ

⑨ 機器区分

第4種機器

⑩ 耐震クラス

B

⑪ 遮へい設計条件

現設工認申請記載値を踏襲するとして、以下の通りとする。

- (a) 装置の中で最も放射能濃度が高くなる機器表面より 1m 離れた空間線量率
: 0.32mSv/h (C区域)
- (b) 補機冷却系機器室
: 0.02mSv/h (A区域)

⑫ 温度・圧力条件

機器名称	温度 (℃)		圧力 (MPa)	
	運転温度	最高使用温度	運転圧力	最高使用圧力
電気透析装置	40	65	0.1	0.1
蒸発ボックス	300	400	-0.05	-0.05
触媒酸化塔	350 [†]	400	-0.05	-0.05
廃液稀釀槽	室温	65	0.1	0.1
廃液計量槽	室温	65	0.1	0.1
デミスター	40	65	-0.05	-0.05
廃液フィルタA	室温	65	0.1	0.1
廃液フィルタB	室温	65	0.1	0.1
排ガスフィルタ	40	65	-0.05	-0.05
稀釀空気ヒータ	300	400	-0.05	-0.05
稀釀空気予熱器	350/190	400	-0.05/-0.05	-0.05/-0.05
排ガス冷却器	200/32	250	-0.05/0.1	-0.05/0.1
蒸気凝縮器	100/32	150	-0.05	-0.05
バーバレーション装置	95	150	-0.9/0.1	-1/0.1

*1) エタノールの発火点 363℃以下となることを考慮する。

⑬ 安全設計条件

(a) 温度管理

1) 管理温度

アルコール廃液の蒸発乾固及び触媒酸化する温度をアルコール発火点温度以下に管理する。

2) 熱源の種類

加熱の際、熱源からの局部加熱を防止するためアルコール発火点温度以下の蒸気及び希釀空気による間接加熱で行なうものとする。

3) 周辺の考慮

- ・適切な接地を施し静電気による火花の発生を防止する。
- ・発火点温度以上となるおそれのある電気ヒータを内蔵する空気加熱器は隔離して設置することにより万一アルコール廃液が漏洩した場合にもアルコール蒸気が発火点温度以上に加熱されることを防止する設計とする。

(b) 組成条件の管理

1) アルコール濃度管理

アルコール濃度記録調節計によりアルコール蒸気濃度の希釀空気に対する組成条件を爆発限界以下となるようにする。

2) 周辺の考慮

- ・アルコールを内包する機器は、基本的に不活性ガス（窒素ガス）をカバーガスとする。
- ・アルコール廃液処理装置は密閉構造で基本的にステンレス製とする。
- ・アルコール廃液を内包する機器の周囲は、堰等にて漏えい拡大を防止する。
- ・1バッチあたりのアルコール量は、運転上の要求に見合う最低量とする。
- ・装置設置場所は、適切な換気を行うことにより万一アルコール廃液が漏洩した場合でも雰囲気のアルコール蒸気の組成条件が爆発限界以上になることを防止する。

(c) 火災検知及び消火

アルコール廃液処理装置を設置するエリアは、万一の火災に備えて、火災感知器及び消火器を設置する。（必要により既設の火災感知器、消火器の設置位置の最適化を計るものとする。）

(d) 火災の影響軽減

アルコール廃液処理装置を設置するエリアは耐火壁となる原子炉建物の鉄筋コンクリート壁と天井及び鋼板製の防火用の区画壁と消火設備の組合わせにより隣接区域間の火災による影響を軽減できるよう設計されていること。

⑭ 運転操作場所

補機冷却系機器室に設置する操作盤から操作可能とする。

⑮ 処理ガス排出条件

(a) 流量

約 10Nm³/min

(b) 排出先

建屋換気系

⑯ 残留廃棄物、二次廃棄物等の排出条件

(a) 残留廃棄物

処理工程の中でアルコール分以外の水、Naが廃棄物として残留する。この内、ナトリウムについては酸により中和処理した後「常陽」廃棄物処理施設へ移送して処理するものとする。水は処理工程の内で回収して稀釀水として使用する。

(b) 二次廃棄物

二次廃棄物として発生するものの内、電気透析装置の極液は、必要な場合、酸により中和処理して「常陽」廃棄物処理施設へ移送して処理するものとする。フィルタエレメント、アルコール分解用の触媒の処理方法については別途検討とする。

(c) アルコール

ペーパーレーション膜にて抽出したアルコールは、日本原子力研究所殿へ払出し、処理する。

5.2.2 系統設計

(1) 系統構成

① 構成

装置の系統構成を図 5.2.2-1 及び図 5.2.2-2 に示す。

系統構成を大別すると以下の通りである。

- ・アルコール廃液稀釀工程
- ・アルコール-Na 分離工程
- ・アルコール廃液蒸発工程
- ・アルコール分解工程
- ・アルコール稀釀空気工程
- ・排ガス処理工程
- ・アルコール抽出工程（ペーパレーション膜を使用した場合）

② 各工程の目的と機能

(a) アルコール廃液稀釀工程

アルコール廃液の原液は、エタノール濃度が 80% と高く、そのままでは後段の処理装置で処理できない。このため、エタノールの濃度が 20% 以下（Na 分離工程がないケースは 32%）となるように純水を加えて原廃液を約 4 倍に稀釀する。

(b) アルコール-Na 分離工程

アルコール原廃液中には Na が約 5 g/リットル溶解している。この Na をそのまま後段のアルコール蒸発工程に負荷した場合、Na を分離した場合と比較して蒸発残滓が増加するので、蒸発ボックスの乾固皿の取出し回数が増加し、処理能力（量）が低下する。このため、アルコール廃液蒸発前に Na を電気透析により分離する。

(c) アルコール廃液蒸発工程

アルコール廃液を水蒸気により加熱して蒸発させ、後段のアルコール分解工程に送る場合、蒸発速度が速いと分解の際の酸化熱により系統の温度が設計値以上に上昇する。このため、分解後のガス温度や系統のアルコール濃度を測定して安全な蒸発速度を維持するようになっている。

(d) アルコール分解工程、アルコール稀釀空気工程

アルコールを触媒により酸化処理して炭酸ガスと水とに分解する。アルコールの

触媒による酸化反応は温度条件が300℃以上であるため、予め系統内温度を300℃以上に予熱する。ところが、温度はアルコールの酸化熱により系統内で更に上昇する。この温度上昇が大きく系統内の温度がアルコールの燃焼温度以上となると危険なため、系統内にアルコールの稀釀空気を流入させて温度上昇を押さえるとともにアルコール蒸気の組成条件（濃度）を爆発限界以下に管理する。この時、稀釀空気は酸化分解の触媒反応を阻害しないように予め、300℃に予熱して供給する。

(e) 排ガス処理工程

アルコール分解系統から排氣されたガスにはガス成分の他にアルコール分解によって発生した水分や、アルコールとともに蒸発した廃液中の水分、分解処理しきれない若干のアルコールが残っている。このため、排ガスを冷却してこれら凝縮成分を凝縮させて回収する。ガス冷却は冷却器の前段に排ガスとアルコール稀釀空気とで熱交換して熱回収する予熱器を設置して行う。回収した凝縮成分はアルコール廃液稀釀系統に戻して再度処理する。凝縮成分を除去された乾燥排ガスはプレフィルタ+H E P A フィルタによりろ過して建屋換気系に排気する。

(f) アルコール抽出工程

アルコール廃液中は主に水とアルコールが含まれている。このアルコール廃液を95℃程度に加熱し、真空に引いたベーパレーション膜を通すことにより水分が膜を透過して蒸気となる。蒸気を冷却することによりアルコール分が少ない廃液となる。ベーパレーション膜を通らなかったアルコール廃液は水分が除かれている。これによってアルコール廃液中からアルコールを抽出する。

③ 運転制御

(a) 運転方法

本系統の運転方法は蒸発ボックスへの乾固皿挿入、蒸発ボックスからの乾固皿取り出し操作を除いて原則として遠隔自動運転とする。以下に各工程の運転方法の概略を示す。

1) アルコール廃液稀釀工程

アルコール廃液の原液を、エタノール濃度 80%から濃度 20% (N a 分離工程が無いケースは 32%) となるように純水を加えて原廃液を約 4 倍に稀釀する工程である。

(i) 原廃液ポンプ (P-01) を起動し、廃液稀釀槽(T-01)に廃液を移送する。

(ii) 廃液稀釀槽(T-01)に原廃液を約 6.6 リットル計量する。計量はレベルスイッチで液面を検出して行う。

(iii) 純水供給弁を「開」として純水を 19 リットル供給する。計量はレベルスイッチで液面を検出して行う。

(iv) 廃液稀釀槽(T-01)液の攪拌混合のため窒素ガスによるバブリングを約 15~30 分間行う。

(v) 攪拌混合完了後、稀釀廃液を電気透析装置(E-01)内機器試料液槽（添付資料 5.2.2-1 参照）へ約 2 リットル/min で 15 * リットル供給する。計量はレベルスイッチで液面を検出して行う。

(* アルコール廃液蒸発工程 1 バッチ分の最大量=電気透析 1 バッチ分)

2) アルコール-N a 分離工程

アルコール原廃液中には N a が約 5 g/リットル溶解している。アルコール廃液蒸発工程前に N a を廃液から電気透析により分離する工程である。

アルコール-N a 分離工程は自動運転とするが、詳細運転方法は添付資料 5.2.2-1 参照。

(i) 電気透析装置(E-01)内機器の試料液ポンプ（添付資料 5.2.2-1 参照）を運転して、アルコール廃液を、試料液槽と電気透析槽（添付資料 5.2.2-1 参照）との間で流量約 8 リットル/min で循環運転する。

(ii) 運転時間は 15 リットル/2h 以上とする。（透析能力=7.5 リットル/h）

3) アルコール廃液蒸発工程、アルコール稀釀空気工程

アルコール廃液を水蒸気により加熱して蒸発させる工程である。

- (i) 乾固皿取出しボックス(E-02)のポートを開けて、乾固皿を乾固皿取出しボックス(E-02)内に入れ、ポートを閉じる。
 - (ii) 乾固皿取出しボックス(E-02)と蒸発ボックス(E-02)との仕切りポートを開けて、乾固皿を蒸発ボックス(E-02)内に入れ、ポートを閉じる。
 - (iii) 稀釀空気プロワ(B-01)を起動、稀釀空気ヒータ(H-01)をONして、稀釀空気を蒸発ボックス(E-02)に吹き込み系統の暖機運転を開始する。
 - (iv) 稀釀空気は、蒸発ボックス(E-02)から触媒酸化塔(E-03)、稀釀空気予熱器(EX-01)、排ガス冷却器(EX-02)、デミスタ(E-04)、排ガスフィルタ(F-05)を経て建屋換気空調系に排出される。
- 4) アルコール分解系統、アルコール稀釀空気系統
 アルコールを触媒により酸化処理して炭酸ガスと水とに分解する工程である。
- (i) 系統内温度が300℃以上(暖機運転開始後約2~3時間後)となったところで、蒸発ボックス(E-02)内の乾固皿に廃液を1バッチ分供給する。
 - (ii) 蒸発ボックス(E-02)内の加熱器に蒸気を供給する。蒸気の供給量は触媒酸化塔出口温度で制御され、アルコールの蒸発量が過度にならないようになっている。
 - (iii) 蒸発したアルコールは水分とともに300℃の稀釀空気をキャリアガスとして触媒酸化塔(E-03)に到達して、酸化反応により炭酸ガスと水分に分解される。このとき稀釀空気量は空気中のアルコール濃度が過度にならないように制御される。
 - (iv) 本工程の終了はITVによる乾固皿内の様子と、運転時間により操作員が判断する。
- 5) アルコール抽出系統(ペーパレーション膜を使用する場合)
 アルコール廃液から水分を除去してアルコールを抽出する工程である。
- (i) 系統内温度が95℃程度としアルコール回収精製ユニットに廃液を1バッチ分供給する。
 - (ii) ペーパレーション膜のうち水を除去する側は真空ポンプにより真空(5~10Torr)にする。
 - (iii) ユニット内で廃液を循環させペーパレーション膜に接触させることにより水分のみが膜を透過し、蒸気となる。この蒸気は凝縮器及びデミスタにて液体として回収し廃液とする。

(iv) 水分を除去した廃液はアルコール濃度が高くなつており、回収ポットに回収する。

6) 排ガス処理工程

アルコール分解工程からの排ガス中に含まれる水分や、分解処理しきれない若干のアルコールを処理する工程である。

- (i) 触媒酸化塔を通じた稀釀空気は稀釀空気予熱器(EX-01)、排ガス冷却器(EX-02)により冷却され、デミスタ(E-04)で水分を除去される。デミスタの底部に溜まつた水分は定量になると自動的に廃液稀釀槽(T-01)に排出される。
- (ii) 水分を除去された稀釀空気は排ガスとして排ガスフィルタ(F-05)を経て建屋換気空調系に排出される。

7) 乾固皿の取出し

アルコール廃液を水蒸気により加熱して蒸発させると、やがて蒸発ボックスの乾固皿が蒸発残滓で一杯になり、新たな廃液を供給できなくなる。このため、乾固皿の取出し作業が発生する。

- (i) 稀釀空気プロワ(B-01)を運転したまま、稀釀空気ヒータ(H-01)をOFFとして、稀釀空気を蒸発ボックス(E-02)に吹き込み系統の冷却運転を開始する。
- (ii) 稀釀空気は、蒸発ボックス(E-02)から触媒酸化塔(E-03)、稀釀空気予熱器(EX-01)、排ガス冷却器(EX-02)、デミスタ(E-04)、排ガスフィルタ(F-05)を経て建屋換気空調系に排出される。
- (iii) 蒸発ボックス(E-02)内温度が40℃以下となったところで、蒸発ボックス(E-02)と乾固皿取出しボックス(E-02)との仕切りポートを開けて乾固皿を乾固皿取出しボックス(E-02)側に移動する。
- (iv) 乾固皿取出しボックス(E-02)内排気弁を開、空気吸入弁を閉として排気、空気吸入弁を開、排気弁を閉として吸気、この操作を繰り返して乾固皿取出しボックス(E-02)内の汚染空気をガス置換する。
- (v) 乾固皿取出しボックス(E-02)のポートを開けて、乾固皿を乾固皿取出しボックス(E-02)外に取り出し、ポートを閉じる。

(b) 主要なインターロック

制御項目	計測項目、場所	制御動作
液面	廃液稀釀槽	<p>① 液面L • 原廃液ポンプ運転可 • 純水供給弁「開」条件初期化 • 廃液移送ポンプ停止</p> <p>② 液面M • 原廃液ポンプ「停止」 • 純水供給弁「開」</p> <p>③ 液面H • 純水供給弁「閉」 • 廃液移送ポンプ運転可</p> <p>④ 液面HH, LL • 警報</p>
	電気透析装置試料液槽	<p>① 液面H • 廃液移送ポンプ停止</p> <p>② 液面L • 廃液移送ポンプ運転可 • 電気透析装置内試料水ポンプ停止</p> <p>③ 液面HH, LL • 警報</p>
	廃液計量槽	<p>① 液面H • 電気透析装置内試料水ポンプ停止</p> <p>② 液面L • 電気透析装置内試料水ポンプ運転可 • 廃液供給ポンプ停止</p> <p>③ 液面HH, LL • 警報</p>
温度	触媒酸化塔出口	<p>① 温度 350℃以下 • 加熱蒸気量調整</p> <p>② 温度HH • 警報</p>
	空気加熱器出口	<p>① 温度 300℃ • 加熱電気量調整</p> <p>② 温度HH, LL • 警報</p>
	空気冷却器出口	<p>① 温度 50℃以下 • 冷却水量調整</p> <p>② 温度HH • 警報</p>

制御項目	計測項目、場所	制御動作
濃度	蒸発ボックス内 (アルコール濃度)	① 濃度 爆発限界以下 ・稀釀空気量調整 ② 濃度 HH ・警報 ・稀釀空気ヒータOFF ・加熱蒸気遮断
圧力	HEPA フィルタ差圧	① 差圧H ・警報

④ 運用方法と年間廃液処理能力

以下 5m^3 (プロセス1、プロセス2の場合、新規のアルコール(アルコール濃度約100%)が年間300ℓ追加される)の廃液を処理する年数を運転時間を考慮して算出する。なお、運転中のアルコールが追加されるが、アルコールの濃度が高いため年々アルコール廃液のアルコール濃度が高くなるため処理能力が変化していくことを考慮する。

(a) プロセス1(電気透析+触媒酸化)、プロセス2(触媒酸化のみ)の場合

両プロセスの処理能力は、触媒酸化塔の能力によって決まり、後述するようにアルコール廃液原液(アルコール濃度80%)換算にて1.25 kg/hである。

装置の性能上、アルコール分解系統内の温度は300°C以上が必要で常温から運転開始する場合ウォームアップが必要である。また、乾固皿を蒸発ボックスから取り出す場合は火傷防止の観点から系統内をクールダウンする必要がある。

単位時間あたりの処理量が限定されているので、年間の廃液処理量はこのウォームアップ、クールダウンの回数から制約される実質的な運転時間で決まる。

以下、管理区域内での作業従事時間を9:30 入域 16:40 退域として、運転方法と年間廃液処理能力について整理した。

1) ケース1(毎日入退時ウォームアップ、クールダウンせず夜間300°C温度維持)

9:30~9:40 蒸発ボックスへ廃液供給(12:00で蒸発完了する程度供給)

9:40~12:00 蒸発・アルコール分解処理

12:00~13:30 休憩・ミーティング

13:30~13:40 蒸発ボックスへ廃液供給(16:40で蒸発完了する程度供給)

13:40～16:40 蒸発・アルコール分解処理

スケジュールに示すように、1日の実質運転時間は5時間20分であり処理量は6.6kg/日である。

年間運転日数を180日とすると表5.2.2-1及び図5.2.2-3に示すように処理速度約1200kg/年（初期）で全体の廃液を処理するのに約5年を要する。

Naは前処理で分離しているので乾固皿取り出しのためのクールダウンは処理の最後に1回で良い。したがって、ウォームアップ、クールダウン等の時間損失は評価上無視できる。

2) ケース2（毎日入退域時ウォームアップ、クールダウン）

9:30～12:00 ウォームアップ

12:00～13:30 休憩・ミーティング

13:30～13:40 蒸発ボックスへ廃液供給

13:40～15:40 蒸発・アルコール分解処理

15:40～16:40 クールダウン

スケジュールに示すように、1日の実質運転時間は2時間であり処理量は2.5kg/日（ただし、初期）である。

年間運転日数を180日とすると表5.2.2-2及び図5.2.2-4に示すように処理速度約450kg/年（初期）で全体の廃液を処理するのに約27年を要する。

(b) プロセス3（電気透析+ペーパーレーション膜）の場合

本プロセスの処理能力は、アルコール分離装置の能力によって決まり、後述するようにアルコール廃液原液（アルコール濃度80%）換算にて1.21kg/hである。

装置の性能上、プロセス1、プロセス2とは異なりウォームアップやクールダウンの所要時間が少なく、以下の運転処理が可能であると考える。

1) 運転ケース

9:30～9:40 循環タンクへ廃液供給

9:40～10:50 アルコール分離処理（2バッチ目の廃液供給：10分）

10:50～12:00 アルコール分離処理（3バッチ目の廃液供給：10分）

12:00～13:30 休憩・ミーティング

13:30～14:40 アルコール分離処理（4バッチ目の廃液供給：10分）

14:40～15:50 アルコール分離処理（5バッチ目の廃液供給：10分）

15：50～16：50 アルコール分離処理

スケジュールに示すように、1日の実質運転時間は5時間であり処理量は 6.1 kg/日である。

年間運転日数を180日とすると表5.2.2-2及び図5.2.2-4に示すように処理速度約1092 kg/年（初期）で全体の廃液を処理するのに約5年を要する。

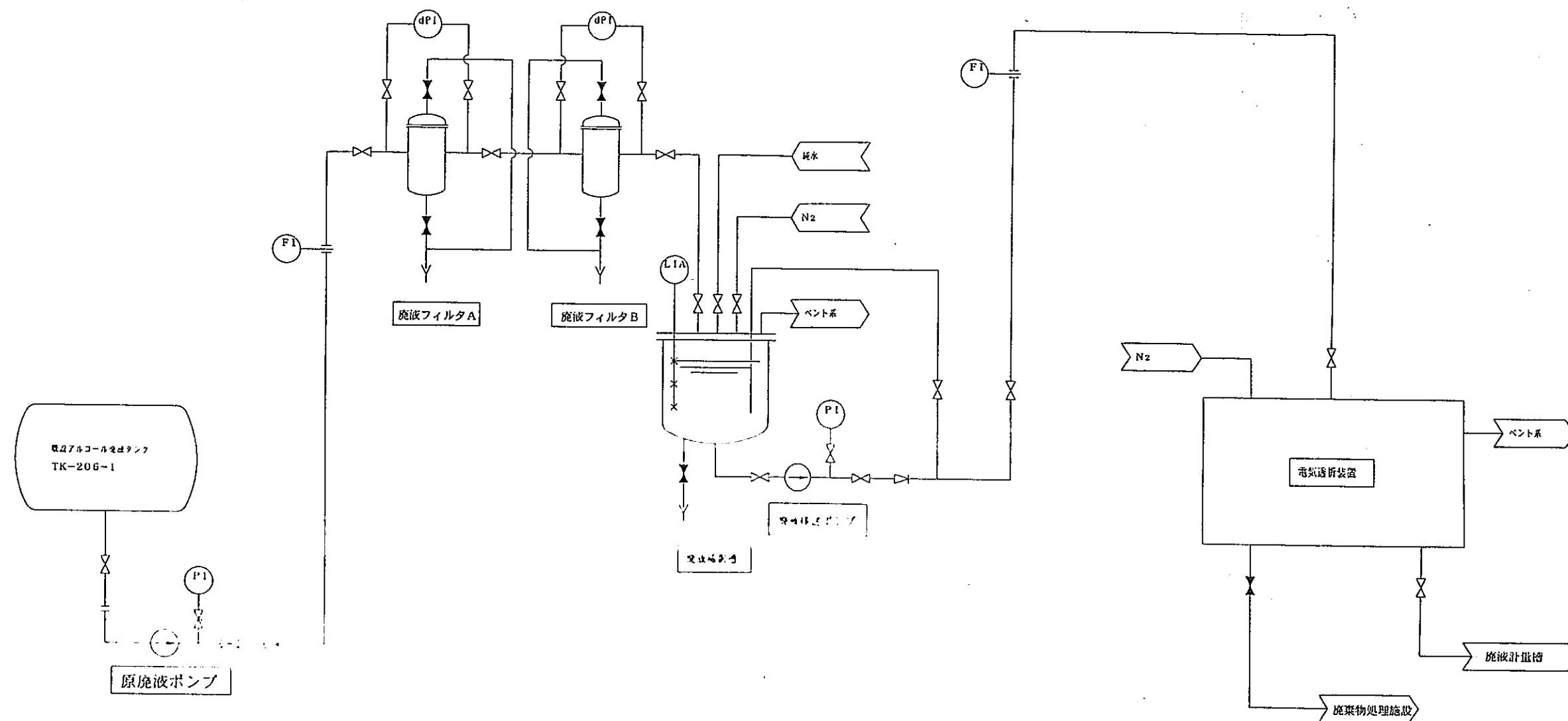


図 5.2.2-1(1) 「常陽」アルコール廃液処理装置

系統図

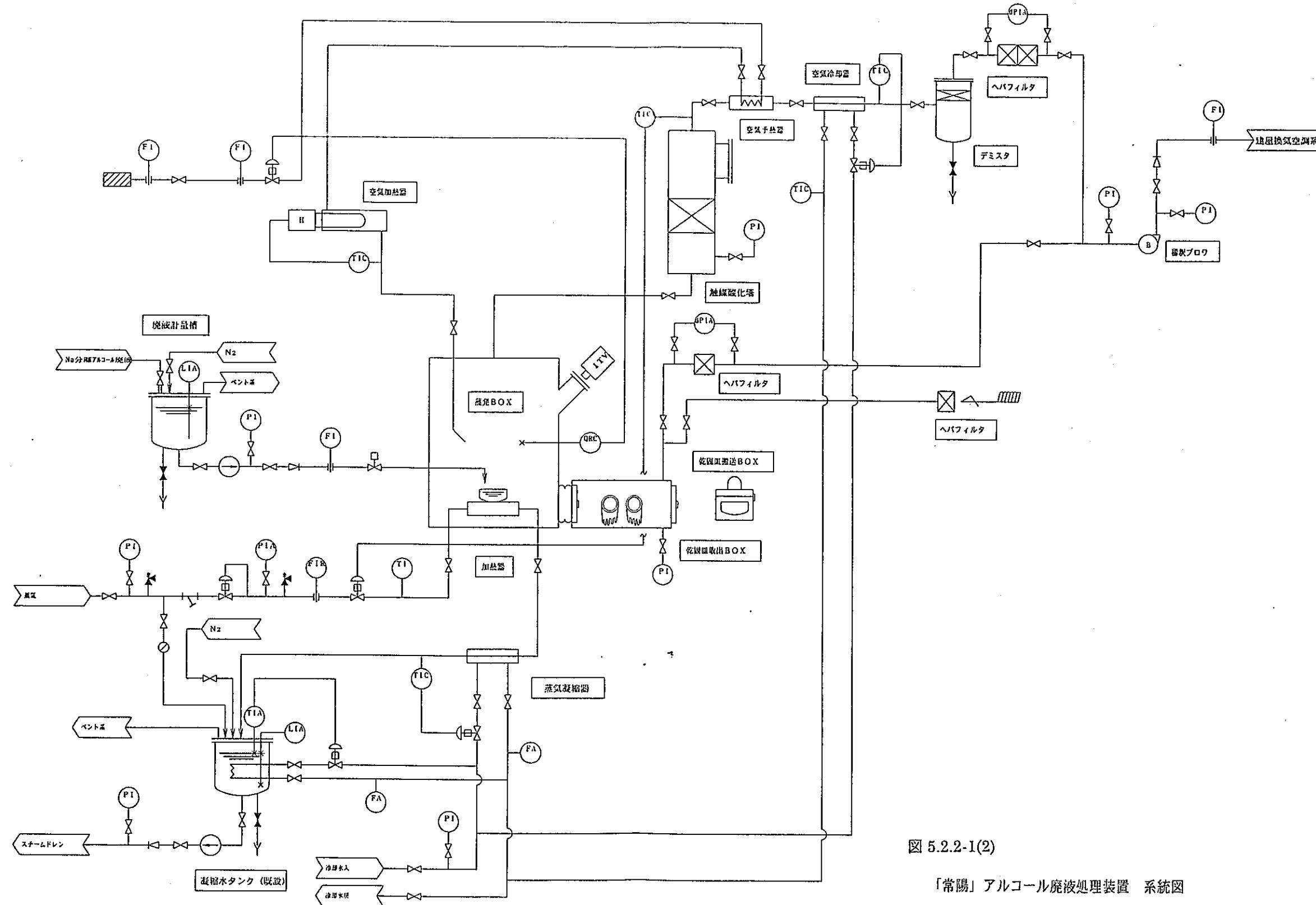


図 5.2.2-1(2)

「常陽」アルコール廃液処理装置 系統図

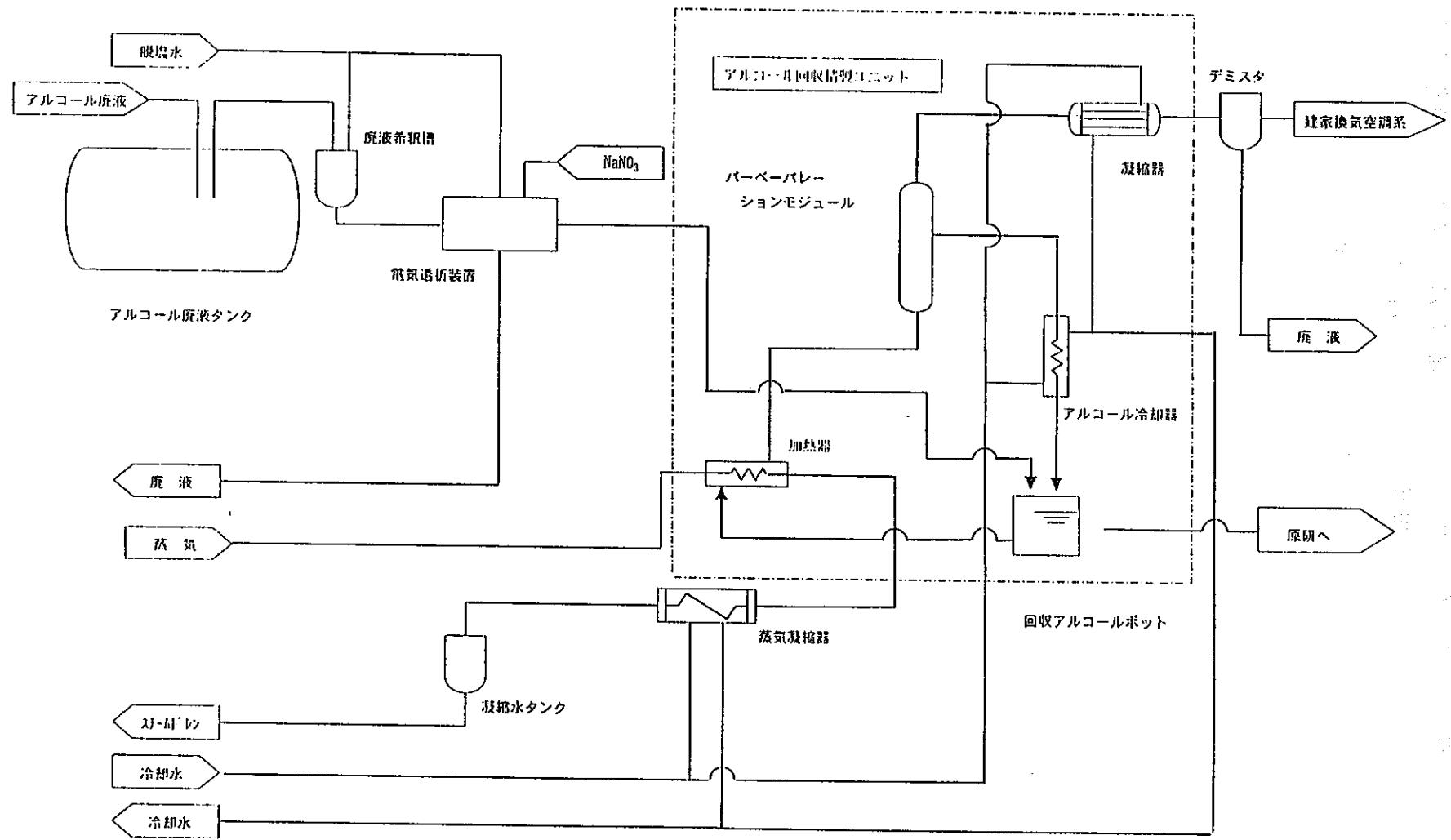


図 5.2.2-2 ベーパレーション膜を用いたアルコール廃液処理装置 系統図

表 5.2.2-1 プロセス1、プロセス2においてケース1の場合の廃液貯留量の経時変化
(1日当たり5時間20分処理)

年	アルコール追加量(m ³)	タンク貯留量(m ³)	アルコール濃度(%)	廃液処理速度(kg/年)	廃液処理速度(m ³ /年)
0	0	5.000	80.00	1199.25	1.439
1	0.3	3.861	80.31	1194.60	1.434
2	0.3	2.726	80.75	1188.17	1.428
3	0.3	1.598	81.47	1177.60	1.417
4	0.3	0.481	83.79	1145.04	1.385

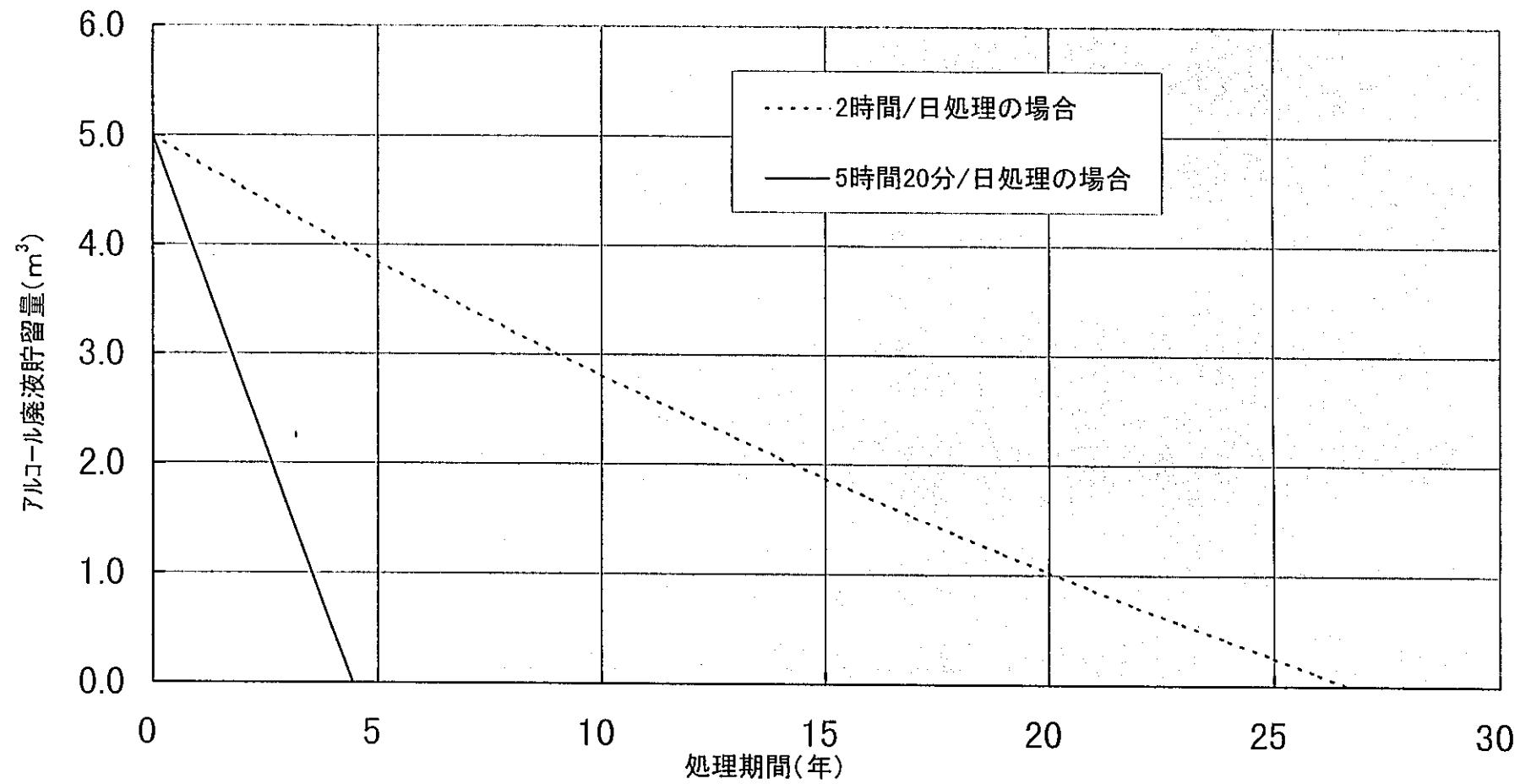


図 5.2.2-3 アルコール廃液貯留量の経時変化(プロセス1、プロセス2)

表 5.2.2-2 プロセス3の場合の廃液貯留量の経時変化
(1日当り5時間)

年	アルコール 再使用(m ³)	タンク貯留量 (m ³)	アルコール 濃度(%)	廃液処理速度 (kg/年)	廃液処理速度 (m ³ /年)
0	0	5.000	80.00	1092.00	1.310
1	0.3	3.990	80.41	1029.73	1.237
2	0.3	3.053	81.01	1022.15	1.229
3	0.3	2.124	81.84	1011.76	1.219
4	0.3	1.205	83.24	994.72	1.202

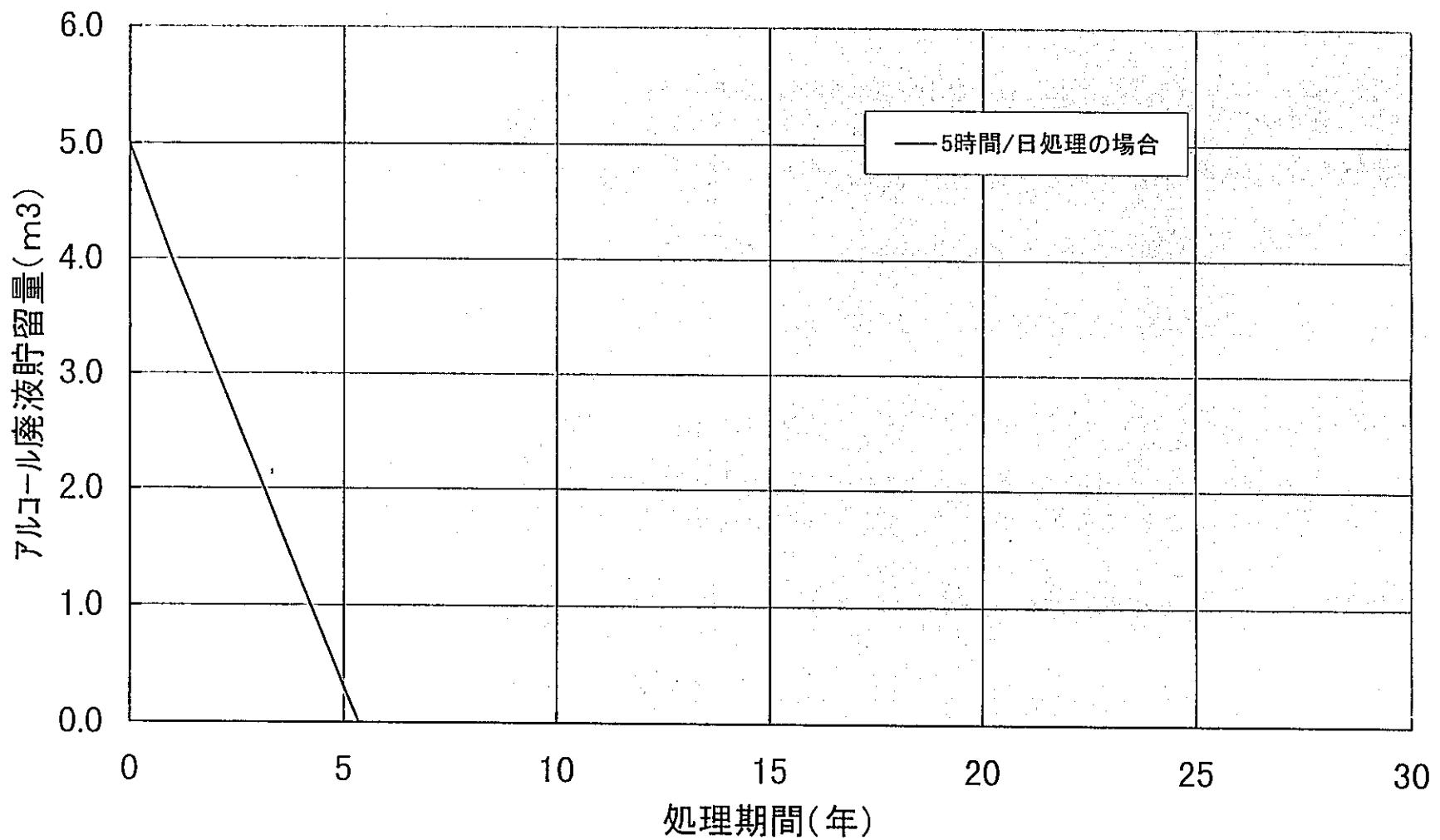


図 5.2.2-4 アルコール廃液貯留量の経時変化(プロセス3)

(2) 化学処理工程、物質収支

本項は、「常陽」アルコール廃液処理装置に関する化学処理工程及び物質収支を記述するものである。

① アルコール処理の考え方

(a) 基本プロセス

アルコール廃液は、アルコールタンクよりポンプで供給し、濾過器で固形分を濾過した後に分離膜によってナトリウム成分及び水分を除去する。また、これらを除去後にアルコール分解装置本体によって炭酸ガスと水に分解処理することを基本プロセスとする。

現状では、前処理は必ずしも必要でないことが考えられるので、以下の3プロセスを候補として検討する。

(i) 前処理として電気透析装置を設置する場合（以下「プロセス1」とする）

酸化触媒において水の存在は、必ずしも制約されないとのメーカーの見解があったので、ここでは水-アルコール分離膜を設置しないことを前提とした。

(ii) 前処理として電気透析装置を設置せずに炉及び酸化塔等で処理する場合（以下「プロセス2」とする）

(iii) 不純物の少ないアルコールを抽出して日本原子力研究所にて処理する場合（以下「プロセス3」とする）

② 計算内容

(a) 計算条件

1) アルコール廃液量

5m³とする。（プロセス1、プロセス2の場合は、再生アルコールが使用できなくなるので、これに新規のアルコールが年間300ℓ追加される）

2) アルコール廃液性状条件

表5.2.2-3のアルコール性状より収支計算は、表5.2.2-4の内容を仮定する。

表5.2.2-4 アルコール廃液性状条件

成分	割合又は量	考え方
エタノール	80%	分析結果は70%程度であるが、収支計算を簡単にするためI.P.Aを置き換えた。
M.E.K	-	分析結果は1%以下であり、収支計算上は無視する。
8アセチル化無糖	-	
I.P.A	-	分析結果は10%程度であるが、収支計算を簡単にするためエタノールに置き換えた。
水	20%	
Na	5g/ℓ	最新の分析結果より設定した。
その他	-	微量であるとして収支計算上は無視する。

(b) 分離条件

1) 電気透析におけるアルコール廃液中のアルコールと水の分離

実験結果より電気透析によりナトリウムが3%移行する。また、アルコールが10%移行する。

表5.2.2-3 「常陽」におけるアルコール廃液の性状

		購入 アルコール	グリッパ洗浄 後アルコール	リボイラ残液	蒸留後の アルコール	貯蔵タンク内 アルコール	グリッパ洗浄 再生 アルコール (1)	グリッパ洗浄 再生 アルコール (2)	上部廃液	中部廃液	下部廃液	底部廃液
日付		-	S62.12.26	S62.12.26	S62.12.26	S62.12.26	H6.8.8	H6.8.8	H12.1.13	H12.1.13	H12.1.13	H12.1.13
成分	エタノール	88.2 % (99度70℃) リ	72.1 %	64.5 %	74.5 %	-	-	71.0 %	68.5 %	62.3 %	60.7 %	60.9 %
	M. E. K	1.66 %	0.69 %	0.20 %	0.80 %	-	-	0.55 %	-	-	-	-
	8アセチル化無糖	0.06 %	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	I. P. A	10.04 %	13.4 %	10.3 %	13.1 %	-	-	11.7 %	10.8 %	9.75 %	9.59 %	9.62 %
	Na	-	6.99 g/ℓ	27.7 g/ℓ	2.92 g/ℓ	3.32 g/ℓ	0.88 g/ℓ	12.2 g/ℓ	3.28 g/ℓ	4.97 g/ℓ	5.42 g/ℓ	5.34 g/ℓ
	Fe	-	1.1 ppm	4.5 ppm	0.9 ppm	164 ppm	8 ppm	2.7 ppm	0.12 ppm	0.51 ppm	0.35 ppm	28.8 ppm
	Ni	-	0.03 ppm	0.22 ppm	0.02 ppm	23 ppm	3 ppm	0.03 ppm	<0.06 ppm	<0.06 ppm	<0.06 ppm	2.35 ppm
	Cr	-	0.25 ppm	0.55 ppm	0.01 ppm	55 ppm	0.7 ppm	0.08 ppm	<0.02 ppm	0.09 ppm	0.06 ppm	5.10 ppm
	B	-	19.0 ppm	70.6 ppm	7.7 ppm	-	-	15.6 ppm	-	-	-	-
	Si	-	53.0 ppm	821 ppm	28.3 ppm	-	-	428 ppm	-	-	-	-
	Al	-	17.0 ppm	50.6 ppm	7.2 ppm	-	-	12.6 ppm	-	-	-	-
	Mn	-	-	-	-	-	-	-	<0.1 ppm	<0.1 ppm	<0.1 ppm	0.74 ppm
	Co	-	-	-	-	-	-	-	<0.007 ppm	<0.007 ppm	<0.007 ppm	0.13 ppm
電導度		-	-	-	-	-	-	-	3.64mS/cm	6.57mS/cm	7.63mS/cm	7.62mS/cm
備考		日本アルコー ル製エキネン F-1	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より	分析報告書 より

③ プロセス 1 の場合の収支計算

(a) ケース 1

図5.5.2-5に示す物質収支図に記載されているストリーム番号における計算の考え方を以下に示す。

<1> : アルコール廃液

アルコール廃液量と仮定した成分の割合より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール

$$5\text{m}^3 \times 0.8 + 3\text{m}^3/\text{年} \times 5\text{年} = 5.5\text{m}^3$$

- ・ 水

$$5\text{m}^3 \times 0.2 = 1\text{m}^3$$

- ・ ナトリウム

$$5000\ell \times 5\text{g}/\ell + 300\ell/\text{年} \times 5\text{g}/\ell = 32500\text{g} (= 32.5\text{kg})$$

<2> : 脱塩水

<2>=<2a>+<2b>より、以下の通りとなる。

- ・ 水

$$17.3\text{m}^3 + 137\text{m}^3 = 154.3\text{m}^3$$

<2a> : 脱塩水

ナトリウム分離膜の前処理として以下の両方を満足させることを考慮する。

- アルコール濃度を30%に希釈（電気透析の条件）

$$: 5.5\text{m}^3 / 0.3 - 1\text{m}^3 = 17.3\text{m}^3$$

<2b> : 脱塩水

ナトリウム分離時は、脱塩水として以下の両方を満足させることを考慮する。

- 廃液の排出基準のpH12以下の量 : 137m³ (<5>より)

よって、

- ・ 水 : 137m³

<3> : 希釀アルコール廃液

<3>=<1>+<2a>より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール : 5.5m^3
- ・ 水
 $1\text{m}^3 + 17.3\text{m}^3 = 18.3\text{m}^3$
- ・ ナトリウム : 32.5kg

<4> : ナトリウム分離後アルコール廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコールが10%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

- ・ エタノール
 $5.5\text{m}^3 \times 0.9 = 4.95\text{m}^3$
- ・ 水
 18.3m^3
- ・ ナトリウム
 $32.5\text{kg} \times 0.03 = 0.98\text{kg}$

<5> : 廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコールが10%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

- ・ エタノール
 $5.5\text{m}^3 \times 0.1 = 0.55\text{m}^3$
- ・ 水
廃液の排出基準のpH12以下の量にする必要があるので
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$ より、
 $31.5 / (23 \times 1 \times 10^{-14} \times 1 \times 10^{12}) = 137\text{m}^3$
- ・ ナトリウム
 $32.5\text{kg} \times 0.97 = 31.5\text{kg}$
- ・ pH
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$
 $= -\log (1.0 \times 10^{-14} / (31.5 \times 10^3 / 23 / 137 \times 10^3))$
 $= 12$

<6> : 加熱用空気

- ・ 空気
- ⑥(a) 項より 501kg/h

<7> : 蒸発アルコール

- ⑥(a) 項より、
- ・ エタノール
 $3.3\text{kg/h} \times 0.3 = 1\text{kg/h}$ (処理速度)
 4.95m^3 (総量)
- ・ 水
 $3.3\text{kg/h} \times 0.7 = 2.3\text{kg/h}$ (処理速度)
 18.3m^3 (総量)
- ・ 空気
 501kg/h

<8> : 廃ガス

- ・ 空気
 501kg/h
- ・ 二酸化炭素
 エタノールが以下の酸化分解 (酸化効率93%以上) するので、
 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH} + 3\text{O}_2 \rightarrow 2\text{CO}_2 + 3\text{H}_2\text{O}$
 $1\text{kg/h} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 1.8\text{kg/h}$ (処理速度)
 $(4950 \times 0.8) \text{ kg} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 7045\text{kg}$ (総量)

<9> : 凝縮水

- エタノールと水が全て回収されると仮定すると
- ・ エタノール
 エタノールが酸化分解するがその効率が、過去の実験により酸化効率93%以上なので、
 $(4950 \times 0.8) \text{ kg} \times 0.07 = 277\text{kg}$ (総量)
 $(= 0.347\text{m}^3)$
 - ・ 水
 $2.3\text{kg/h} + 1\text{kg/h} \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 3.4\text{kg/h}$ (処理速度)
 $12.1\text{m}^3 + 18.3\text{ m}^3 (4.95 \times 0.8) \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 34.7\text{m}^3$ (総量)

<10> : 乾固物

- 加熱空気により水とアルコール分が蒸発し、水酸化ナトリウムが生成するので、以下の通りとなる。
- ・ 水酸化ナトリウム
 $40/23 \times 00.98\text{kg} = 1.7\text{kg}$

<11> : 冷却水

計算上は簡単に空気100%とすると、必要交換熱量は、
 $501\text{kg/h} \times 1.01\text{KJ/kg}\cdot\text{k} \times 160\text{k} = 80962\text{KJ/h}$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{80962\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{KJ/kg}\cdot\text{k}\times 5\text{k}} = 3855\text{kg/h}$$

<12> : 冷却水

必要交換熱量は、

$$4\text{kg/h} \times (2238\text{KJ/kg} - 2414\text{KJ/kg}) = 704\text{KJ/h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{704\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{kcal/kg}\cdot\text{k}\times 5\text{k}} = 34\text{kg/h}$$

<13> : 蒸気

⑥(a) 項より 4kg/h

<14> : 蒸気ドレン水

廃液を蒸発している時間だけ蒸気を流すとすると、⑥(a) 項で検討した蒸発速度より、

$$2\text{h}/\text{日} \times 180\text{日}/\text{年} \times 5\text{年} \times 4\text{kg/h} = 7200\text{kg}$$

<15> : 脱塩水

環境へのアルコールの排出規制値約1%とするため凝縮水を稀釀する。

水: 12.1m³

<A> : 二次廃棄物（電気透析膜）

電気透析膜（スチレン系樹脂+加硫ゴム）が二次廃棄物となる。

約 2 kg/交換 (=容積 2 ℓ) 発生する。交換の目安は試験結果より 30RUN と仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(5500\ell + 18300\ell) / 15\ell/30RUN \times 2\text{kg} = 106\text{kg}$$

 : 二次廃棄物（触媒）

触媒 (2MgO · 2Al₂O₃ · 5SiO₂ + Pt) が二次廃棄物となる。15kg/交換発生する。交換頻度は試験等で確認する必要があるが、交換の目安は約5年である。よって15kg発生する。

<C> : 二次廃棄物 (NaNO₃)

電極液が二次廃棄物となる。

0.5N NaNO₃が必要となる。2.5ℓ/交換発生する。交換の目安は20~100時間使用每なので、50時間で交換すると仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(5500\text{kg} + 18300\text{kg}) / (1.25\text{kg/h} \times 80\% / 20\%) / 50\text{h} \times 2.5\ell = 238\ell$$

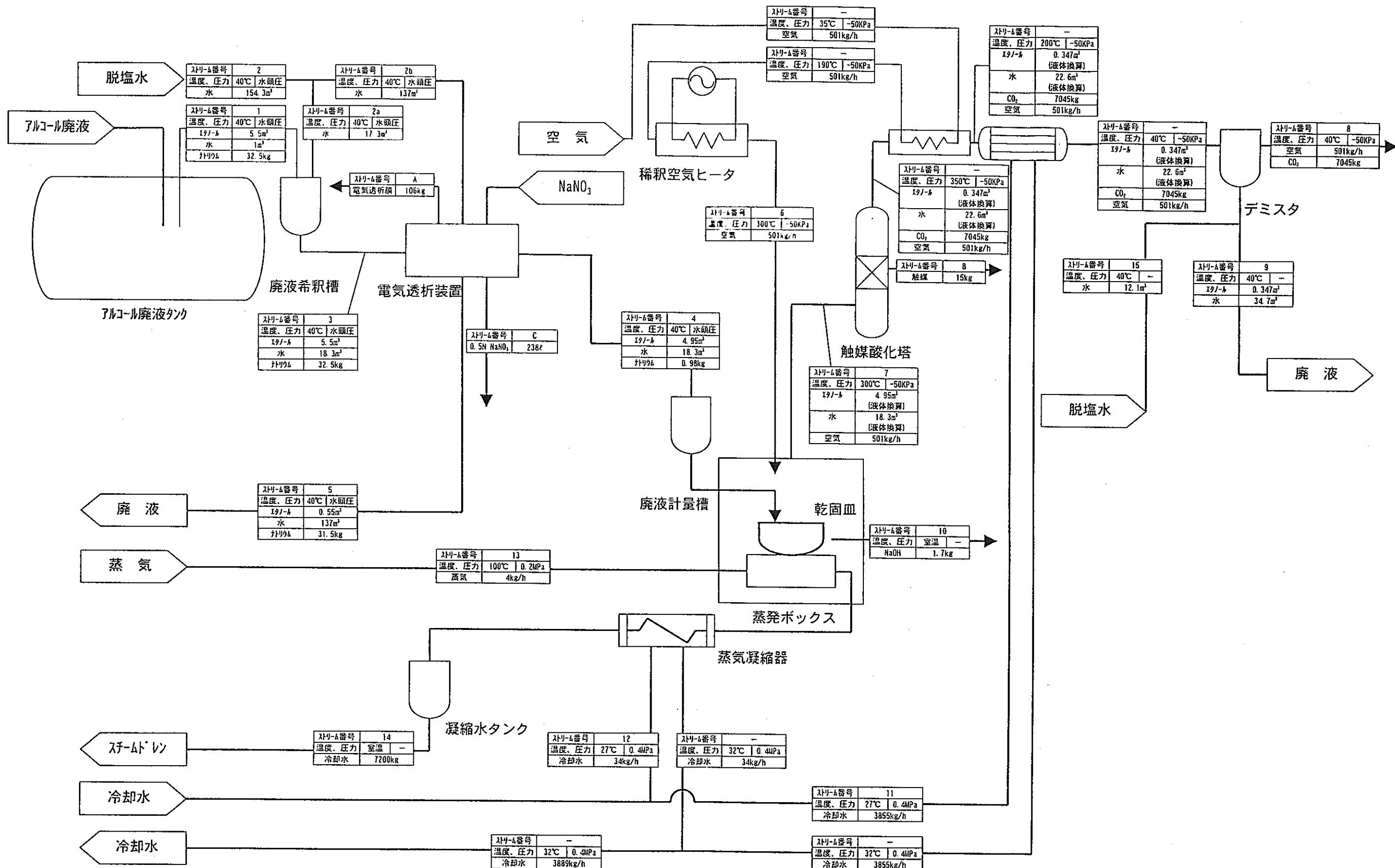


図 5.2.2-5 物質収支図 (プロセス 1、ケース 1)

(b) ケース2

図5.5.2-6に示す物質収支図に記載されているストリーム番号における計算の考え方を以下に示す。

<1> : アルコール廃液

アルコール廃液量と仮定した成分の割合より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール

$$5\text{m}^3 \times 0.8 + 0.3 \text{ m}^3/\text{年} \times 27\text{年} = 12.1\text{m}^3$$

- ・ 水

$$5\text{m}^3 \times 0.2 = 1\text{m}^3$$

- ・ ナトリウム

$$5000\ell \times 5\text{g}/\ell + 300\ell/\text{年} \times 27\text{年} \times 5\text{g}/\ell = 65500\text{g} (= 65.5\text{kg})$$

<2> : 脱塩水

<2>=<2a>+<2b>より、以下の通りとなる。

- ・ 水

$$39.3\text{m}^3 \times 276\text{m}^3 = 315.3\text{m}^3$$

<2a> : 脱塩水

ナトリウム分離膜の前処理として以下の両方を満足させることを考慮する。

- アルコール濃度を30%に稀釀（電気透析の条件）

$$: 12.1 \text{ m}^3 / 0.3\text{m}^3 = 39.3\text{m}^3$$

<2b> : 脱塩水

ナトリウム分離時は、脱塩水として以下を満足させられることを考慮する。

- 廃液の排出基準のpH12以下の量：276m³ (<5>より)

<3> : 稀釀アルコール廃液

<3>=<1>+<2a>より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール：12.1m³

- ・ 水

$$1\text{m}^3 \times 39.3\text{m}^3 = 40.3\text{m}^3$$

- ・ ナトリウム：65.5kg

・ <4> : ナトリウム分離後アルコール廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコールが100%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

・ エタノール

$$12.1\text{m}^3 \times 0.9 = 10.9\text{m}^3$$

・ 水

$$40.3\text{m}^3$$

・ ナトリウム

$$65.5\text{kg} \times 0.03 = 1.97\text{kg}$$

<5> : 廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコール10%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

・ エタノール

$$12.1\text{m}^3 \times 0.1 = 1.21\text{m}^3$$

・ 水

廃液の排出基準のpH2以下の量にする必要があるので

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-]) \text{ より、}$$

$$63.54 / (23 \times 1 \times 10^{-14} \times 1 \times 10^{12}) = 276\text{m}^3$$

・ ナトリウム

$$65.5\text{kg} \times 0.97 = 63.54\text{kg}$$

・ pH

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$$

$$= -\log (1.0 \times 10^{-14} / (63.5\text{kg} \times 10^3 / 23 / 276 \times 10^3))$$

$$= 12$$

<6> : 加熱用空気

・ 空気

⑥(a) 項より 501kg/h

<7> : 蒸発アルコール

⑥(a) 項より

・ エタノール

$$3.3\text{kg/h} \times 0.3 = 1\text{kg/h} \text{ (処理速度)}$$

10.9 m³ (総量)

・ 水

$$3.3\text{kg/h} \times 0.7 = 2.3\text{kg/h} \text{ (処理速度)}$$

40.3m³ (総量)

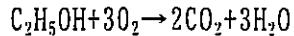
・ 水

501kg/h

<8> : 廃ガス

- ・ 空気
501kg/h
- ・ 二酸化炭素

エタノールが以下の酸化分解（酸化効率93%以上）するので、



$$1\text{kg}/\text{h} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 1.8\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

$$(10900 \times 0.8) \text{ kg} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 15514\text{kg} \text{ (総量)}$$

<9> : 凝縮水

エタノールと水が全て回収されると仮定すると

- ・ エタノール

エタノールが酸化分解するがその効率が、過去の実験により酸化効率93%以上なので、

$$(10900 \times 0.8) \text{ kg} \times 0.07 = 610\text{kg} \text{ (総量)}$$

$$(=0.763\text{m}^3)$$

- ・ 水

$$4\text{kg}/\text{h} + 1\text{kg}/\text{h} \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 5.1\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

$$26.5\text{m}^3 + 40.3\text{ m}^3 + (10.9 \times 0.8) \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 76.3\text{ m}^3$$

<10> : 乾固物

加熱空気により水とアルコール分が蒸発し、水酸化ナトリウムが生成するので、以下の通りとなる。

- ・ 水酸化ナトリウム

$$40/23 \times 1.97\text{kg} = 3.4\text{kg}$$

<11> : 冷却水

計算上は簡単に空気100%とすると、必要交換熱量は、

$$501\text{kg}/\text{h} \times 1.01\text{KJ/kg} \cdot \text{k} \times 160\text{k} = 80962\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{80962\text{KJ}}{4.2\text{KJ/kg} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 3855\text{kg}/\text{h}$$

<12> : 冷却水

必要交換熱量は、

$$4\text{kg}/\text{h} \times (2238\text{KJ/kg} - 2414\text{KJ/kg}) = 704\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{704\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{kcal/kg} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 34\text{kg}/\text{h}$$

<13> : 蒸気

⑥(a) 項より 4kg/h

<14> : 蒸気ドレン水

廃液を蒸発している時間だけ蒸気を流すとすると、⑥(a) 項で検討した蒸発速度より、

$$5.33\text{h}/\text{日} \times 180\text{日}/\text{年} \times 27\text{年} \times 4\text{kg}/\text{h} = 103615\text{kg}$$

<15> : 脱塩水

環境へのアルコールの排出規制値約1%とするため凝縮水を稀釀する。

水 : 26.5m³

<A> : 二次廃棄物

環境へのアルコールの排出規制値約1%とするため凝縮水を稀釀する。

電気透析膜（ステンレス系樹脂+加硫ゴム）が二次廃棄物となる。

約2kg/交換（=容積2ℓ）発生する。交換の目安は試験結果により30RUNと仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(12100\ell + 60500\ell) / 15\ell / 30\text{RUN} \times 2\text{kg} = 323\text{kg}$$

 : 二次廃棄物（触媒）

触媒（2MgO・2Al₂O₃・5SiO₂+Pt）が二次廃棄物となる。15kg/交換発生する。交換頻度は試験等で確認する必要があるが、交換の目安は約5年である。よって、75kg発生する。

<C> : 二次廃棄物（NaNO₃）

電極液が二次廃棄物となる。

0.5N NaNO₃が必要となる。2.5ℓ/交換発生する。交換の目安は20～100時間用每などで、50時間で交換すると仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(12100\text{kg} + 60500\text{kg}) / (1.25\text{kg}/\text{h} \times 80\% / 20\%) / 50\text{h} \times 2.5\ell = 726\ell$$

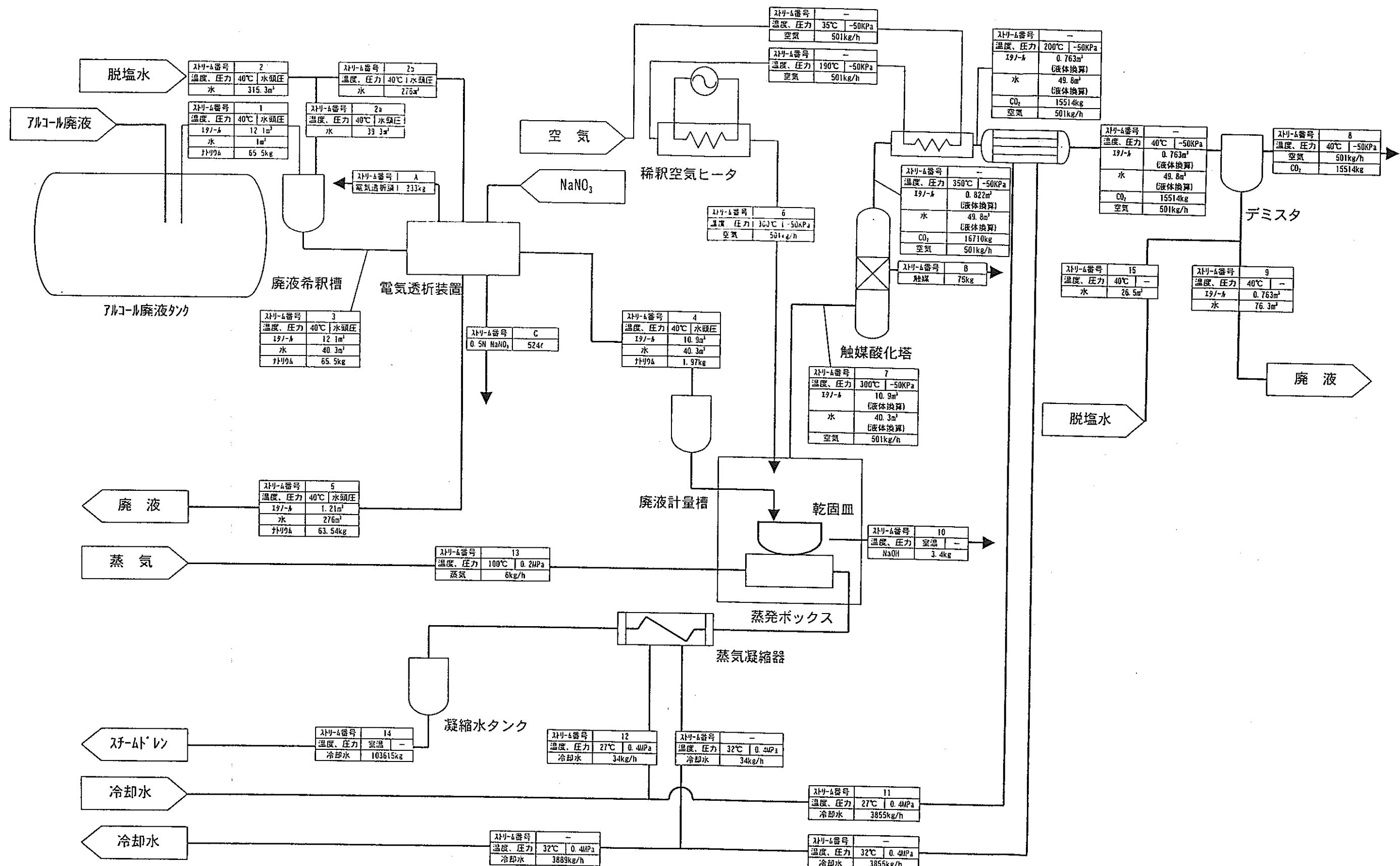


図 5.2.2-6 物質収支図（プロセス 1、ケース 2）

④ プロセス2の場合の収支計算

(a) ケース 1

図5.5.2-7に示す物質収支図に記載されているストリーム番号における計算の考え方を以下に示す。

<1> : アルコール廃液

アルコール廃液量と仮定した成分の割合より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール

$$5\text{m}^3 \times 0.8 + 0.3\text{m}^3/\text{年} \times 5\text{年} = 5.5 \text{ m}^3$$

- ・ 水

$$5\text{m}^3 \times 0.2 = 1\text{m}^3$$

- ・ ナトリウム

$$5000\ell \times 5\text{g}/\ell + 300\ell/\text{年} \times 5\text{年} \times 5\text{g}/\ell = 32500\text{g} (= 32.5\text{kg})$$

<2> : 欠番

<3> : 欠番

<4> : 欠番

<5> : 欠番

<6> : 加熱用空気

- ・ 空気

⑥(b) 項より 616kg/h

<7> : 蒸発アルコール

⑥(b) 項より

- ・ エタノール

$$1.25\text{kg}/\text{h} \times 0.8 = 1\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

5.5m³ (総量)

- ・ 水

$$1.25\text{kg}/\text{h} \times 0.2 = 0.25\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

1m³ (総量)

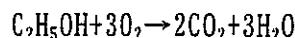
- ・ 空気

616kg/h

<8> : 廃ガス

- ・ 空気
616kg/h
- ・ 二酸化炭素

エタノールが以下の酸化分解（酸化効率93%以上）するので、



$$1\text{kg}/\text{h} \times 2 \times 44 / 46 \times 0.93 = 1.8\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

$$(5500 \times 0.8) \text{ kg} \times 2 \times 44 / 46 \times 0.93 = 7828\text{kg} \text{ (総量)}$$

<9> : 凝縮水

エタノールが以下の酸化分解（酸化効率93%以上）するので、

- ・ エタノール

エタノールが酸化分解するがその効率が、過去の実験により酸化効率93%以上なので

$$(5500 \times 0.8) \text{ kg} \times 0.07 = 308\text{kg} \text{ (総量)}$$

$$(=0.385\text{m}^3)$$

- ・ 水

$$0.25\text{kg}/\text{h} + 1\text{kg}/\text{h} \times 3 \times 18 / 46 \times 0.93 = 1.3\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

$$32.3\text{m}^3 + 1\text{m}^3 + (5.5 \times 0.8) \times 3 \times 18 / 46 \times 0.93 = 38.1\text{m}^3 \text{ (総量)}$$

<10> : 乾固物

加熱空気により水とアルコール分が蒸発し、水酸化ナトリウムが生成するので、以下の通りとなる。

- ・ 水酸化ナトリウム

$$40/23 \times 32.5\text{kg} = 56.5\text{kg}$$

<11> : 冷却水

計算上は簡単に空気100%とすると、必要交換熱量は、

$$616\text{kg}/\text{h} \times 1.01\text{KJ}/\text{kg} \cdot \text{k} \times 160\text{k} = 99546\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{99546\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{KJ} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 4740\text{kg}/\text{h}$$

<12> : 冷却水

必要交換熱量は、

$$1.5\text{kg}/\text{h} \times (2238\text{KJ}/\text{kg} - 2414\text{KJ}/\text{kg}) = 26\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{246\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{KJ} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 13\text{kg}/\text{h}$$

<13> : 蒸気

⑥(b) 項より 1.5kg/h

<14> : 蒸気ドレン水

廃液を蒸発している時間だけ蒸気を流すとすると、④2) 項で検討した蒸発速度より

$$2\text{h}/\text{日} \times 180\text{日}/\text{年} \times 5\text{年} \times 1.5\text{kg}/\text{h} = 2700\text{kg}$$

<15> : 脱塩水

環境へのアルコール排出規制値約1%とするため凝縮水を稀釀する。

水 : 32.3m³

<A> : 欠番

 : 二次廃棄物（触媒）

触媒 ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2 + \text{Pt}$) が二次廃棄物となる。15kg/交換発生する。交換頻度は試験等で確認する必要があるが、交換の目安は約5年である。

よって15kg発生する。

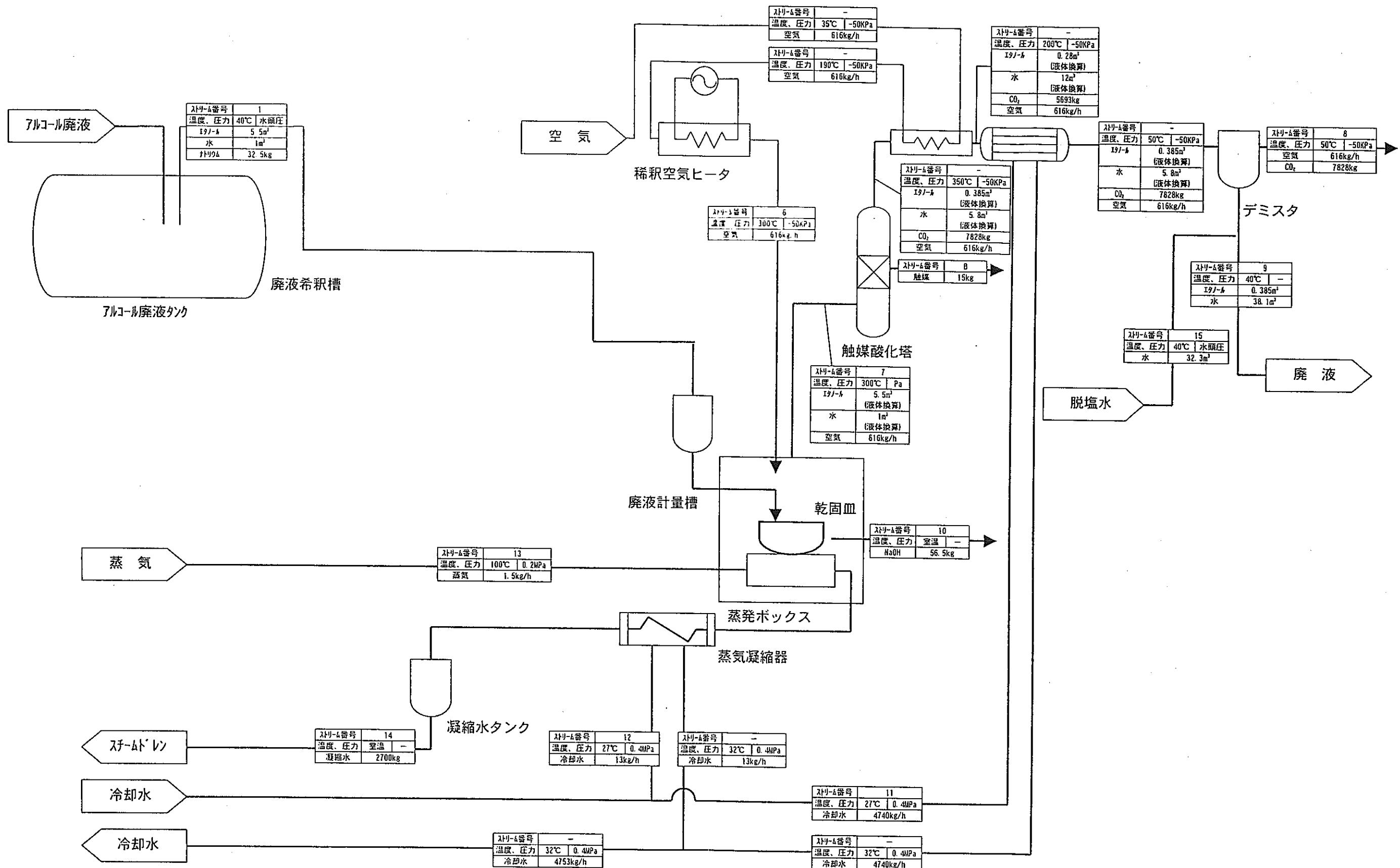


図 5.2.2-7 物質収支図 (プロセス 2、ケース 1)

(b) ケース2

図5.5.2-8に示す物質収支図に記載されているストリーム番号における計算の考え方を以下に示す。

<1> : アルコール廃液

アルコール廃液体量と仮定した成分の割合より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール

$$5\text{m}^3 \times 0.8 + 0.3\text{m}^3/\text{年} \times 27\text{年} = 12.1\text{m}^3$$

- ・ 水

$$5\text{m}^3 \times 0.2 = 1\text{m}^3$$

- ・ ナトリウム

$$5000\ell \times 5\text{g}/\ell + 300\ell/\text{年} \times 27\text{年} \times 5\text{g}/\ell = 65500\text{g} (= 65.5\text{kg})$$

<2> : 欠番

<3> : 欠番

<4> : 欠番

<5> : 欠番

<6> : 加熱用空気

- ・ 空気

⑥(b)項より 616kg/h

<7> : 蒸発アルコール

⑥(b)項より、

- ・ エタノール

$$1.25\text{kg}/\text{h} \times 0.8 = 1\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

12.1m³ (総量)

- ・ 水

$$1.25\text{kg}/\text{h} \times 0.2 = 0.25\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

1m³ (総量)

- ・ 空気

616kg/h

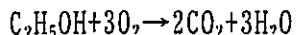
<8> : 廃ガス

- ・ 空気

616kg/h

- ・ 二酸化炭素

エタノールが以下の酸化分解（酸化効率93%以上）するので、



$$1\text{kg}/\text{h} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 1.8\text{kg}/\text{h} \text{ (処理速度)}$$

$$(12000 \times 0.8) \text{ kg} \times 2 \times 44/46 \times 0.93 = 17080\text{kg} \text{ (総量)}$$

<9> : 凝縮水

エタノールと水が全て回収されると仮定すると

- エタノール

エタノールが酸化分解するがその効率が、過去の実験により酸化効率が93%以上なので、

$$(12000 \times 0.8) \text{ kg} \times 0.07 = 672\text{kg} \text{ (総量)}$$

$$(=0.84\text{m}^3)$$

- 水

$$0.25\text{kg}/\text{h} + 1\text{kg}/\text{h} \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 83.2\text{m}^3 \text{ (処理速度)}$$

$$71.7\text{m}^3 + 1\text{m}^3 + (12 \times 0.8) \times 3 \times 18/46 \times 0.93 = 83.2 \text{ m}^3 \text{ (総量)}$$

<10> : 乾固物

加熱空気により水とアルコール分が蒸発し、水酸化ナトリウムが生成するので以下の通りとなる。

- 水酸化ナトリウム

$$40/23 \times 65.5\text{kg} = 114\text{m}^3 \text{ (処理速度)}$$

<11> : 冷却水

計算上は簡単な空気100%とすると、必要交換熱量は、

$$616\text{kg}/\text{h} \times 1.01\text{KJ}/\text{kg} \cdot \text{k} \times 160\text{k} = 99546\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{99546\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{KJ} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 4740\text{kg}/\text{h}$$

<12> : 冷却水

必要交換熱量は、

$$1.5\text{kg}/\text{h} \times (2238\text{KJ}/\text{kg} - 2414\text{KJ}/\text{kg}) = 264\text{KJ}/\text{h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{264\text{KJ}/\text{h}}{4.2\text{KJ} \cdot \text{k} \times 5\text{k}} = 13\text{kg}/\text{h}$$

<13> : 蒸気

⑥(b) 項より 1.5kg/h

<14> : 蒸気ドレン水

廃液を蒸発している時間だけ蒸気を流すとすると、④2) 項で検討した蒸発速度より、

5.33h/日×180日×27年×1.5kg/h=259038kg

<15> : 脱塩水

環境へのアルコールの排出規制値約1%とするため凝縮水を稀釀する。

水: 71.7 m³

<A> : 欠番

 : 二次廃棄物（触媒）

触媒 (2MgO · 2Al₂O₃ · 5SiO₂+Pt) が二次廃棄物となる。15kg/交換発生する。交換頻度は試験等で確認する必要があるが、交換の目安は約5年である。

よって75kg発生する。

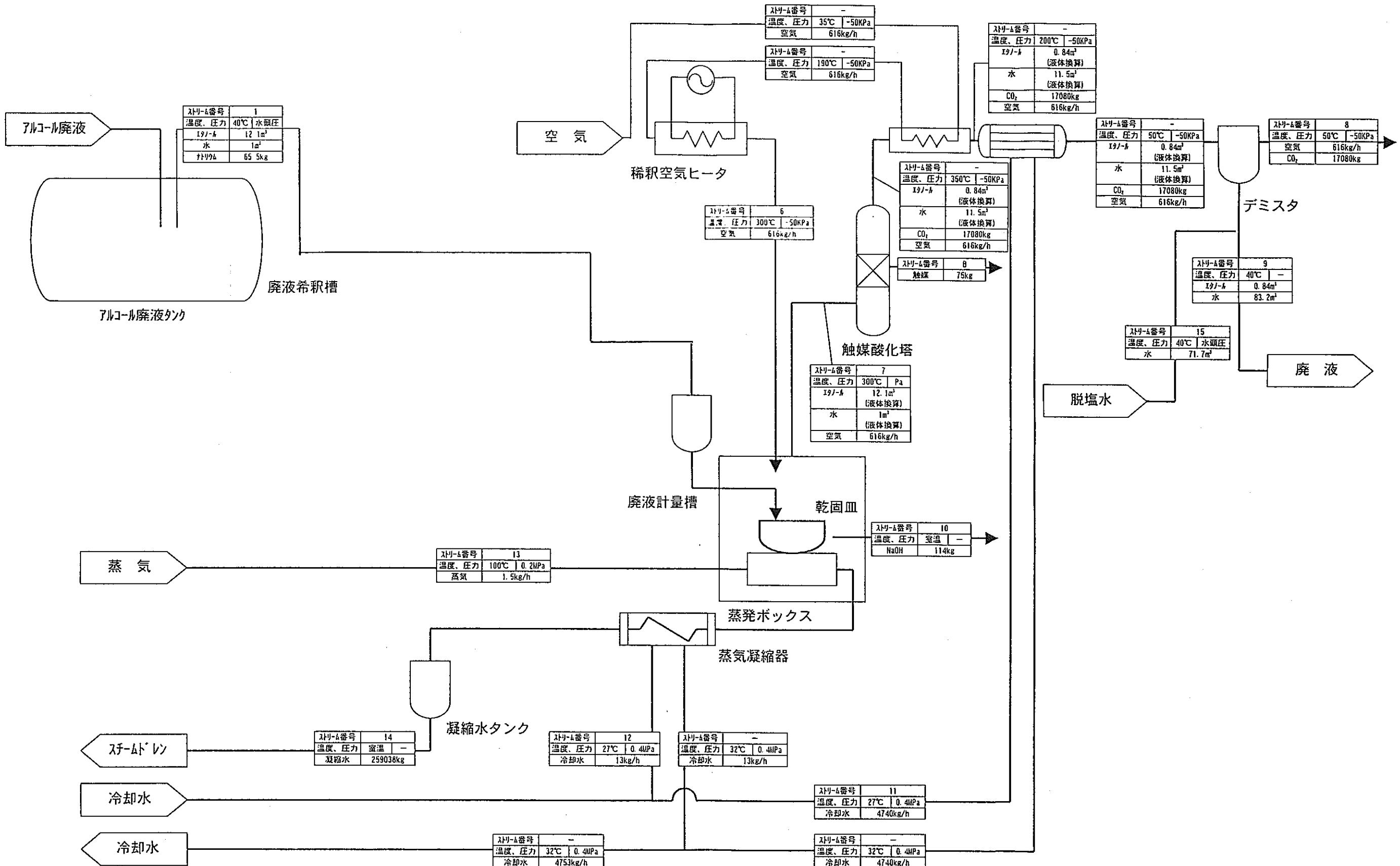


図 5.2.2-8 物質収支図 (プロセス 2、ケース 2)

⑤ プロセス3の場合の収支計算

図5.5.2-9に示す物質収支図に記載されているストリーム番号における計算の考え方を以下に示す。

<1> : アルコール廃液

アルコール廃液量と仮定した成分の割合より、以下の通りとなる。

- ・ エタノール
 $5\text{m}^3 \times 0.8 = 4\text{m}^3$
- ・ 水
 $5\text{m}^3 \times 0.2 = 1\text{m}^3$
- ・ ナトリウム
 $5000\ell \times 5\text{g}/\ell = 25000\ell (=25\text{kg})$

<2> : 脱塩水

$<2> = <2a> + <2B>$ より、以下の通りとなる。

- ・ 水
 $12.3\text{m}^3 \times 105\text{ m}^3 = 117.3\text{m}^3$

<2a> : 脱塩水

ナトリウム分離膜の前処理として以下の両方を満足させることを考慮する。

- アルコール濃度を30%に稀釀（電気透析の条件）

$$: 4\text{ m}^3 / 0.3 - 1\text{ m}^3 = 12.3\text{ m}^3$$

<2b> : 脱塩水

ナトリウム分離等は、脱塩水として以下を満足させることを考慮する

- 廃液の排出基準のpH12以下の量： 105m^3 (<5>より)

- ・ 水： 105m^3

<3> : 稀釀アルコール廃液

$<3> = <1> + <2a>$ より、以下の通りとなる。

- ・ 水
 $1\text{m}^3 + 12.3\text{m}^3 = 13.3\text{m}^3$
- ・ ナトリウム： 25kg

<4> : ナトリウム分離後アルコール廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコールが10%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

- ・ エタノール
 $4\text{m}^3 \times 0.9 = 3.6\text{m}^3$

- ・ 水
13.3m³
- ・ ナトリウム
 $25\text{kg} \times 0.03 = 0.75\text{kg}$

<5> : 廃液

電気透析によりナトリウムが97%除去される。また、アルコールが10%程度移行すると考えられるので以下の通りとなる。

- ・ エタノール
 $4\text{m}^3 \times 0.1 = 0.4\text{m}^3$
- ・ 水
廃液の排出基準のpH12以下の量にする必要があるので
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$ より、
 $24.3 / (23 \times 1 \times 10^{-14} \times 10^{12}) = 105 \text{ m}^3$
- ・ ナトリウム
 $25\text{kg} \times 0.97 = 24.3\text{kg}$
- ・ pH
 $\text{pH} = -\log [\text{H}^+] = -\log (1.0 \times 10^{-14} / [\text{OH}^-])$ より、
 $= -\log (1.0 \times 10^{-14} / (24.3 \times 10^3 / 23 / 105 \times 10^3))$
 $= 12$

<6> : 膜分離処理

P V膜により、エタノールが99.5%、水が98%、ナトリウムが20%分離されるので、各工程に流れる割合は以下の通りとなる。（メーカ聞き取り）

<6a> : アルコール濃縮工程

- ・ エタノール
 $3.6\text{m}^3 \times 0.995 = 3.58\text{m}^3$ (総量)
- ・ 水
 $13.3\text{m}^3 \times 0.02 = 0.27\text{m}^3$ (総量)
- ・ ナトリウム
 $0.75\text{kg} \times 0.2 = 0.15\text{kg}$ (総量)

<6b> : 廃液工程

- ・ エタノール
 $3.6\text{m}^3 \times 0.005 = 0.018\text{m}^3$ (総量)
- ・ 水
 $13.3\text{m}^3 \times 0.98 = 13.0\text{m}^3$ (総量)
- ・ ナトリウム
 $0.75\text{kg} \times 0.8 = 0.6\text{kg}$ (総量)

また、P V膜の処理面積は、以下の通りとする。

アルコール廃液タンク内の廃液を5年で処理するものとし、 $0.3 \text{ m}^3/\text{年}$ の濃縮アルコールは、再利用するとするとアルコールの必要処理量は、

$$5 (\text{m}^3) / 5 (\text{年}) + 0.3 (\text{m}^3/\text{年}) = 1.3 (\text{m}^3/\text{年})$$

水の透過量は、処理廃液の濃度と比例して減少するので、30%のアルコール廃液を処理すると

$$2.3 \text{ kg/h} \cdot \text{m}^2 \times (30\% / 90\%) = 0.77 \text{ kg/h} \cdot \text{m}^2$$

1時間当たりの水の必要透過量は透過率が98%なので、

$$1.3 (\text{m}^3) \times (70\% / 30) \times 0.98 / (180 \times 5.33 (\text{h})) = 3.1 (\text{kg/h})$$

よって、必要膜面積は、

$$3.1 (\text{kg/h}) / 0.77 (\text{kg/h} \cdot \text{m}^2) = 4.02 (\text{m}^2) \text{ 以上必要となる。}$$

<7> : 凝縮水

凝縮器の必要冷却水量は以下の通りとなる。(メーカー聞き取り)

$$5 \text{ m}^3$$

<8> : 冷却水

必要交換熱量は<9>より

$$2.7 \text{ kg/h} \times (2238 \text{ KJ/kg} - 2414 \text{ KJ/kg}) = 475 \text{ KJ/h}$$

よって必要冷却水量は、

$$\frac{475 \text{ KJ/h}}{4.2 \text{ kcal/kg} \cdot \text{k} \times 5 \text{ k}} = 23 \text{ kg/h}$$

<9> : 蒸気

モジュールへ送り出す際に廃液を加熱する必要があり、今仮に廃液(計算上は単純に水とする)を95°Cまで加熱したとすると、1時間当たりの処理量が

$$3.52 \text{ kg} (16.9 \text{ m}^3 / (5 \times 180 \times 5.33 (\text{h}))) \text{ なので}$$

$$3.52 \text{ kg/h} \times (2238 \text{ KJ/kg} - 2414 \text{ KJ/kg}) = 619.5 \text{ KJ/kg}$$

$$\frac{619.5 \text{ KJ/h}}{4.2 \text{ kcal/kg} \cdot \text{k} \times 55 \text{ k}} = 2.7 \text{ kg/h}$$

<10> : 蒸気ドレン水

廃液を蒸発していいる時間だけ蒸気を流すとすると、⑥(a)項で検討した蒸発速度より、

$$5.33 \text{ h/day} \times 180 \text{ day/year} \times 5 \text{ years} \times 2.7 \text{ kg/h} = 12952 \text{ kg}$$

<A> : 二次廃棄物（フィルタ）

電気透析膜（スチレン系樹脂+加硫ゴム）が二次廃棄物となる。

約2kg/交換（=容積2ℓ）発生する。交換の目安は試験結果より
30RUNと仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(5500\ell + 18300\ell) / 15\ell / 30\text{RUN} \times 2\text{kg} = 106\text{kg}$$

 : 欠番

<C> : 二次廃棄物（NaNO₃）

電極液が二次廃棄物となる。

0.5N NaNO₃が必要となる。2.5ℓ/交換発生する。交換の目安は20～100時間使
用毎なので、50時間で交換すると仮定するとおよそ以下の通りとなる。

$$(5500\ell + 18300\ell) / (1.25\text{kg/h} \times 80\% / 20\%) 50\text{h} \times 2.5\ell = 238\ell$$

<D> : 二次廃棄物（ペーパーレーション膜）

ペーパーレーション膜（セラミック）が二次廃棄物となる。60kg/交換発生する。
交換の目安は約3年/交換なので、5年間で2回交換するとおよそ以下の通りと
なる。

$$60\text{kg/交換} \times 2\text{回} = 120\text{kg}$$

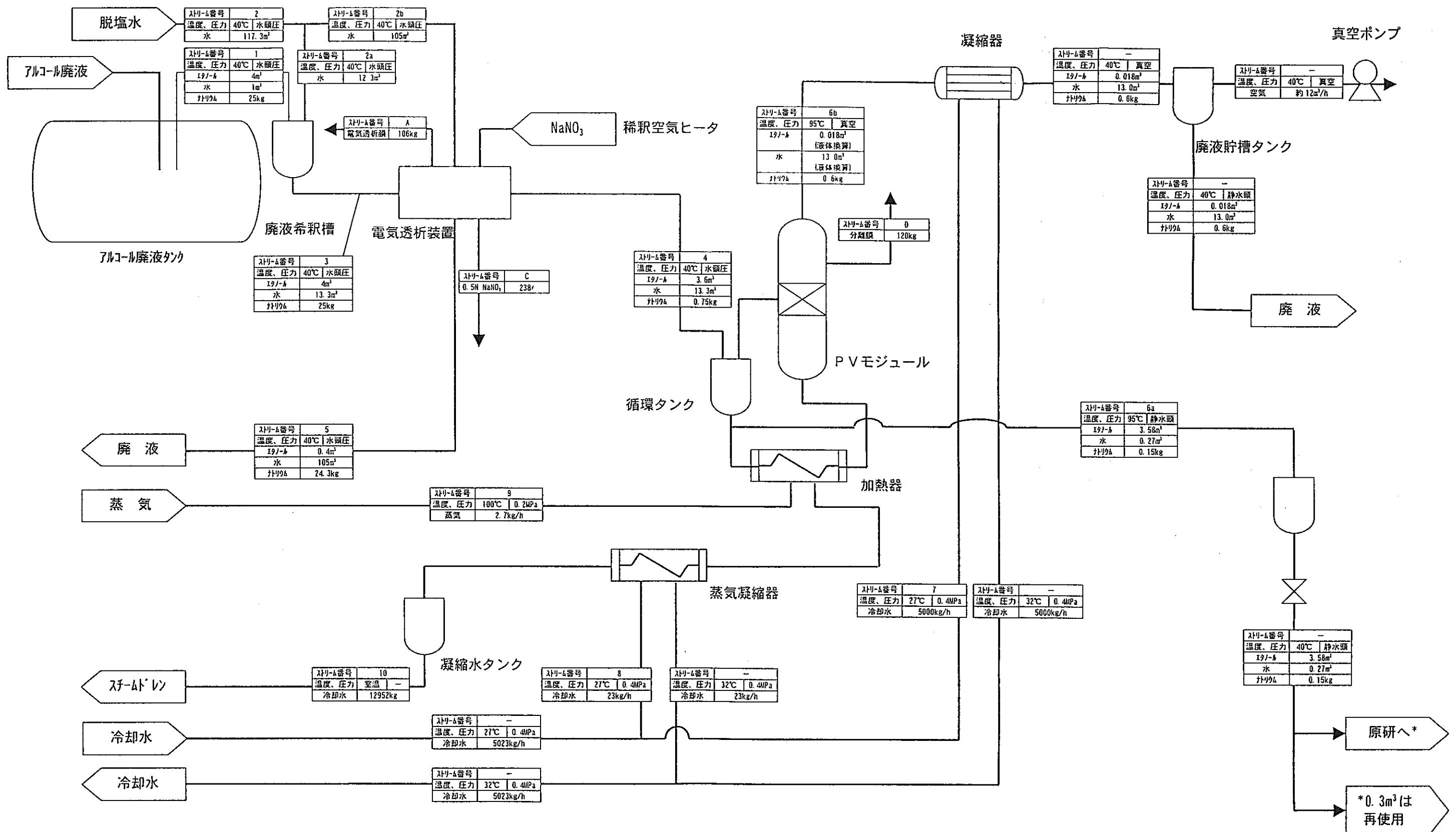


図 5.2.2-9 物質収支図 (プロセス 3)

⑥ 廃ガスのプロセス量について

(a) 前処理としてフィルタ（膜）を設置する場合

1) 処理量の仮定

いま、暫定的にナトリウムを分離した希釀アルコール廃液（エタノール30%）の処理量を3.3ℓ/hと仮定する。もとのアルコール廃液処理量（エタノール80%の場合）に換算すると1.25ℓ/日となる。

なお、接触酸化塔に関するメークの聞き取りで機器規模を考慮して仮定した。

2) 蒸発器における蒸気必要量

蒸発器の乾固皿を加熱するのを蒸気とすると、今仮に3.3ℓの廃液（計算上は単純に水とする）を1時間で蒸発させるとすると、廃液の潜熱と蒸気の比熱から蒸気必要量が求まる。（本文物質収支のストリーム番号13）

$$3.3 \text{ (kg)} \times 2675 \text{ (kJ/kg)} / 2257 \text{ (kJ/kg)} / 1 \text{ (h)} = 4 \text{ (kg/h)}$$

3) 接触酸化塔について

(i) 温度

以下を考慮して接触触媒塔は入口300℃、出口350℃（容器の設計温度は400℃）とする。

- ・酸化触媒反応に必要な温度：300℃以上
- ・高温構造設計を回避する温度：425℃以下（ステンレス鋼の場合）
- ・アルコールの発火の回避：363℃以下（添付3参照）

(ii) 加熱空気送風量

アルコールが酸化触媒反応を起こすと反応熱が発生するので、(i)項の温度条件を考慮すると送風量（Q）が求まる。

・酸化熱

$$3.3 \text{ (kg)} \times 0.2 \times 30140 \text{ (kJ/kg)} = 19892 \text{ (kJ)} \quad \text{-----} ①$$

・蒸気のエンタルピ

$$3.3 \text{ (kg)} \times 2675 \text{ (kJ/kg)} = 8828 \text{ (kJ)} \quad \text{-----} ②$$

・300℃の希釀空気の熱量

$$q \text{ (kg)} \times 573 \text{ (K)} \times 1.048 \text{ (kJ/kg · K)} = 600q \text{ (kJ)} \quad \text{-----} ③$$

・350℃の空気の熱量

$$(q+3.3) \text{ (kg)} \times 623 \text{ (K)} \times 1.048 \text{ (kJ/kg · K)} = 653 \text{ (q+3.3) (kJ)} \quad \text{-----} ④$$

・送風量（Q）

$$\text{①+②+③=④なので、}$$

$$q = 26565 / 53 = 501 \text{ (kg)}$$

$$Q = 501 \text{ (kg)} / 1 \text{ (h)} = 501 \text{ (kg/h)}$$

$$= 501 \text{ (kg/h)} / 1.18 \text{ (kg/m³ at 300K)} = 425 \text{ (Nm³/h)}$$

(b) 前処理としてフィルタ（膜）を設置せずに炉及び酸化塔で処理する場合

1) 処理量の仮定

いま、アルコール廃液（エタノール80%）の処理量を $1.25\ell/h (=5\ell/\text{日})$ と仮定する。

なお、接触酸化塔に関するメーカの聞き取りで機器規模を考慮して仮定した。

2) 蒸発器における蒸気必要量

蒸発器の乾固皿を加熱するのを蒸気とすると、今仮に 2.5ℓ の廃液（計算上は単純に水とする）を2時間で蒸発させるとすると、廃液の潜熱と蒸気の比熱から蒸気必要量が求まる。（本文物質収支のストリーム番号15）

$$2.5 (\text{kg}) \times 2675 (\text{kJ/kg}) / 2257 (\text{kJ/kg}) / 2 (\text{h}) = 1.5 (\text{kg/h})$$

3) 接触酸化塔について

(i) 温度

以下を考慮して接触触媒塔は入口 300°C 、出口 350°C （容器の設計温度は 400°C ）とする。

- ・酸化触媒反応に必要な温度： 300°C 以上
- ・高温構造設計を回避する温度： 425°C 以下（ステンレス鋼の場合）
- ・アルコールの発火の回避： 363°C 以下

(ii) 加熱空気送風量

アルコールが酸化触媒反応を起こすと反応熱が発生するので、(i) 項の温度条件を考慮すると送風量 (Q) が求まる。

- ・酸化熱

$$2.5 (\text{kg}) \times 0.8 \times 30140 (\text{kJ/kg}) = 60280 (\text{kJ}) \quad \text{-----①}$$

- ・蒸気のエンタルピ

$$2.5 (\text{kg}) \times 2675 (\text{kJ/kg}) = 6688 (\text{kJ}) \quad \text{-----②}$$

- ・ 300°C の希釈空気の熱量

$$q (\text{kg}) \times 573 (\text{K}) \times 1.048 (\text{kJ/kg} \cdot \text{K}) = 600q (\text{kJ}) \quad \text{-----③}$$

- ・ 350°C の空気の熱量

$$(q+2.5) (\text{kg}) \times 623 (\text{K}) \times 1.048 (\text{kJ/kg} \cdot \text{K}) = 653 (q+2.5) (\text{kJ}) \quad \text{-----④}$$

- ・送風量 (Q)

$$\text{①+②+③=④なので,}$$

$$q = 65335.5 / 53 = 1232.7 (\text{kg})$$

$$Q = 1232.7 (\text{kg}) / 2 (\text{h}) = 616 (\text{kg/h})$$

$$= 616 (\text{kg/h}) / 1.18 (\text{kg/m}^3 \text{ at } 300\text{K}) = 522 (\text{Nm}^3/\text{h})$$

(3) 系統設計根拠

系統設計に係る以下の項目について、各プロセス値（設計条件）を定めた根拠を系統設計根拠書に示す。

- ① 廃液処理能力(量) : 表5.2.2-5
- ② 系統設計温度 : 表5.2.2-6
- ③ 系統設計圧力 : 表5.2.2-7
- ④ 電気透析処理液性状 : 表5.2.2-8
- ⑤ 分解ガス組成 : 表5.2.2-9

表5.2.2-5 系統設計根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	設計項目	廃液処理能力(量)
3	系統仕様	1.25kg/h(電気透析有りの場合)
4	設計根拠	<p>稀釀後のアルコール(濃度30%又は80%)を、5リットル/hで酸化分解処理すると仮定し、根拠条件(2)、(3)の計算条件で、稀釀空気量を求める [*]643Nm³/h～932Nm³/hとなる。この稀釀空気量に見合う各機器のサイジングを行い配置検討した結果、既設のアルコール廃液処理室(A-106)に予定されたスペースで配置可能な限界であった。</p> <p>稀釀後のアルコール5リットル/hの処理を原廃液に換算すると $(5\text{リットル}/\text{h} \times 30\%) / (80\%) = 1.25\text{リットル}/\text{h}$ (約1.25kg/h)</p>
5	根拠条件	<ul style="list-style-type: none"> (1) 原廃液のアルコール濃度は80%、稀釀後のアルコール濃度は30%または80%とする。 (2) 触媒酸化処理の温度はアルコール酸化反応が可能な300°C以上でアルコール着火温度(363°C)を超えない350°C以下で制御する。 (3) 酸化反応による発熱は30,140kJ/kg-アルコールである。 (4) 新設のアルコール廃液処理設備は既設のアルコール廃液処理室(A-106)に配置する。
6	備考	<ul style="list-style-type: none"> (1) 稀釀後のアルコール廃液は、触媒酸化処理前に電気透析処理を行い、溶存しているNaを分離除去する。 (2) *添付資料5.2.2(2)-2(ケース1参照)

表5.2.2-6 系統設計根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	設計項目	系統設計温度
3	系統仕様	<p>(1) アルコール廃液稀釀工程 ; 65°C</p> <p>(2) アルコール-Na 分離工程 ; 65°C</p> <p>(3) アルコール廃液蒸発工程</p> <p> アルコール廃液蒸発側 ; 400°C</p> <p> 加熱用蒸気側 ; 150°C</p> <p>(4) アルコール分解工程 ; 400°C</p> <p>(5) アルコール稀釀空気工程</p> <p> 稀釀空気予熱器入口まで ; 65°C</p> <p> 稀釀空気予熱器以降 ; 400°C</p> <p>(6) 排ガス処理工程</p> <p> 排ガス冷却器まで ; 400°C</p> <p> 排ガス冷却器出口以降 ; 65°C</p>
4	設計根拠	<p>(1) 65°C 換気空調系の設計温度と整合させた。</p> <p>(2) 400°C 系統の運転温度の上限350°Cに制御、計測系の精度を考慮し、かつ、高温構造設計を回避する温度(425°C;ステンレス鋼)以下とした。</p> <p>(3) 150°C 蒸気圧力0.3MPa.G以下とし、飽和蒸気温度に余裕を見た。</p>
5	根拠条件	特になし
6	備考	

表5.2.2-7 系統設計根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	設計項目	系統設計圧力
3	系統仕様	<p>(1) アルコール廃液稀釀工程 ; 0.1MPa. G</p> <p>(2) アルコール-Na分離工程 ; 0.1MPa. G</p> <p>(3) アルコール廃液蒸発工程 アルコール廃液蒸発側 ; -50kPa. G 加熱用蒸気側 ; 0.5MPa. G</p> <p>(4) アルコール分解工程 ; -50kPa. G</p> <p>(5) アルコール稀釀空気工程 ; -50kPa. G</p> <p>(6) 排ガス処理工程 ; -50kPa. G</p>
4	設計根拠	<p>(1) アルコール廃液稀釀工程 アルコール廃液を既設アルコール廃液タンクから同一フロアにある廃液稀釀槽に移送するための運転圧力は高々0.0以下MPa. Gである。設計圧力はこの数字を切り上げた0.1MPa. Gとした。容積式ポンプの出口には0.1MPa. Gで設定した安全弁を設ける。</p> <p>(2) アルコール-Na分離工程 アルコール廃液を廃液稀釀槽から同一フロアにある電気透析装置に移送したり、電気透析装置内で循環運転するための運転圧力は高々0.0以下MPa. Gである。設計圧力はこの数字を切り上げた0.1MPa. Gとした。容積式ポンプの出口には0.1MPa. Gで設定した安全弁を設ける</p> <p>(3) アルコール廃液蒸発工程、アルコール分解工程、アルコール稀釀空気工程、排ガス処理工程 ①各工程の運転圧損を合計35kPa. Gとして以下のように振り分ける。 ②系統内は設置室に対して負圧を維持する。 ・触媒酸化塔を除く系統内機器圧損 ; 30kPa. G ・触媒酸化塔圧損 ; 1kPa. G ・配管圧損 ; 4kPa. G 設計圧力はこれに余裕見て-50kPa.Gとする。プロワ到達圧力はこれ以下(安全側)とする。</p>
5	根拠条件	特になし。
6	備考	

表5.2.2-8 系統設計根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	設計項目	電気透析処理液性状
3	系統仕様	<p>(1) Na分離後アルコール廃液 アルコール 21.3% Na 0.042g/リットル 水分 78.7%</p> <p>(2) Na分離濃縮液 アルコール 0.4% Na 0.23g/リットル 水分 99.6%</p>
4	設計根拠	<p>(1) 適合性確認試験により電気透析装置でのNa除去率は97%であり、この時アルコールの10%が、濃縮液側に移行することも確認されている。</p> <p>(2) 電気透析する廃液は最大15リットル/バッチである。</p> <p>(3) 電気透析する廃液は、原廃液を4倍稀釀しており、Na濃度は1.25g/リットルであり、アルコール濃度は20%である。</p> <p>(4) 電気透析装置の濃縮液槽の初期液量は、4リットルでNaの初期含有量は0とする。</p>
5	根拠条件	特になし
6	備考	<p>電気透析を実施しない場合は、以下の通りとなる。</p> <p>アルコール 80% Na 5g/リットル 水分 20%</p>

表5.2.2-9 系統設計根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	設計項目	分解ガス組成
3	系統仕様	<p>(1) 電気透析有りの場合</p> <p>①空気 ; 501kg/h ②二酸化炭素 ; 1.81kg/h (アルコール分解による增量分) ③水分 ; 3.4kg/h ④アルコール ; 0.06kg/h</p> <p>(2) 電気透析無しの場合</p> <p>①空気 ; 616kg/h ②二酸化炭素 ; 1.8kg/h (アルコール分解による增量分) ③水分 ; 1.3kg/h ④アルコール ; 0.06kg/h</p>
4	設計根拠	5.2.2(2)項に示す。
5	根拠条件	(1) 触媒酸化塔によるアルコールの酸化効率は93%以上とする。
6	備考	

5.2.3 機器設計

(1) 機器リスト

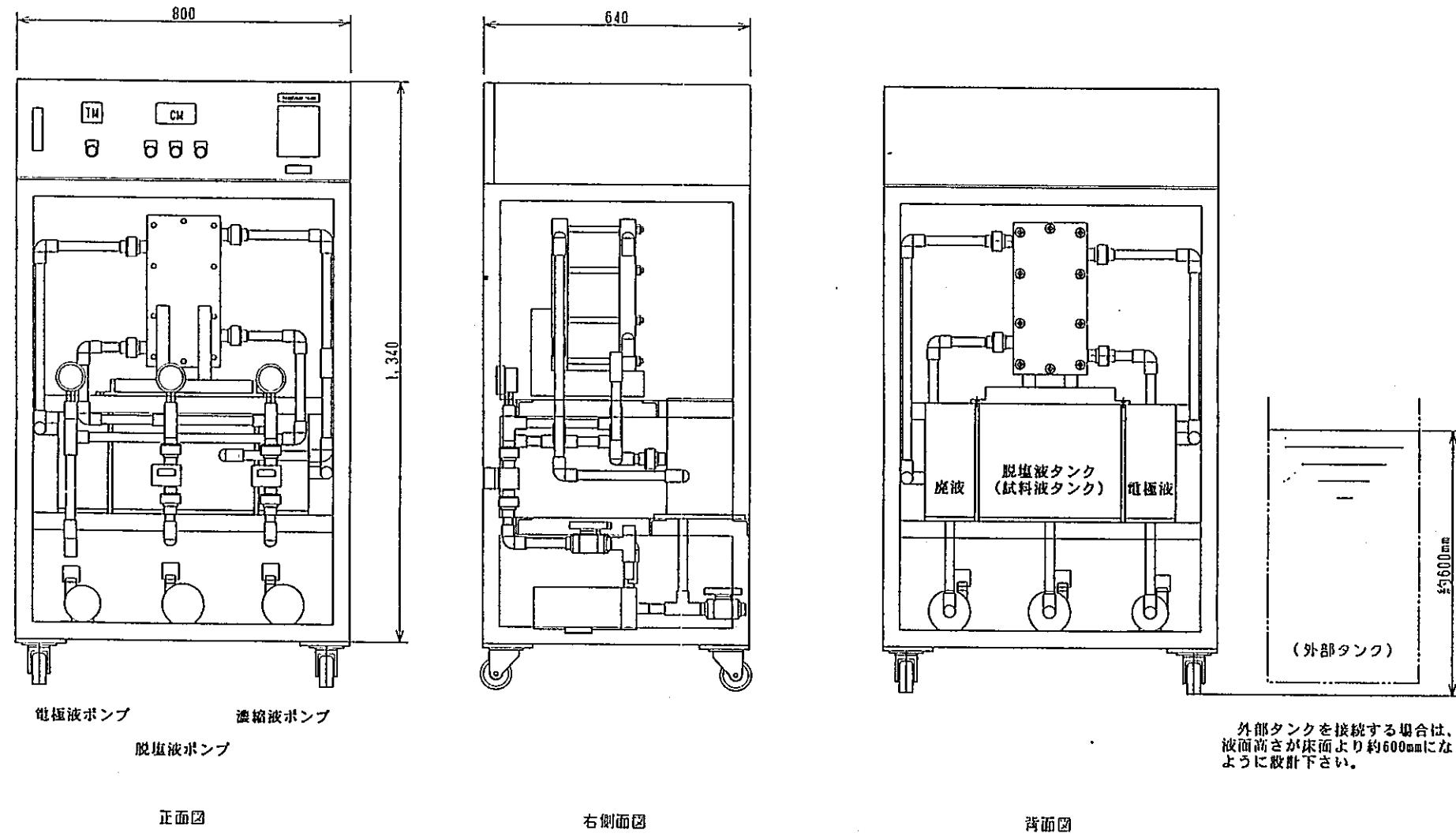
本設備の主要な機器について概略仕様を表 5.2.3-1 機器リストに示す。また、構造概念を図 5.2.3-1～図 5.2.3-18 に示す。

(2) 機器選定根拠

本設備の主要な機器についてその選定根拠を表 5.2.3-2～表 5.2.3-21 に示す。

表5.2.3-1 機 器 リ ス

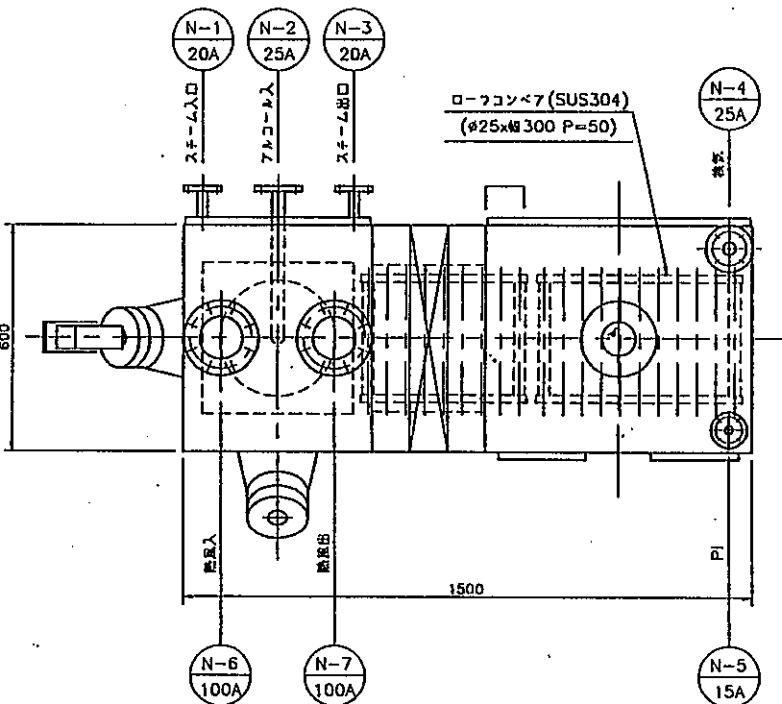
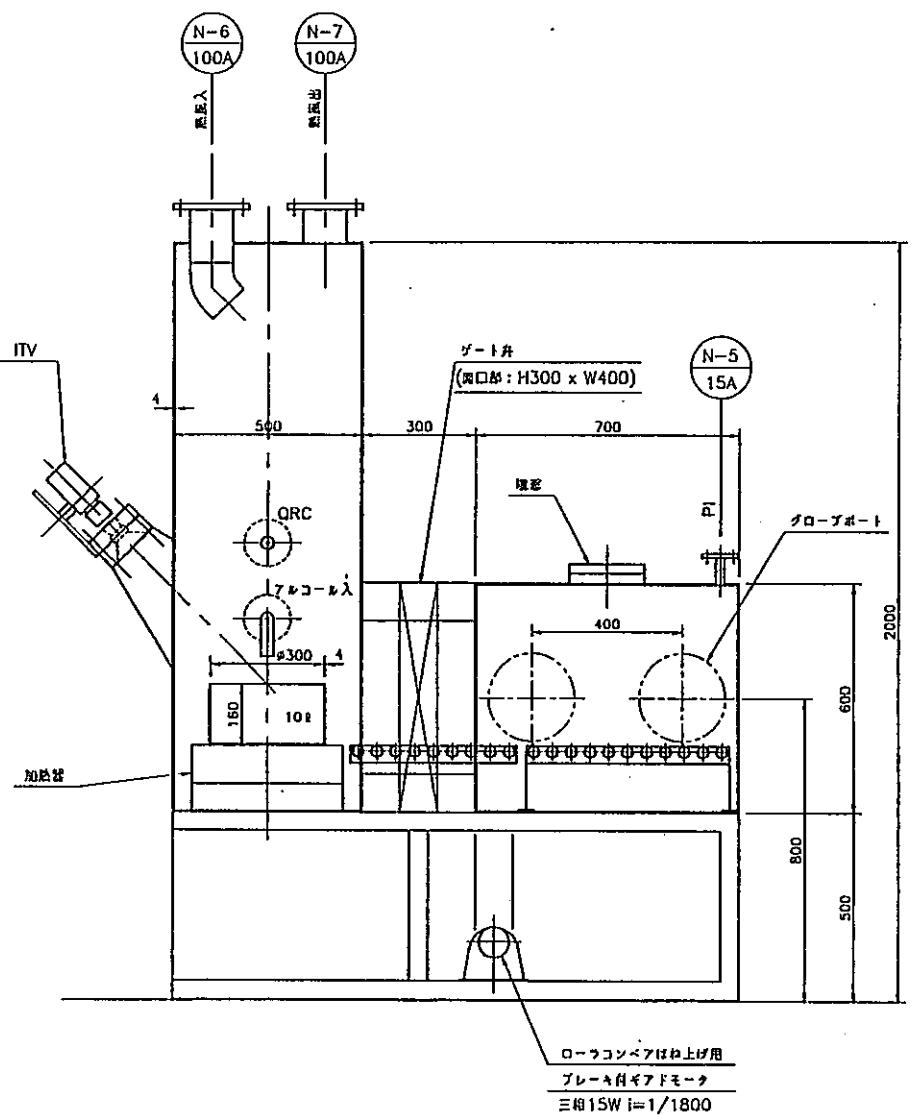
機器番号	機 器 名 称	数 量	型 式	容 量 / 能 力	主 要 尺 法	材 質	アルコール廃液処理設備				
							空重量 (kg)	耐 震 区 分	機器区分	設置部屋 番 号	備 考
E-01	電気透析装置	1	自立ラック式	8~12 l/h, AC100V 1.5kW	W640×L800×H1400	CS, PVC	120	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-1
E-02	蒸発ボックス+取出しボックス	1	矩形(蒸発部+取出し部連結式)		W600×L1500×H2000	CS, SUS	400	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-2
E-03	触媒酸化塔	1	矩形自立式	風量600Nm ³ /h~930Nm ³ /h エタノール分解能1kg/h	W800×L800×H1500	SUS	600	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-3
T-01	廃液稀釀槽	1	円筒縦型	45 リットル	Φ250A×H1000	SUS	120	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-4
T-02	廃液計量槽	1	円筒縦型	20 リットル	Φ250A×H600	SUS	100	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-5
E-04	デミスター	1	円筒縦型	風量600Nm ³ /h~930Nm ³ /h	Φ250A×H500	SUS	16	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-6
F-01	廃液フィルタA	1	円筒縦型	ライクロスメント、精度250μ	Φ100A×H600	SUS	5	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-7
F-02	廃液フィルタB	1	円筒縦型	ライクロスメント、精度5μ	Φ100A×H600	SUS	5	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-8
F-03	取出部吸気フィルタ	1	ボックス取付け型	HEPA	□315×L320	SUS	20	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-9
F-04	取出部排気フィルタ	1	ボックス取付け型	HEPA	□315×L450	SUS	30	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-10
F-05	排ガスフィルタ	1	矩形自立式	プレフィルタ+HEPA	W700×L850×H1750	SUS	310	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-11
P-01	廃液移送ポンプ	1	金属ダイヤフラムポンプ	2 l/min×1.7MPa	W600×L495×H442	SUS	130	B	—	A-106	図5.2.3-12
P-02	廃液供給ポンプ	1	金属ダイヤフラムポンプ	2 l/min×1.7MPa	W600×L495×H442	SUS	130	B	—	A-106	図5.2.3-13
H-01	稀釀空気ヒータ	1	円筒横型電気ヒータ	風量600Nm ³ /h, 35kW	Φ800×L2450	SUS	950	B	—	A-106	図5.2.3-14
EX-01	稀釀空気予熱器	1	円筒横型シェル&チューブ式	風量600Nm ³ /h	Φ250A×L2092	SUS	700	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-15
EX-02	排ガス冷却器	1	円筒横型シェル&チューブ式	風量600Nm ³ /h	Φ250A×L2762	SUS	800	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-16
EX-03	蒸気凝縮器	1	円筒横型二重管式	6kg/h	Φ50A×L1800×2段	SUS	80	B	第4種機器	A-106	図5.2.3-17
B-01	稀釀空気プロワ	1	ルーツ式	600Nm ³ /h×15kW	W715×L1052×H1670	CS	500	B	—	A-106	図5.2.3-18
D-206-2	凝縮水タンク	1	円筒横置型	既設	Φ700×L2000	SUS	—	B	—	A-106	—
E-05	ペーパーレーション膜ユニット	1	浸透気化式	4L/h	600×850×1800	SUS	—	B	—	A-106	—
注1)添付の図は参考図とする。											
注2)耐震区分、機器区分については今後詳細検討後決定する必要がある。											



ライザー G4SK 外形圖

外部タンクを接続する場合は、
液面高さが床面より約600mmになる
ように設計下さい。

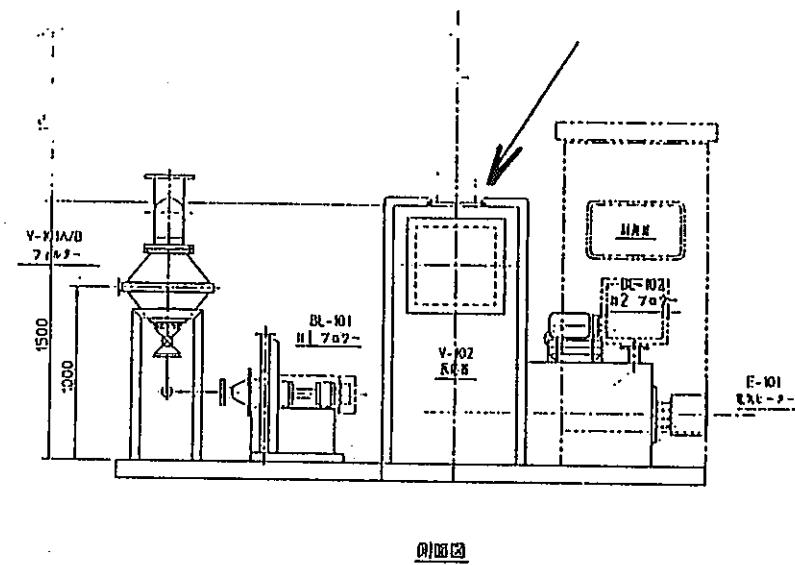
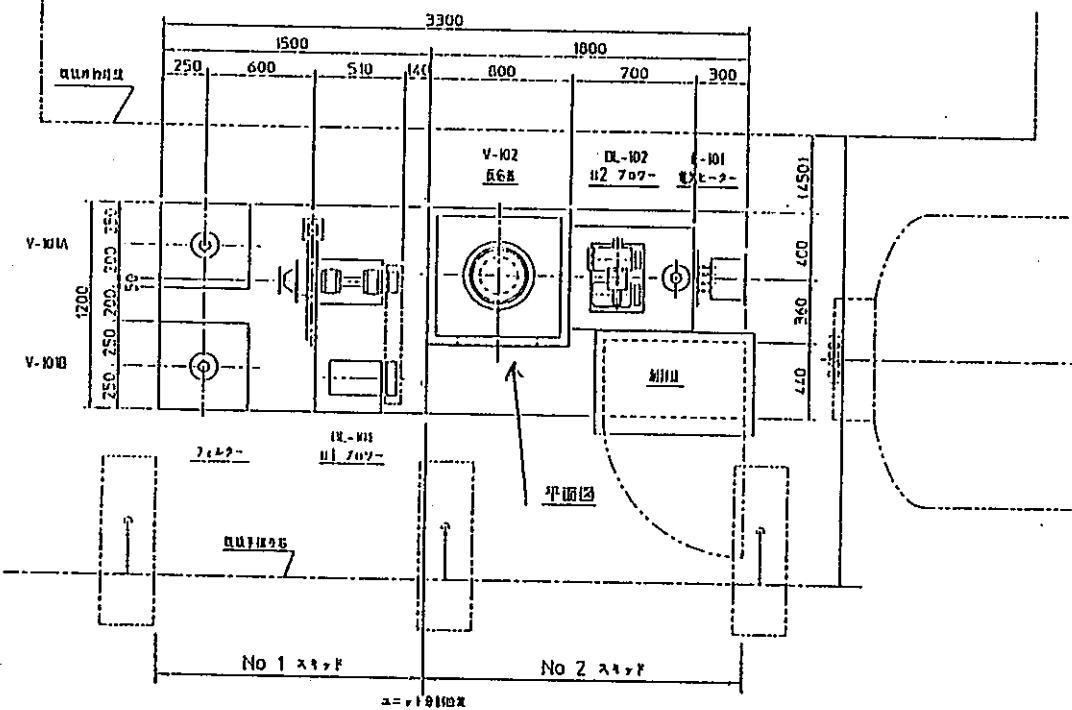
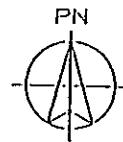
1 2 3 4 5 6 7 8



本体: SUS304
架台: SS400
数: 1台

自 重 量	金 子	承 認	規 格	名
電 気 仕 様				
日 付	H12.1.27			
富士電機株式会社				アルコール廃液処理設備 E-02 蒸発ボックス

図 5.2.3-2



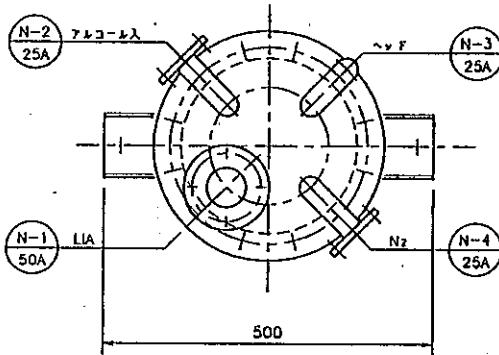
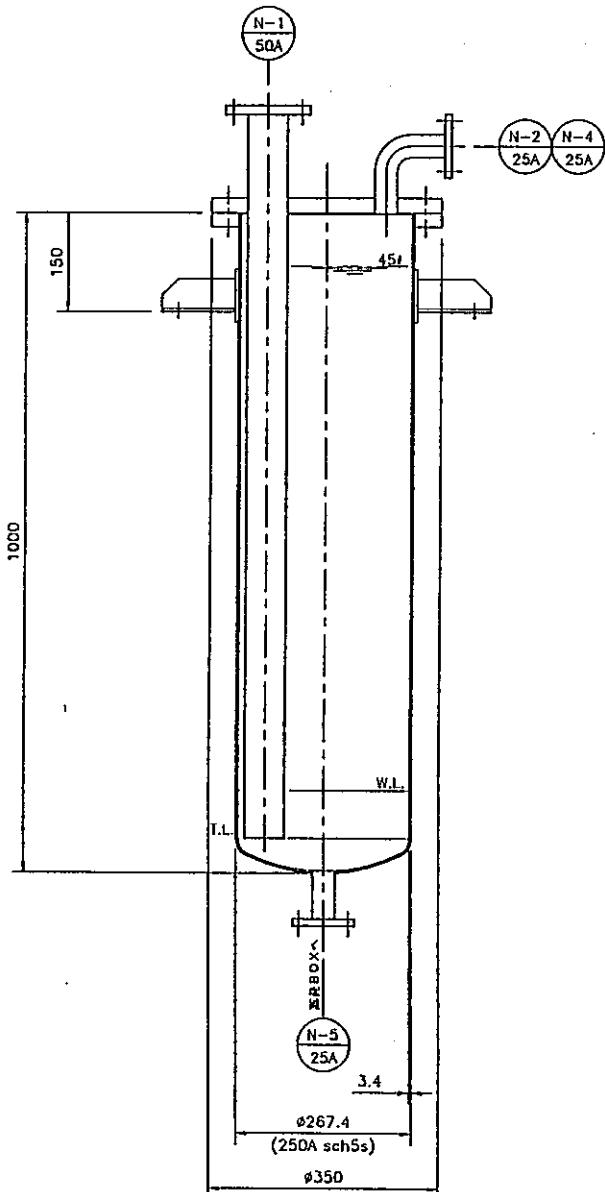
重量
No 1 スタッフ部 800kg
No 2 スタッフ部 1200kg
合計 2000kg

図 5.2.3-3

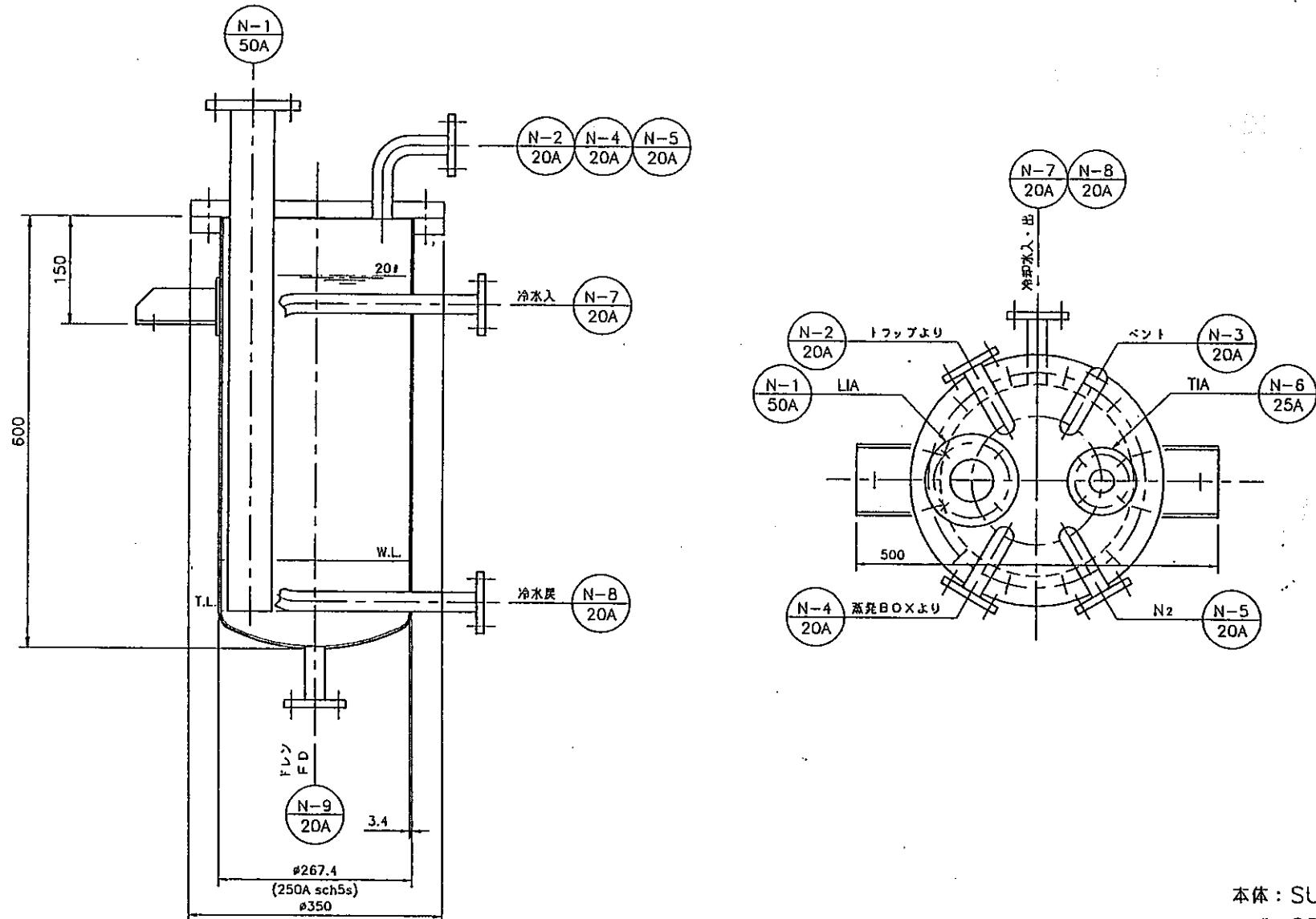
REVISIONS		REV.	DATE	BY	APPROVED	RECHECKED	DESIGNED	DRAINED	SCALE	INCH	DESIGNER	DRAWING NO.	REVIEWER

ASAHII ENGINEERING CO.,LTD.
TITLE 航煤供給装置
ヨニット外観図
SCALE 1/20
DRAWING NO. CCS133-G50-001
REVIEWER

本体：SUS304
ラグ：SS400
数：1台

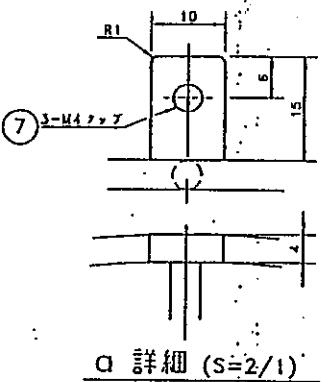
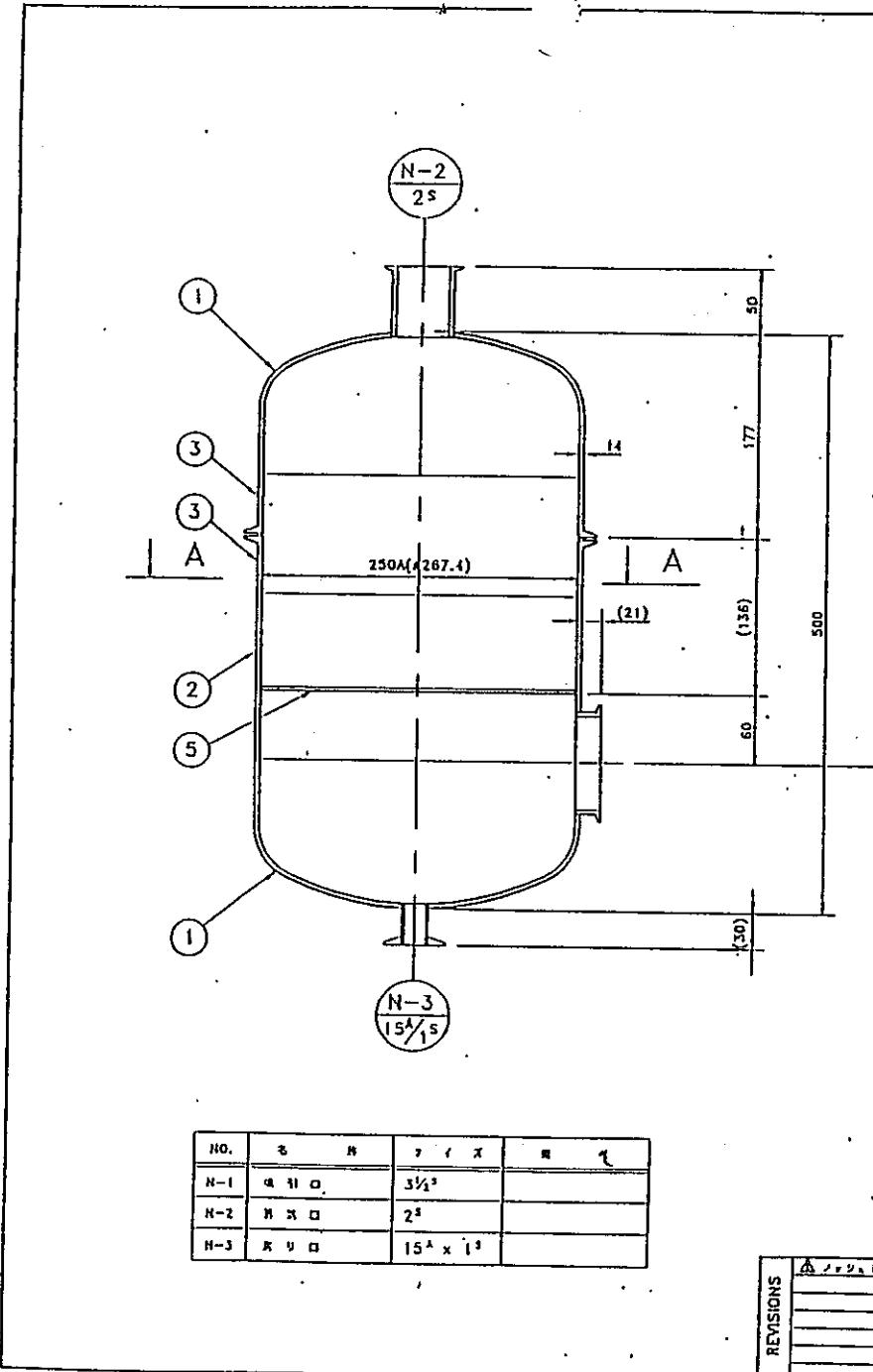


実 況		作成	金子	承認	尺度	1/8	名 称	アルコール廃液処理設備 T-01 廃液稀釀槽(45ℓ)	部 位	回 路
		審査								
		日付	H12.1.27							
		富士電機株式会社	記章							



本体: SUS304
ラグ: SS400
数 : 1台

変更			作成	金子	承認	1/6	名 称	アルコール廃液処理設備 T-02 廃液計量槽(20ℓ)	図 番
			査 査						
			日 付	H12.1.27					
			富士電機株式会社	記章				図 5.2.3-5	



NO.	PART NAME	MATERIAL	PEQD No.	REMARKS
1	ナット	SUS304	2	250A sch10s
2	スリーブ	SUS304SP	1	230A sch10s
3	ヘラード	SUS304	2	250A
4	スリコ	SUS304	-K	#4
5	スリップ	SUS304	1	HxW25.4 x MxL238
6	日本角材	SUS304	3	15x10x14
7	ダクセル	SUS304	3	WxH151

1. 概算重量 16kg

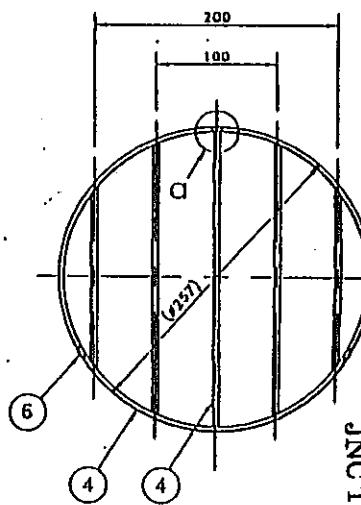
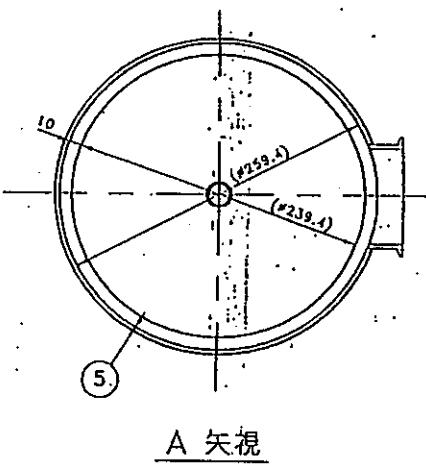


図 5.2.3-6 (1/4)

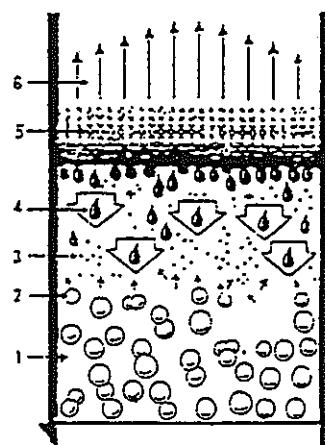
REVISIONS	△ ノックドミスカのサイズにより変更。 '98.11.25 関田	DRAWN checked APRV'D	NAME 益川 益田 益田	DATE '98.6.31 '98.3.19 '98.9.22	SCALE 1/3	TITLE デミスク (S-4)	REMARKS

図 5. 2. 3-6 (2/4)

Mesh Demister の作用原理

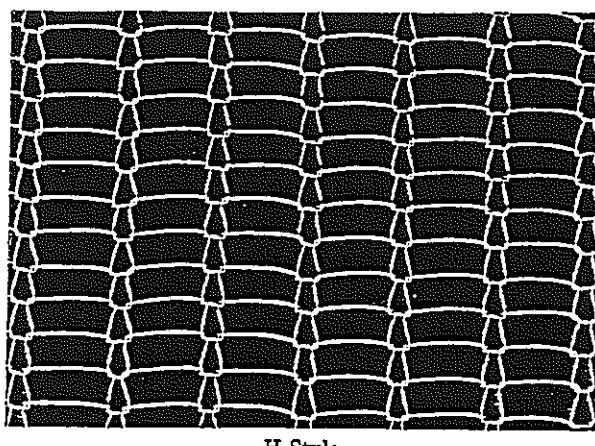
Mesh Demister の捕集機構

1. 粒子の線条への慣性衝突
2. 線条による粒子流れの直接の遮ぎり
3. 粒子の重力による沈降
4. 線条表面への微粒子の拵散
5. 静電気の吸引力
6. ガス吸収

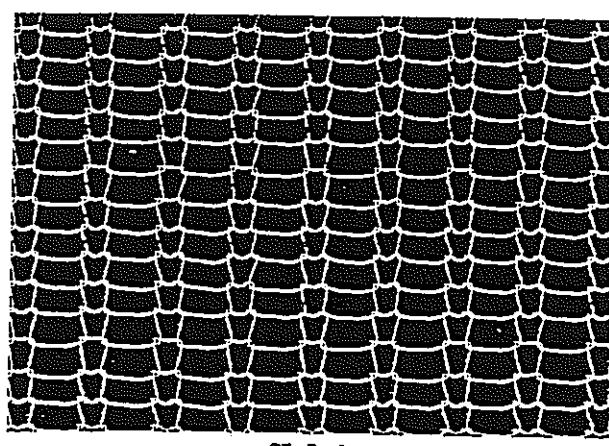


Mesh Demister の構造

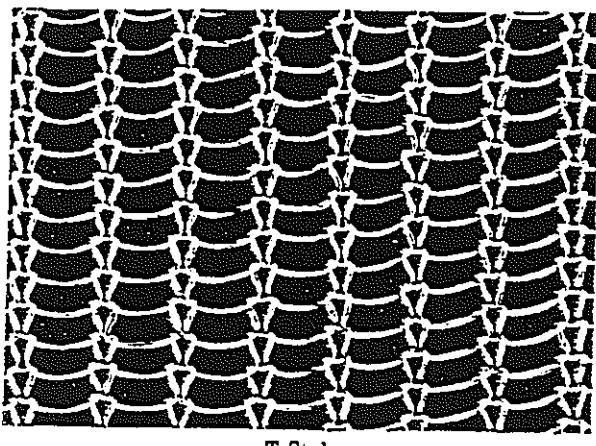
Mesh Demister は図の如く細い線で編んだ網を二枚1組として幾層にも重ねて造った一定の厚みを持つ Mat 状のものであります。而して六々ウェーブが付けてあり、各層のウェーブが反対方向になる様交互に重ねられています。この結果、甚だ複雑な構造を組成し98%前後の非常に大きな空間容積を持ち、したがって重量も軽く、然も構成前の殆んど全表面が空間中に露出されているため、表面積は非常に大きくなり標的効果又は気液接触効果が大でありながら Pressure drop は極小さい値を示します。以上の構造により非常に堅量で高度の通過容積を持って居り低圧損にして然も小径粒（ミスト）に対しても分離能力が大きく且確実であり他の構造の追随を許さざる所以であります。



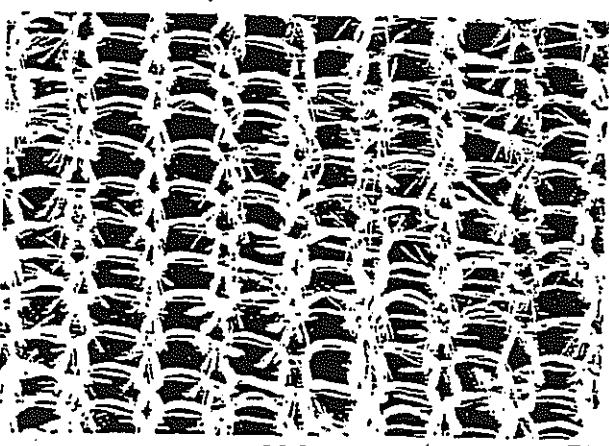
H-Style



SL-Style



T-Style

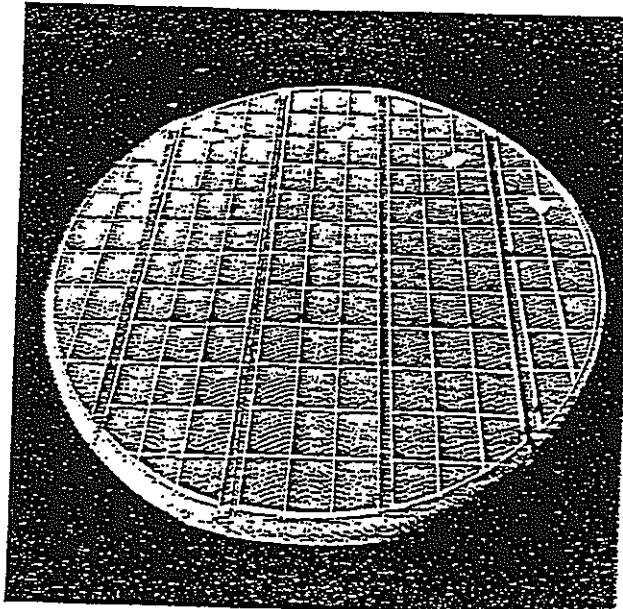


GS-Style (PAT, 912048号)

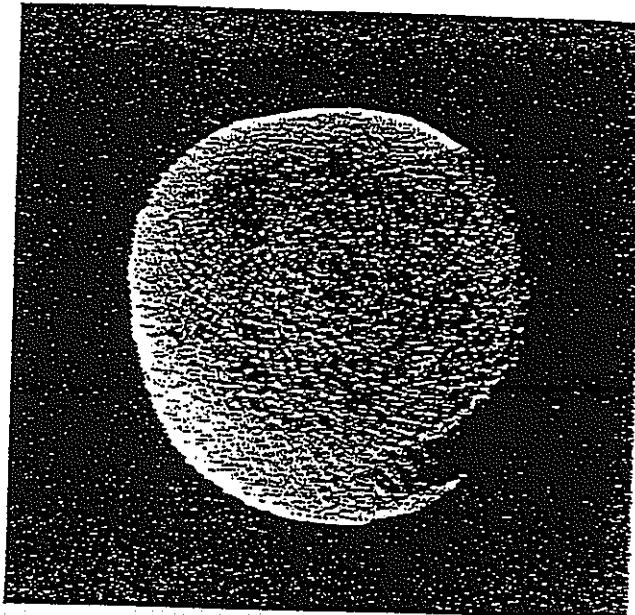
図 5. 2. 3-6 (3/4)

Mesh Demister の特徴

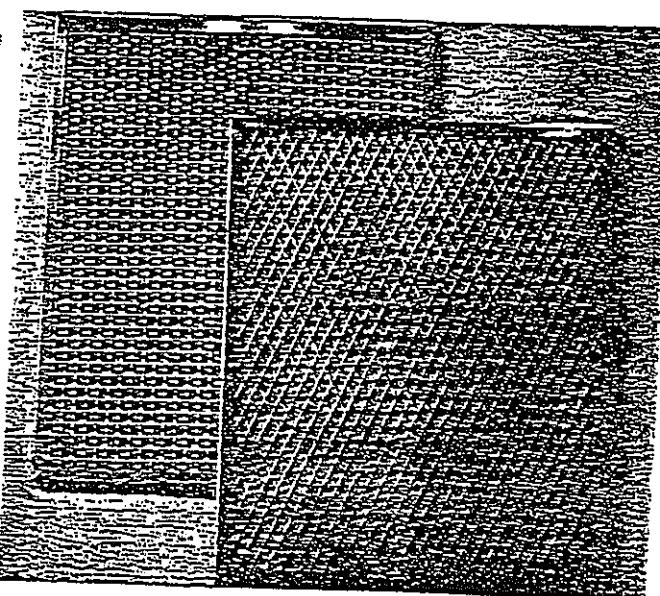
Style	重 量 kg/m ²	空 間 %	表 面 m ² /m ²	耐 热 性							
				Metex	York	Becoil	Harmesh	Vic-Tex	Uop	Koch	Acs
H-style	30	99.0	158	Hi-Thruput	931	954	4836	160	B	511	7CA
SL-style	193	97.5	375	Nova-Dense	421	390	9086	330	C	1211	4BA
T-style	220	97.2	905								
GS-style	160	94.0	535		371						



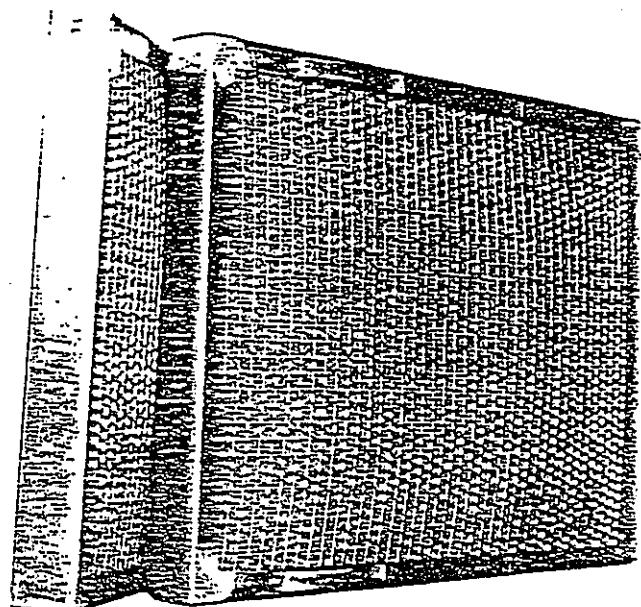
Strip Type with Grid



Wound Type

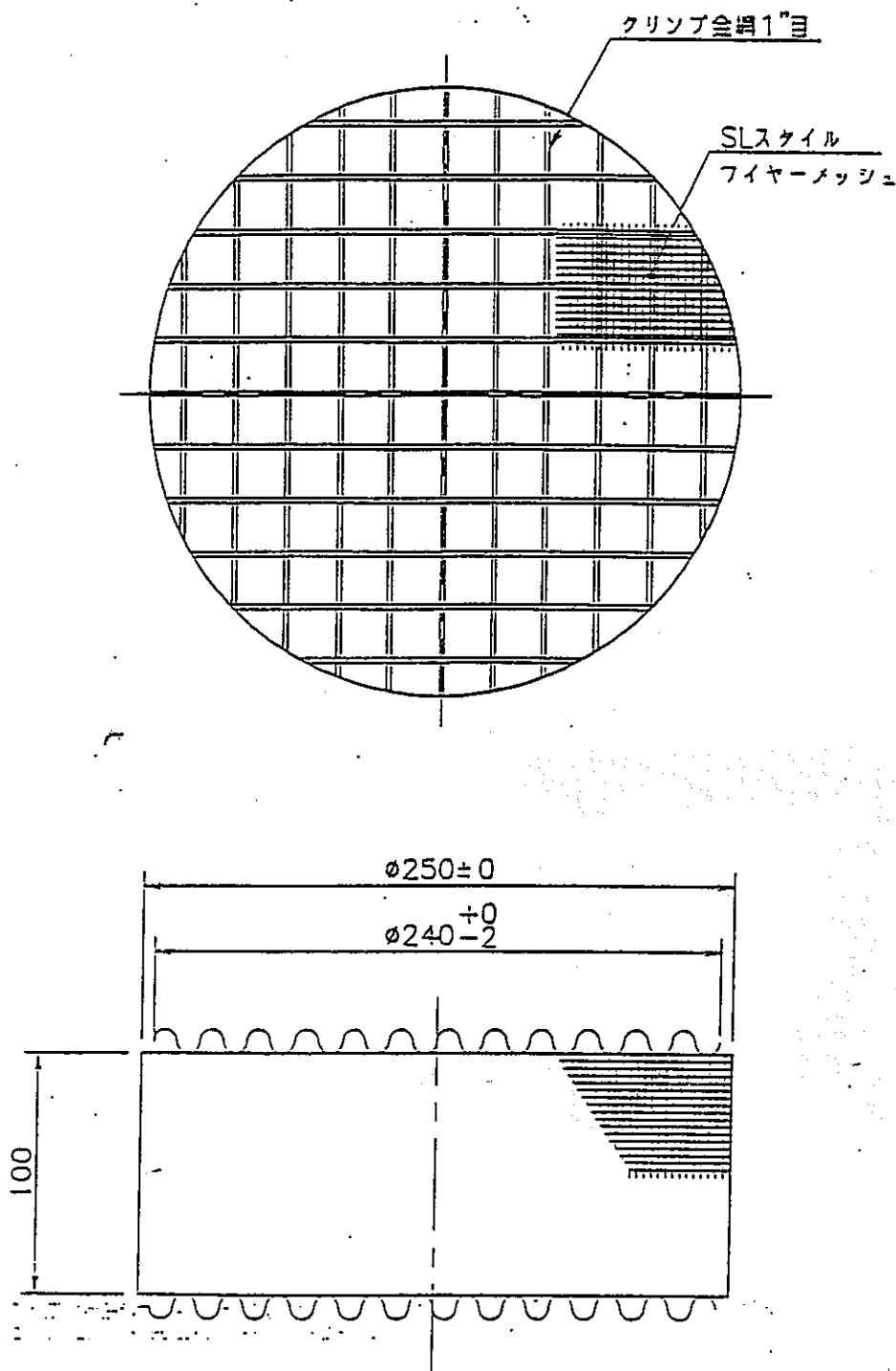


Strip Type with Case



Strip Type with Case

図 5.2.3-6 (4/4)



品名	丸型フィヤーメッシュ(SL)	数量	1枚
材質	SUS304	インサート	-

LMO型小流量用フィルター・ハウジング

LMO型小流量用フィルター

このフィルターはOリングシールで作成されたシェル部とヘッド部で構成されております。首部は圧縮ガスの接続がありまし、これらはすべて最終の製品で、取付けや取扱いが容易で非常に便です。

耐圧は125psig(8.75kg/cm²)、真空中にも使えます。SUS316の場合は150psig(10.5kg/cm²)。

接続部サイズはハウジング容量に合わせてあります。

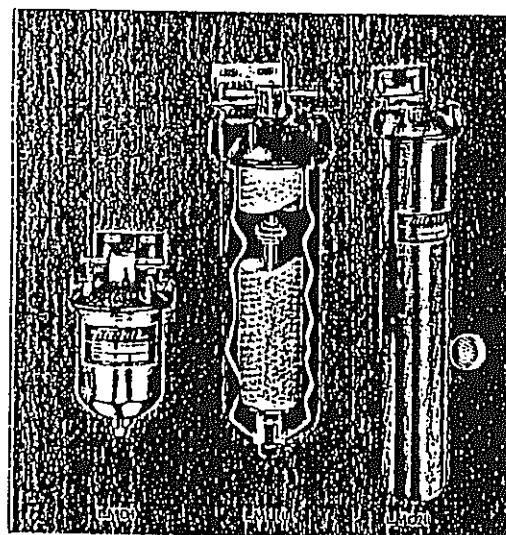
シェル部のシールはOリングで、ブーナーが標準です。他のエバブレン、テフロン、シリコン、およびバイオニンアはオプションです。

ドレンは均一NPTが標準です。

ペントはオプションです。

Tハンドルを使用すれば、工具なしでフィルターカートリッジを交換できます。但しオプションです。

プラケットはオプションですが、フィルターを左右自由に取付けられます。プラケットは上向きにも下向きにも取付けられます。



規格とステール	外径 (mm)	内径 (mm)	高さ (mm)	重量 (kg)	寸法 (mm)
LMO10-3/4	7.6-31.8	10' (254mm)	331mm	110ms	2.9kg
LMO10-1	7.6-31.8	10' (254)	343	121	3.1
LMO20-3/4	15.1-75.7	20' (508)	591	110	3.9
LMO20-1	15.1-75.7	20' (508)	593	121	4.1
LMOSS10-3/4	7.6-31.8	10' (254)	337	110	2.9
LMOSS10-1	7.6-31.8	10' (254)	343	121	3.1
LMOSS20-3/4	15.1-75.7	20' (508)	591	110	3.9
LMOSS20-1	15.1-75.7	20' (508)	593	121	4.1
I6ステンレス					
LMO10S-3/4	5.1-30.3	10' (254mm)	332mm	110ms	2.9kg
LMO10S-1	7.6-31.8	10' (254)	332	110	2.9
LMO10S-1	7.6-31.8	10' (254)	343	121	3.1
LMO10S-3/4	15.1-75.7	20' (508)	591	110	3.9
LMO20S-1	15.1-75.7	20' (508)	593	121	4.1
LMOSS10S-3/4	5.1-30.3	10' (254)	337	110	2.9
LMOSS10S-1	7.6-31.8	10' (254)	337	110	2.9
LMOSS10S-1	7.6-31.8	10' (254)	343	121	3.1
LMOSS20S-3/4	15.1-75.7	20' (508)	591	110	3.9
LMOSS20S-1	15.1-75.7	20' (508)	593	121	4.1
LMOVS10S-3/4	7.6-31.8	10' (254)	345	114	4.5
LMOVS20S-3/4	15.1-75.7	20' (508)	600	121	4.9

ラケットが必要な場合に以下のユニットの記号に“T”を加えてください。例: LMO10S-3/4-T。Tハンドルの場合も同様で、ラケット記号の末尾に“T”を加えてください。

ラケットの本体はT型を加えてください。

ラケットの本体は、すべてNPTで標準です。フィルターメディア、接続部の選び方、液体の流量及び圧力等あります。例えばC02RA10A(10psi, 254mm) T フィルターカー・ジの場合、初期圧1psi(0.21kg/cm²)、水温当積算の流れなどは

18.9 l/minです。

一方、最初運送コストは125psiカートリッジ流量11.5 l/minの時です。Oリングは自動的にシールされます。残ってシェルのリップが液体のヘッドに接触したあとで頭部を回らせてリード柱の向上は削除できません。排水ホースは2.1mとされています。
ガーネットが使用した場合、ユニットを開けて清掃、点検し、必要ならOリングを交換してください。

使用カートリッジ

ダイヤモンド・ワインド・フィルターカートリッジの他に、MICRO-CARBON®、MICRO-FINE®およびIII-V™等です。

使用カートリッジ

DUO-FINE®, PSC, PSP, PWG&UPCに適し、他のカートリッジも使用可。

バリアルシール

アイナット(EYENUT)はオプションです。

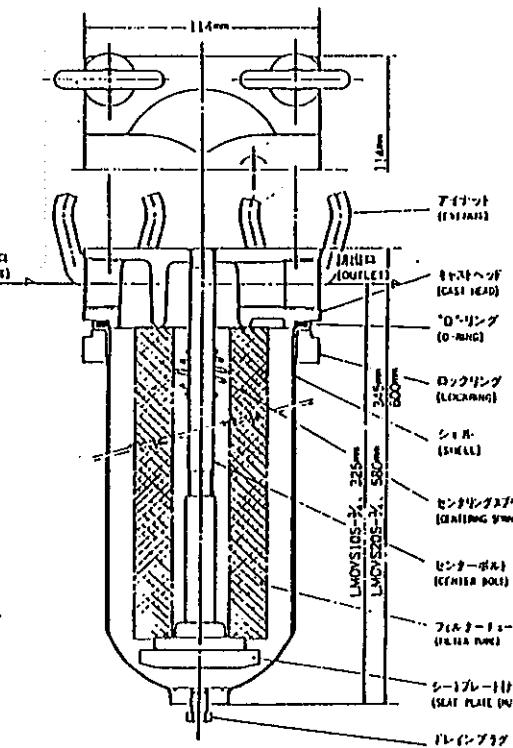
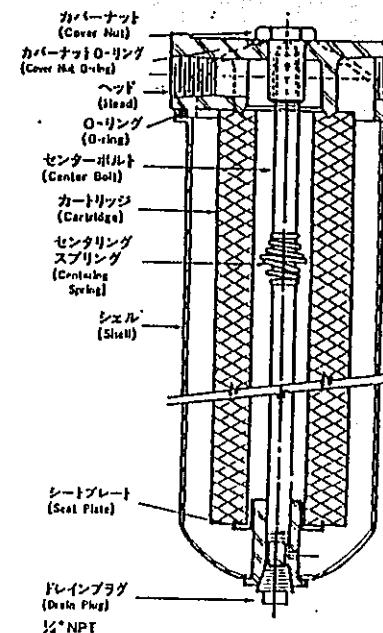
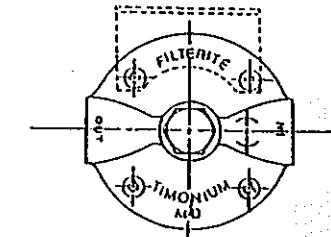


図 5.2.3-7 (1/2)
図 5.2.3-8 (1/2)

SUS304, SUS316, ワイヤグロス プリーツ状 フィルターカートリッジ

大流量が得られ、メディアの流出の心配なく、耐温度特性にすぐれています。

長さ10°(254mm)当りの通過面積…0.09m²

標準品 長さ……………10°(254mm), 20°(508mm), 30°(762mm)

材質……………A = 304%標準

S = 316%オプション

標準品 外径: 2-1/2°(63.5mm)

設計差圧: 5.25kg/cm²

エンドキャップガスケット

標準品……ブナ-N, バイトン-A, ネオプレン, テフロン, アスペスト

このカートリッジは圧縮スプリング又は可動シールのあるニットに使用して下さい。

標準のフィルターライト、フィルターカートリッジとの交換の場合、追加部品やアダプター類は不要です。

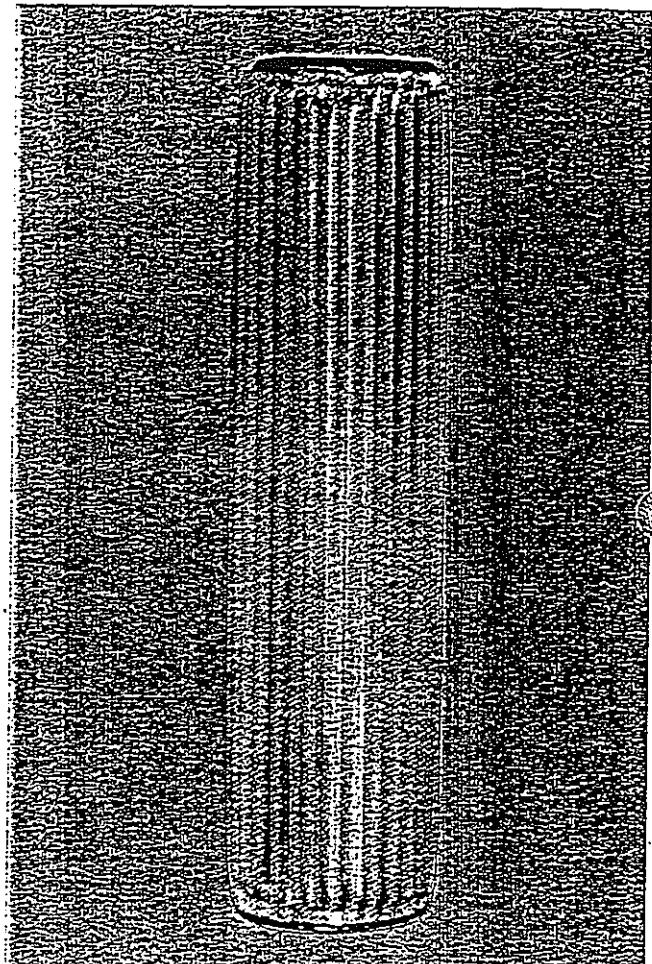
標準ミクロン

250μ = 60メッシュ 74μ = 200メッシュ

140μ = 100メッシュ 44μ = 325メッシュ

使用温度範囲

750°F(398°C)迄



標準

外径	内径	高さ	端子	端子
PWC	250	10°	A = 304%標準	（標準）DOE : Double Open End
	140	20°	S = 316%オプション	(オプション) NPT : INPT, SOE
	70	30°		M 3 : 222 O-RING
	40			

PWC 070 10 A - DOE

図 5.2.3-7 (2/2)
図 5.2.3-8 (2/2)

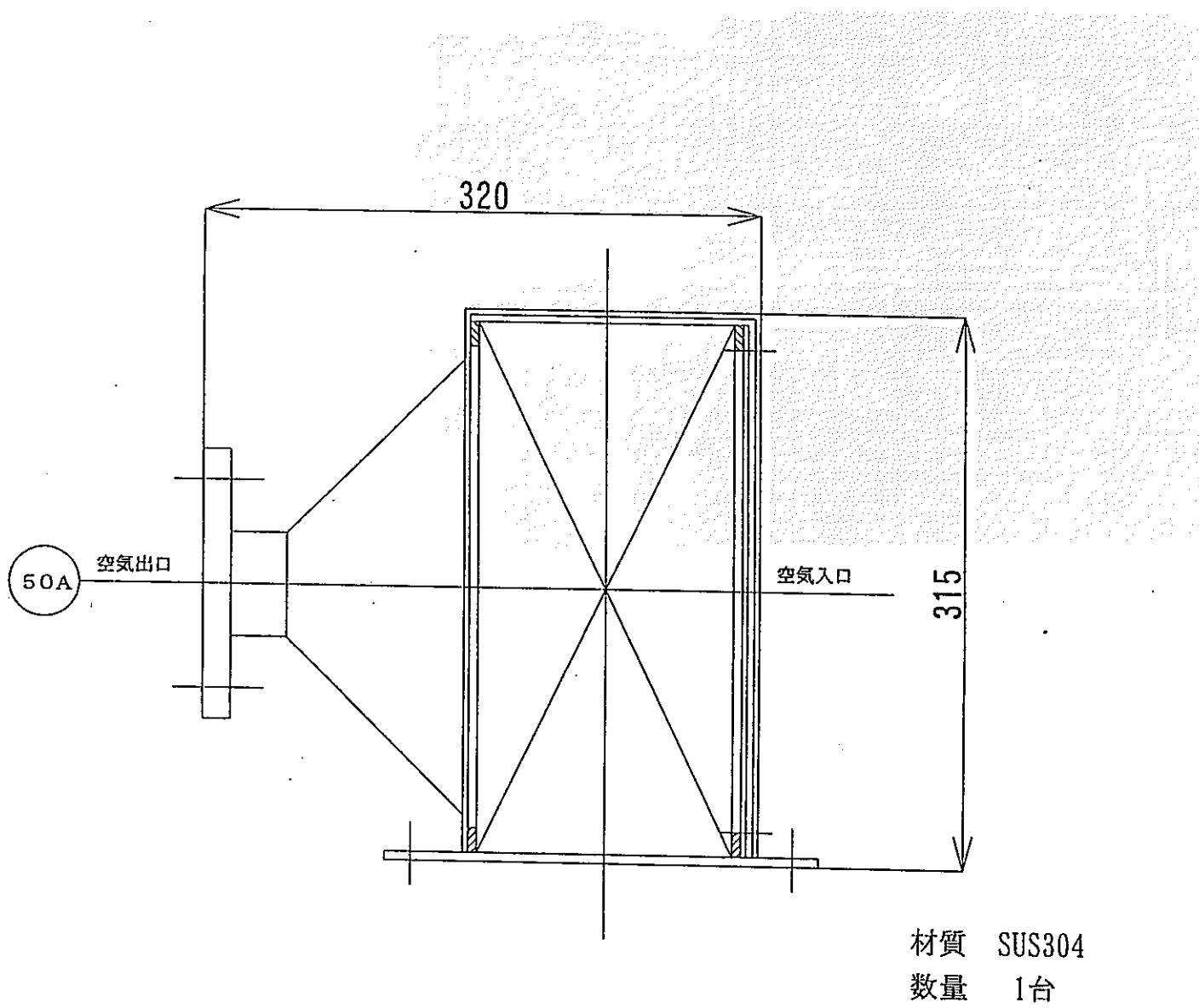
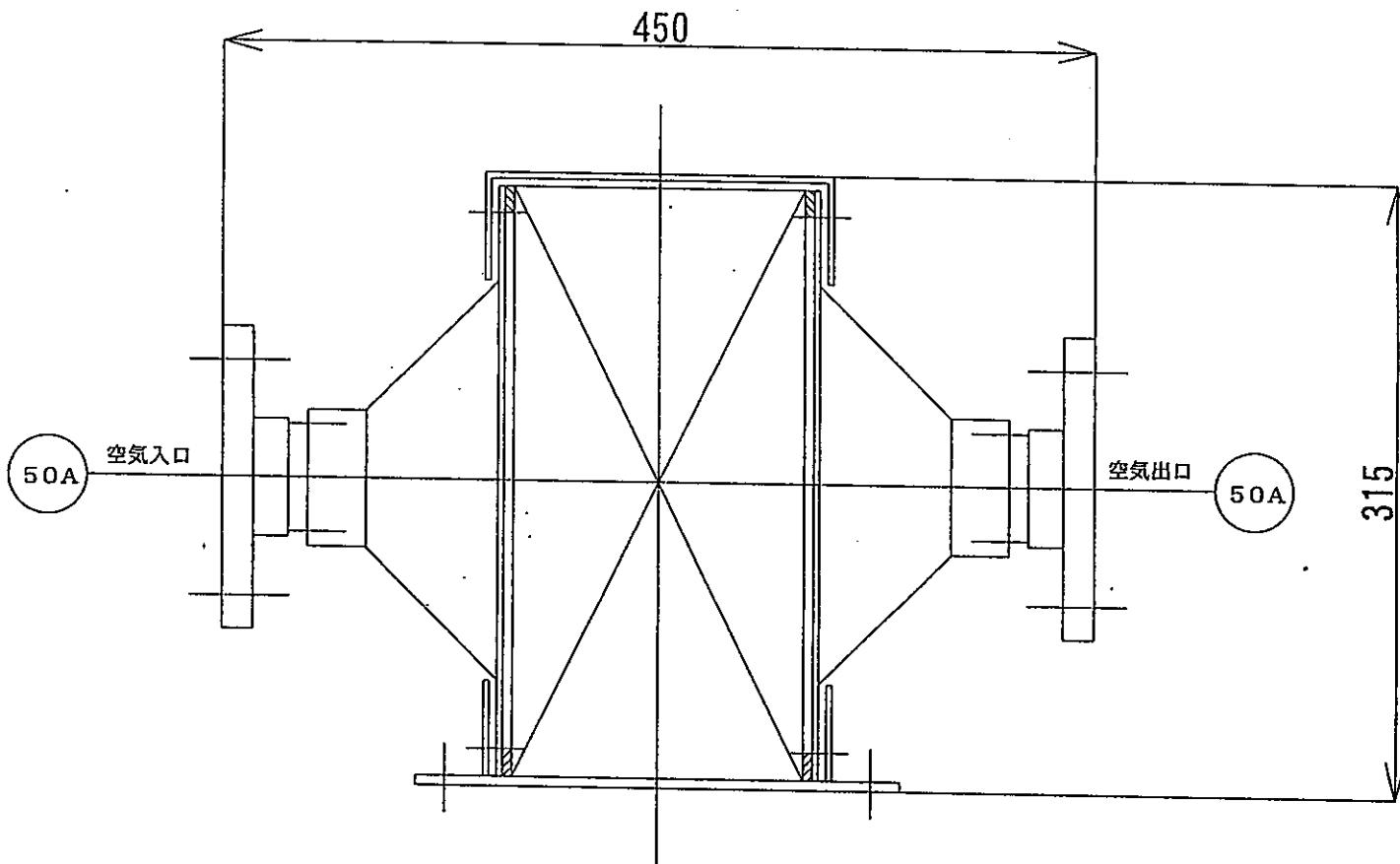


図 5.2.3-9



材質 SUS304

数量 1台

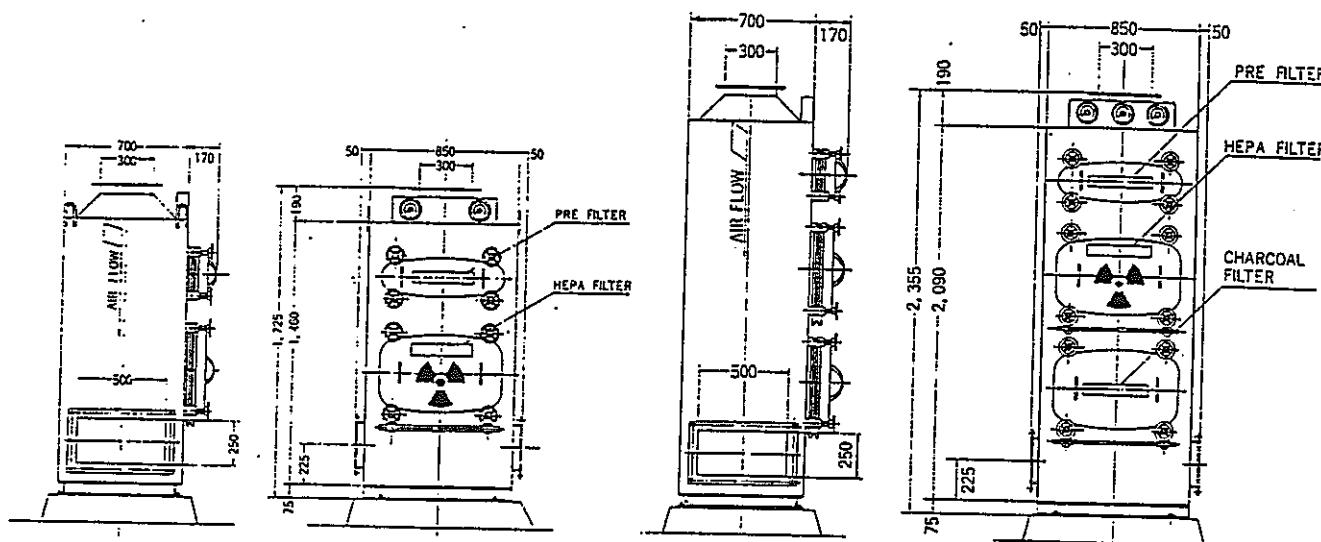
図 5.2.3-10

標準寸法

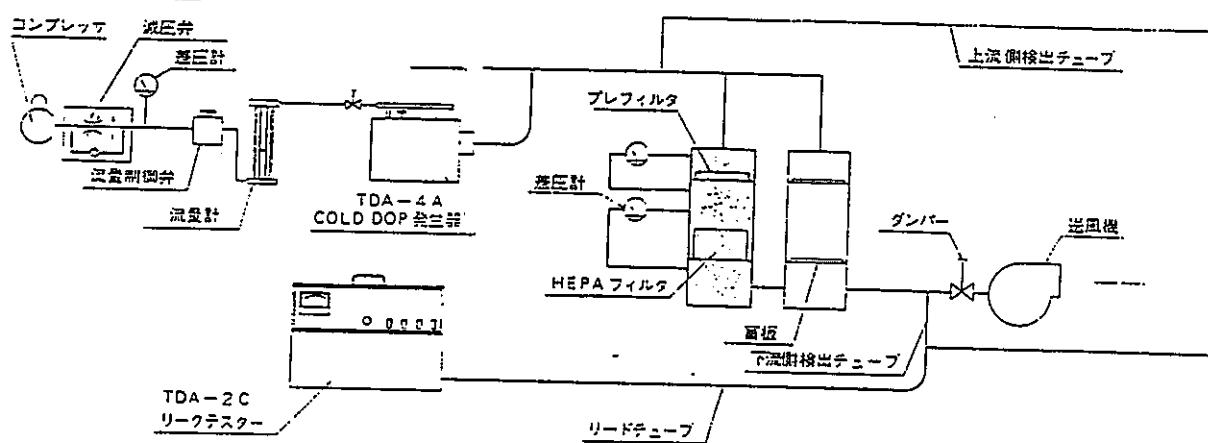
型番	風量 m/min	外形 寸法 mm	寸法 mm	ブリッジ 寸法 mm	取扱 寸法 mm	重量 kg
P.T.S.-30-PH	30	850	700	1725	○ ○	310
P.T.S.-30-PHC	30	850	700	2355	○ ○ ○	480
P.T.S.-60-PH	60	1700	700	1725	○ ○	585
P.T.S.-60-PHC	60	1700	700	2355	○ ○ ○	925
P.T.S.-90-PH	90	2550	700	1725	○ ○	860
P.T.S.-90-PHC	90	2550	700	2355	○ ○ ○	1360

PTS-30PH型

PTS-30PHC型



現場試験

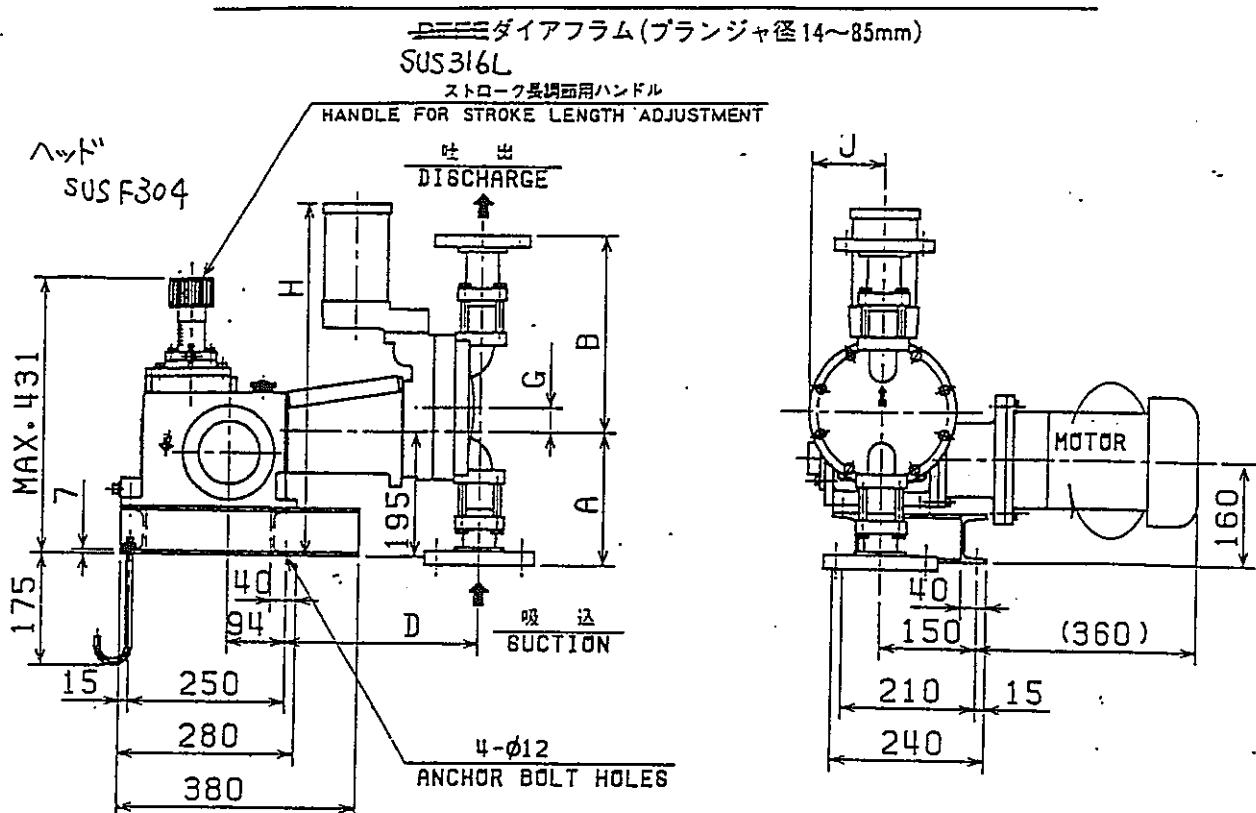


リークテスト ダイアグラム

R I 排気用空気浄化装置には、ピュアートラップシステムの他にチャンバ型のタイプもあります。この方式は作業員がチャンバの中に入れてフィルタを交換するため、安全性や取替費用等に問題があり、ピュアートラップシステムが注目されているのはそのためです。

M150シリーズ

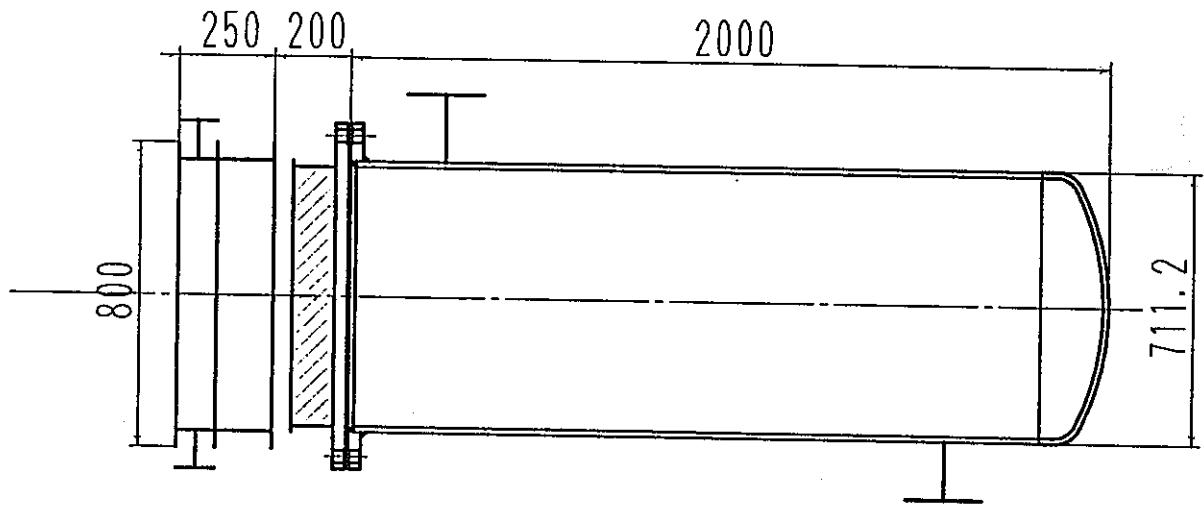
S3A型ダイアフラムタイプ外形寸法図(接液部材質SUS316)



概算重量: 約110kg(モータ除く)

型式	プランジャ径 (mm)	シングル				ダブル				フランジサイズ		フランジ規格	
		A	B	G	H	D	J	D	J	吸込	吐出	吸込	吐出
低圧型	128	193	249	23	471	229	104	257	140	1" (25 A)	¾" (20 A)	JIS 10K RF(L) ANSI CLASS 150 RF	JIS 10K~63K RF ANSI CLASS 150, 300 RF 600~2500 RJ
	40, 50, 58	125	260	30	495	252	104	280	140	1" (25 A)	¾" (20 A)		
	68, 76	208	308	38	545	280	115	310	140	1½" (40 A)	1" (25 A)		
	85	215	336	48	570	275	130	310	140	2½" (65 A)	2" (50 A)		
	14, 20	181	260	30	485	308	104	343	140	½" (15 A)	½" (15 A)		
高圧型	28	190	280	35	495	308	108	348	140	1" (25 A)	¾" (20 A)		
	40	239	353	42	515	318	125	368	140	1½" (40 A)	1" (25 A)		

図 5.2.3-12
図 5.2.3-13



空氣加熱器 HE-

図 5.2.3-14

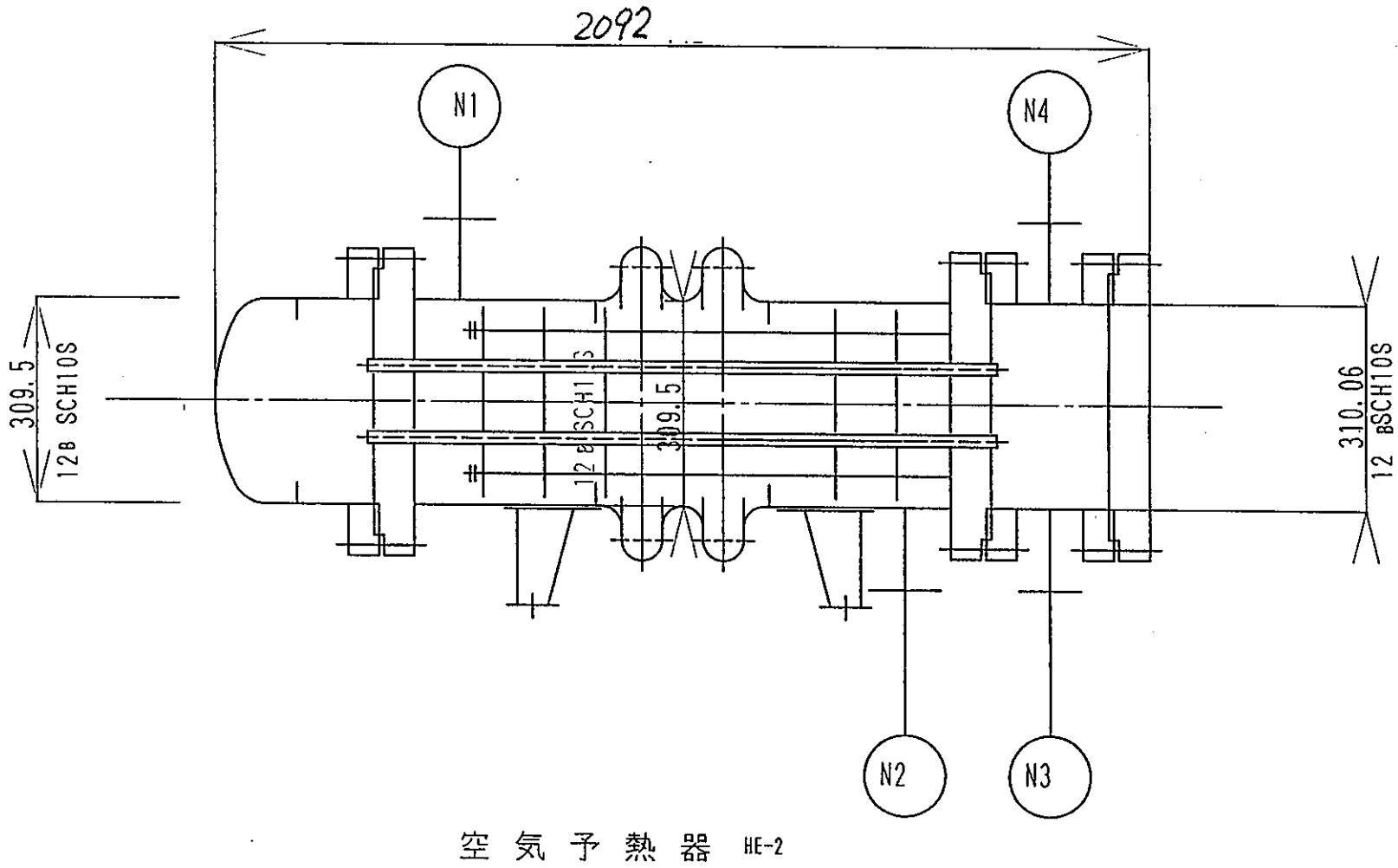


図 5.2.3-15

図 5.2.3-16

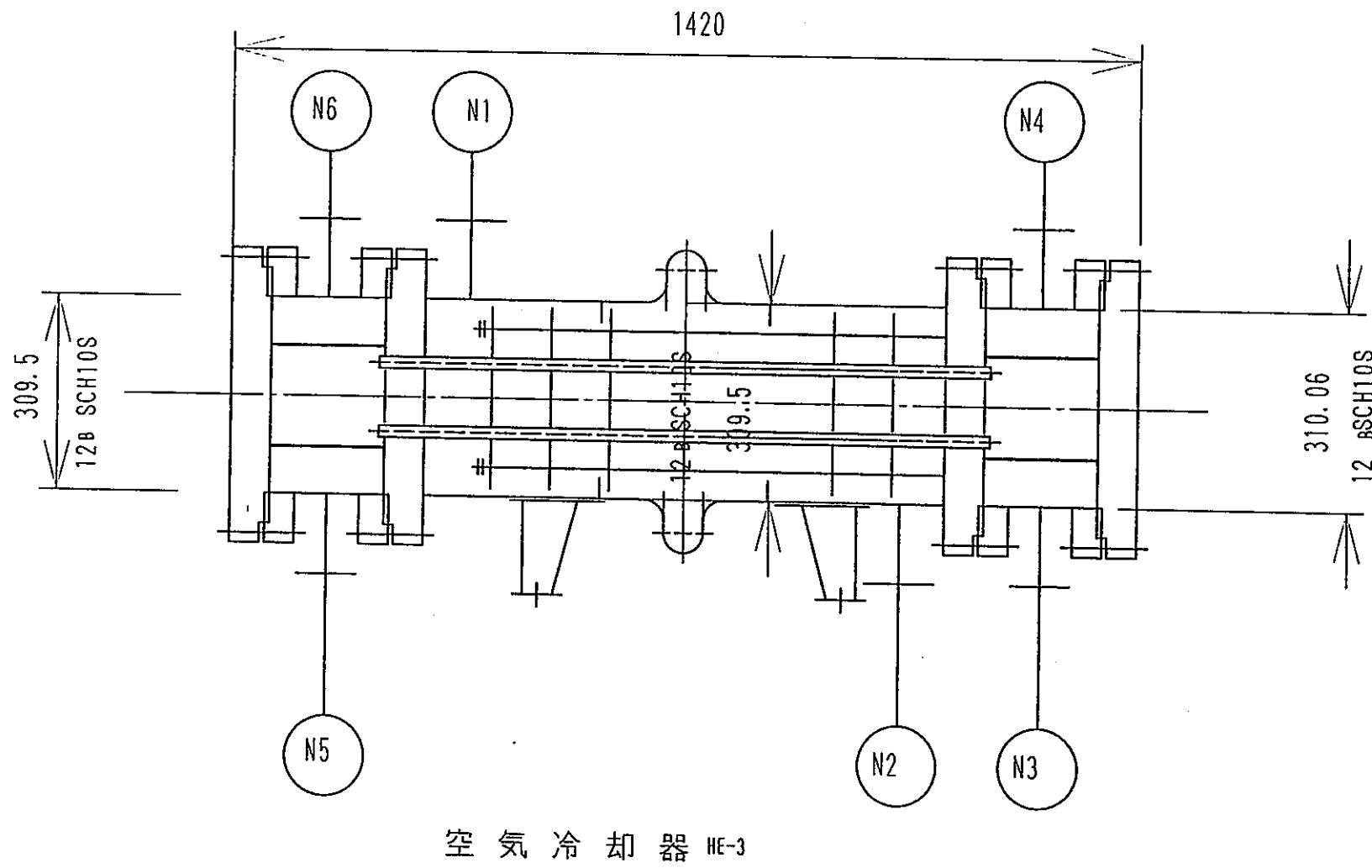
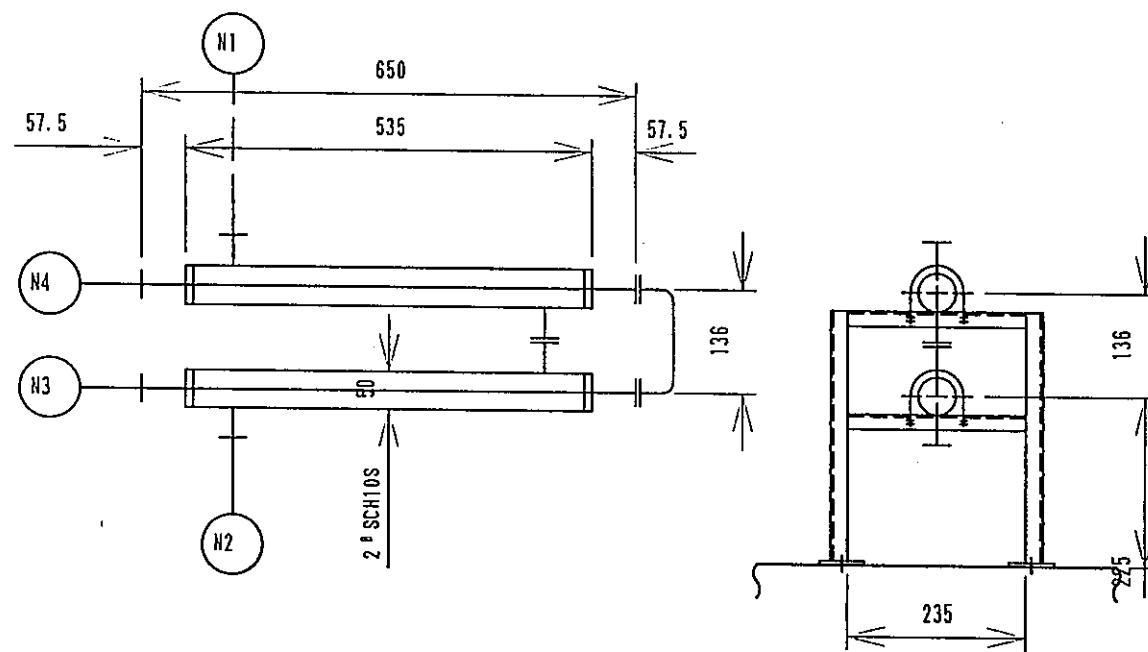


図 5.2.3-17



スチーマー凝縮器 HE-4

性能表

型式	口径 (mm)	回転数 (rpm)	各吐出圧力における吸込風量(m³/min)および消費動力(kW)									
			0.1kPa/d		0.2kPa/d		0.3kPa/d		0.4kPa/d		0.5kPa/d	
			9.8kPa	19.6kPa	29.4kPa	39.2kPa	49.0kPa	58.8kPa	68.6kPa	78.4kPa	88.2kPa	98.0kPa
BH 50	2B	1000	1.42	0.9	1.22	1.1	1.02	1.3	0.85	1.6	0.69	1.9
		1150	1.60	1.0	1.40	1.2	1.20	1.1	1.02	1.7	0.86	2.0
		1300	1.87	1.0	1.66	1.3	1.15	1.6	1.28	1.9	1.12	2.3
		1450	2.21	1.0	2.00	1.4	1.76	1.8	1.60	2.2	1.45	2.7
		1600	2.54	1.1	2.36	1.6	2.18	2.1	2.00	2.5	1.85	3.0
		1750	1.96	1.2	1.69	1.5	1.42	1.8	1.18	2.2	0.96	2.6
BH 65	2B50	1150	2.31	1.4	1.94	1.7	1.67	2.0	1.42	2.4	1.19	2.8
		1300	2.59	1.4	2.30	1.8	2.01	2.2	1.78	2.6	1.56	3.1
		1450	3.12	1.6	2.78	1.9	2.11	2.5	2.22	3.1	2.01	3.8
		1600	3.51	1.5	3.28	2.2	3.03	2.9	2.78	3.6	2.57	4.3
		1750	3.12	1.6	2.99	2.0	2.79	2.6	2.61	3.2	2.43	3.8
		1900	3.72	1.6	3.51	2.3	3.30	3.0	3.12	3.8	2.91	4.7
BH 80	3B	1100	4.25	1.6	4.06	2.5	3.85	3.4	3.67	4.2	3.51	5.2
		1250	6.63	1.7	6.12	2.7	5.71	3.7	4.03	4.6	3.87	5.7
		1400	9.21	1.8	9.02	2.9	8.81	4.0	6.63	5.0	4.46	6.3
		1550	11.04	2.0	9.95	2.8	9.66	3.6	3.41	4.4	3.17	5.3
		1700	5.17	2.2	4.88	3.2	5.59	4.3	4.31	5.3	4.11	6.3
		1850	5.90	2.4	5.64	3.6	5.35	4.7	5.10	6.0	4.87	7.2
BH 100	4B	1150	6.41	2.6	6.11	3.8	5.85	5.1	5.60	6.4	5.37	7.8
		1300	7.41	2.9	7.11	4.3	6.82	5.8	6.57	7.4	6.34	9.0
		1450	8.39	3.2	8.07	4.7	7.79	6.4	7.53	8.3	7.30	10.1
		1600	6.70	2.1	6.33	4.0	5.96	5.1	5.64	6.7	5.34	8.0
		1750	8.13	3.2	7.77	4.7	7.41	5.2	7.08	7.9	6.77	9.6
		1900	8.77	3.5	8.42	5.0	8.07	6.5	7.71	8.4	7.46	10.3
BH 1125	5B	1450	9.71	3.6	9.31	5.4	8.91	7.2	8.62	9.1	8.34	11.0
		1600	11.0	4.0	10.6	6.0	10.2	8.0	9.90	10.1	9.59	12.4
		1750	13.1	4.6	12.7	6.8	12.3	9.1	11.9	11.5	11.6	14.2
		1900	9.01	3.7	8.55	5.5	7.70	7.4	7.18	9.3	6.73	11.1
		2050	11.1	4.0	10.4	6.2	9.76	8.1	9.26	10.6	8.81	12.8
		2200	12.7	4.3	12.0	6.7	11.3	9.2	10.8	11.7	10.4	14.1
BH 1125A	5B	1450	13.7	4.5	13.0	7.1	12.1	9.1	11.9	12.3	11.4	15.0
		1600	16.3	4.8	15.6	7.9	15.0	11.0	14.5	14.0	17.1	17.1
		1750	14.6	6.1	13.6	7.1	12.8	9.2	12.1	12.1	11.4	15.2
		1900	17.1	6.1	16.4	8.2	15.5	10.8	14.8	14.8	14.2	17.5
		2050	18.9	7.3	18.1	9.2	17.1	12.1	16.6	16.0	16.0	19.1
		2200	21.8	8.0	20.8	10.1	19.9	13.1	17.2	18.3	21.0	17.7
BH 1150	6B	1400	23.8	7.6	22.9	11.6	22.0	15.6	21.2	19.9	20.6	24.0
		1550	26.6	8.7	25.8	13.1	25.0	17.5	24.2	22.5	23.5	27.6
		1700	20.0	7.0	18.7	10.6	17.5	11.1	16.5	18.2	15.5	22.3
		1850	21.8	8.2	22.5	12.4	21.4	16.2	20.1	21.3	19.2	26.0
		2000	26.3	9.0	25.0	13.6	23.8	18.0	22.8	23.3	21.8	28.5
		2150	28.9	9.8	27.6	14.8	26.1	19.6	25.3	24.4	31.0	23.6
BH 1150A	6B	1400	32.8	10.9	31.5	16.5	30.3	21.9	29.3	28.4	28.3	34.7
		1550	36.7	12.1	35.4	18.3	31.2	21.3	33.2	31.4	32.2	38.4
		1700	26.5	8.2	25.3	12.2	21.1	16.2	23.0	20.2	22.0	24.1
		1850	29.3	9.2	28.0	14.1	26.8	19.0	25.7	21.9	24.6	28.8
		2000	32.2	9.8	31.0	15.4	29.8	21.0	28.7	26.7	32.3	36.7
		2150	35.0	9.8	33.9	16.5	32.8	23.2	31.8	29.5	30.8	38.5
BH 1200	6D	1400	34.1	11.1	37.0	18.2	35.9	25.1	31.8	32.1	33.8	40.0
		1550	41.2	11.9	40.0	19.7	38.8	27.5	37.8	35.4	36.7	43.0
		1700	26.5	8.2	25.3	12.2	21.1	16.2	23.0	20.2	22.0	24.1
		1850	29.3	9.2	28.0	14.1	26.8	19.0	25.7	21.9	24.6	28.8
		2000	32.2	9.8	31.0	15.4	29.8	21.0	28.7	26.7	32.3	36.7
		2150	35.0	9.8	33.9	16.5	32.8	23.2	31.8	29.5	30.8	38.5

性能表

型式	口径 (mm)	回転数 (rpm)	各吐出圧力における吸込風量(m³/min)および消費動力(kW)										
			0.1kPa/d		0.2kPa/d		0.3kPa/d		0.4kPa/d		0.5kPa/d		
			9.8kPa	19.6kPa	29.4kPa	39.2kPa	49.0kPa	58.8kPa	68.6kPa	78.4kPa	88.2kPa	98.0kPa	
BH200A	8B	800	31.6	10.7	29.9	16.1	28.3	22.4	27.0	28.9	25.6	35.1	21.5
		1050	37.6	12.5	35.9	18.8	31.2	26.1	32.9	33.7	31.5	41.0	30.7
		1150	41.5	13.7	39.8	20.5	38.2	29.6	36.9	37.0	35.4	45.9	31.3
		1250	45.6	14.9	43.8	22.3	42.3	31.1	41.0	40.2	39.6	48.8	35.5
		1350	49.5	16.1	47.9	24.1	46.3	33.6	45.0	43.4	43.5	52.7	42.5
		1450	53.5	17.3	51.8	25.9	50.2	36.1	48.9	46.6	47.5	56.6	46.0
BH250	10B	800	35.4	11.5	34.3	17.6	33.2	23.7	32.1	29.9	31.2	37.1	20.5
		900	40.5	12.7	39.4	19.5	38.3	26.3	37.3	33.1	36.3	42.0	23.6
		1000	46.4	14.3	45.0	21.8	43.6	32.9	40.8	37.7	34.1	51.4	34.4
		1100	52.1	16.4	51.0	24.7	49.9	32.8	48.8	41.0	47.9	51.1	37.2
		1200	58.9	16.6	57.6	26.8	56.3	37.7	55.0	47.6	54.0	51.3	43.0
		1300	65.5	20.0	64.2	31.2	62.9	42.4	61.5	53.6	60.1	59.7	49.8
BH250A	10B	800	49.1	24.8	47.8	33.5	46.3	42.2	45.9	50.8	45.2	59.5	44.5
		900	55.7	26.0	54.5	35.7	53.4	45.4	52.5	55.2	51.8	64.9	51.2
		1000	62.4	27.1	61.1	37.9	60.0	48.7	59.5	58.1	58.8	74.6	51.1
		1100	69.0	28.1	67.7	40.0	66.6	51.9	65.8	63.4	65.0	75.7	61.1
		1200	75.6	29.1	74.1	42.2	73.2	55.2	72.4	68.1	71.6	81.1	69.8
		1300	82.2	30.4	80.9	44.1	79.9	70.0	79.0	73.5	73.3	83.3	71.3
BH300	12B	800	51.6	16.5	48.6	26.5	46.6	37.0	44.6	46.5	42.6	55.5	40.6
		900	67.0	20.6	64.0	33.1	62.0	46.3	60.0	58.0	58.1	66.0	48.0
		1000	82.3	24.8	79.3	38.8	77.3	55.5	73.3				

表 5.2.3-2 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-01
3	機 器 名 称	電気透析装置
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；電気透析式（旭化成製アシライザG4型）</p> <p>(2) 処理容量；約10リットル/h（バッチ処理、15リットル/バッチ）</p> <p>(3) 温度条件；入口温度常温、出口温度 45°C以下</p> <p>(4) 電源条件；AC100V×1.5kW</p> <p>(5) 概略寸法；W800mm×D640mm×H1400mm</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 処理容量；約10リットル/h（バッチ処理、15リットル/バッチ）</p> <p>触媒酸化塔による処理速度が設備規模から5リットル/hであるので約2倍の裕度を持たせた約10リットル/hを処理容量とした。また1バッチの処理量は触媒酸化塔の連続運転の最長3時間分として15リットル/バッチとした。</p> <p>有効膜面積に以下に算定式を示す。</p> <p>処理容量=実験結果（S3型）×有効膜面積比 $=0.5\text{リットル}/0.75\text{h} \times (0.8 \times 10^4 \text{cm}^2 / 550 \text{cm}^2)$ $\approx 10\text{リットル}/\text{h}$</p>
6	備 考	

表5.2.3-3 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-01
3	機 器 名 称	電気透析装置の内試料液槽 (ナトリウム分離アルコール廃液槽)
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；豎置き円筒式</p> <p>(2) 容量；15リットル</p> <p>(3) 最高使用温度／運転温度；65℃／室温</p> <p>(4) 最高使用圧力；水頭圧</p> <p>(5) 主要材質；PVC</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 容量；15リットル</p> <p>①電気透析装置の標準仕様の容量は約10リットルである。</p> <p>②電気透析装置の1バッチ分処理量を触媒酸化塔の運転条件から15リットルとした。</p> <p>③電気透析装置の標準寸法を変更せずに15リットル仕様の試料液槽は収まる見通しがある。</p> <p>(2) 材質；PVC</p> <p>①電気透析装置の標準仕様である。</p> <p>②電気透析装置は性能上、部品の材質をPVC等としている部分もあるため、安全確保の観点から装置全体をステンレス製の容器に收め、これをバウンダリとする。したがって、試料液槽もPVCで問題ない。</p>
6	備 考	

表5.2.3-4 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-01
3	機 器 名 称	電気透析装置の内処理液ポンプ (ナトリウム分離アルコール廃液ポンプ)
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；マグネット式</p> <p>(2) 流量； $0.6\text{m}^3/\text{h}$</p> <p>(3) 揚程； 15m</p> <p>(4) 電動機；電気透析装置1.5 kWに含む</p>
5	選 定 根 抱	
	<p>(1) 型式；マグネット式</p> <p>① 電気透析装置標準仕様である。</p> <p>② 廃液の漏えいを防止する観点からも、軸シール部の無いマグネット式は有効である。</p> <p>(2) 流量； $0.6\text{m}^3/\text{h}$</p> <p>① 電気透析装置標準仕様である。</p>	
6	備 考	

表5.2.3-5 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-02
3	機 器 名 称	蒸発ボックス+取出しボックス
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；ボックス式</p> <p>(2) 最高使用温度／運転温度；350℃／300℃</p> <p>(3) 最高使用圧力；-50kPa</p> <p>(4) 主要材質；SUS304</p> <p>(5) 概略寸法；600mm×1500mm×H2000mm</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 最高使用温度／運転温度；350℃／300℃</p> <p>稀釀空気予熱温度300℃を運転温度とし、触媒酸化塔の運転温度を最高使用温度とした。</p> <p>(2) 概略寸法；600mm×1500mm×H2000mm</p> <p>①蒸発ボックス内へ配置する乾固皿に必要スペース、取り出し操作に必要なスペースを考慮して決定した。</p>
6	備 考	

表5.2.3-6 機器選定根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機器番号	E-03
3	機器名称	触媒酸化塔
4	機器仕様	<p>(1) 型式；触媒酸化式</p> <p>(2) 最高使用温度／運転温度；400°C／350°C</p> <p>(3) 最高使用圧力；-50kPa.G</p> <p>(4) 概略寸法；□800mm×H1500mm</p>
5	選定根拠	<p>(1) 型式；触媒酸化式</p> <p>先行して実施されたサイクル機構殿のR&Dによりアルコール廃液は白金触媒により水と炭酸ガスとに分離可能であるとの見通しがある。</p> <p>(2) 概略寸法；□800mm×H1500mm</p> <p>白金触媒の単体充填寸法は□150mm×H50（触媒充填量0.5リットル）である。</p> <p>蒸発アルコール処理に必要な触媒量は空間速度から決定される。空間速度はメーカー実績値から30,000h⁻¹以下とする。ガス量は643Nm³/hであるから必要な触媒り量は</p> $V=643/30000=0.021 \text{ m}^3=21\text{リットル}$ <p>個数Nは</p> $N=21/0.5=42\text{個}$ <p>充填高さを150mm=3個分とすると1段に14個以上敷くこととなり、4×4の正方格子状に充填する。すなわち、充填寸法は□600mm×H150mmとなる。□600mmに対応する触媒酸化塔の内径は□800mmとなる。高さH1500mmは均一なガス流を得るために必要な直胴部長さでメーカー実績による。</p>
6	備考	

表5.2.3-7 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	T-01
3	機 器 名 称	廃液稀釀槽
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；堅置き円筒式</p> <p>(2) 有効容量；30リットル</p> <p>(3) 全容量 ；45リットル</p> <p>(4) 最高使用温度／運転温度；65℃／室温</p> <p>(5) 最高使用圧力；水頭圧</p> <p>(6) 主要材質；SUS304TP</p> <p>(7) 概略寸法（胴部）；250A（外径267.4mm）×H1000mm</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 有効容量；30リットル</p> <p>1日で処理可能な廃液$1.25\text{kg}/\text{h} \times 5.3\text{h} = 6.6\text{kg}$を4倍に稀釀できる容量とする。</p> <p>約$6.6\text{リットル} \times 4 = 25.6\text{リットル}$</p> <p>25.6リットルを切り上げて30リットルとする。</p> <p>(2) 全容量 ；45リットル</p> <p>有効容量に1.5倍の裕度を考慮した容量とする</p>
6	備 考	

表5.2.3-8 機器選定根拠書

1	設備名称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機器番号	T-02
3	機器名称	廃液計量槽
4	機器仕様	<p>(1) 型式；豎置き円筒式</p> <p>(2) 有効容量；15リットル</p> <p>(3) 全容量；20リットル</p> <p>(4) 最高使用温度／運転温度；65°C／室温</p> <p>(5) 最高使用圧力；水頭圧</p> <p>(6) 主要材質；SUS304TP</p> <p>(7) 概略寸法（胴部）；250A（外径267.4mm）×H600mm</p>
5	選定根拠	<p>(1) 有効容量；15リットル 連続で触媒酸化塔で処理する時間（約3時間）分の廃液（蒸発ボックスへの1回分供給量の最大）を計量できる容量とする。 $5\text{リットル}/\text{h} \times 3\text{h} = 0.015\text{m}^3$</p> <p>(2) 全容量；20リットル 15リットルを切り上げて、有効容量に裕度を考慮した容量とする</p>
6	備考	

表5.2.3-9 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-04
3	機 器 名 称	デミスタ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；メッシュデミスタ式</p> <p>(2) 最高使用温度／運転温度；65℃／40℃</p> <p>(3) 最高使用圧力；-50kPa</p> <p>(4) 主要材質；SUS304</p> <p>(5) 概略寸法；Φ250A×H500mm</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 型式；メッシュデミスタ式</p> <p>構造が簡単で汎用されており、分離性能も実績から確認できている。</p>
6	備 考	

表5.2.3-10 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	F-01
3	機 器 名 称	廃液フィルタA
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；豎置き円筒エレメント式</p> <p>(2) 使用温度範囲／運転温度；398℃まで／常温</p> <p>(3) 使用圧力範囲／運転圧力；-0.1～0.85MPaG</p> <p>(4) 流量；15リットル／min以下</p> <p>(5) ろ過精度；250μ</p>
5	選 定 根 抱	<p>(1) 型式；豎置き円筒エレメント式</p> <p>① フィルタエレメントの交換が配管を分解せず、容易である。</p> <p>(2) 流量；15リットル／min以下</p> <p>① 系統流量2リットル／minに余裕をとって同型式の仕様で最大流量のものを選定した。</p> <p>(3) ろ過精度；250μ</p> <p>①ポンプその他の機器の閉塞防止の目的で粗大な塵埃の除去が可能なものとした。</p> <p>②ろ過精度が必要以上であるとフィルタの閉塞が運転上問題となる。</p>
6	備 考	

表5.2.3-11 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	F - 0 2
3	機 器 名 称	廃液フィルタB
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；豎置き円筒エレメント式</p> <p>(2) 使用温度範囲／運転温度；398℃まで／常温</p> <p>(3) 使用圧力範囲／運転圧力；-0.1～0.85MPaG</p> <p>(4) 流量；15リットル／min以下</p> <p>(5) ろ過精度；5μ</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 型式；豎置き円筒エレメント式</p> <p>① フィルタエレメントの交換が配管を分解せず、容易である。</p> <p>(2) 流量；15リットル／min以下</p> <p>① 系統流量2リットル／minに余裕をとって同型式の仕様で最大流量のものを選定した。</p> <p>(3) ろ過精度；5μ</p> <p>①電気透析装置では5μ以下が望ましいとしている。</p> <p>②ろ過精度が必要以上であるとフィルタの閉塞が運転上問題となる。</p>
6	備 考	

表5.2.3-12 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	F - 0 5
3	機 器 名 称	排ガスフィルタ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；プレ+HEPA式</p> <p>(2) 風量；$30\text{ m}^3/\text{min}$</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 風量；$30\text{ m}^3/\text{min}$</p> <p>排ガス量$10\text{ m}^3/\text{min}$に余裕を見て$30\text{ m}^3/\text{min}$とした。</p>
6	備 考	

表5.2.3-13 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	P - 0 1
3	機 器 名 称	廃液移送ポンプ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；金属ダイヤフラム式</p> <p>(2) 流量；2リットル／m i n</p> <p>(3) 圧力；1. 7 MP a</p> <p>(4) 電動機；200V／3φ×0. 4 kW</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 型式；金属ダイヤフラム式</p> <p>① ポンプから廃液の漏えい洩を防止するため軸シール部の無く、使用実績が豊富なダイヤフラム式とする。</p> <p>(2) 流量；2リットル／m i n</p> <p>① 移送量は1バッチ分約15リットルで大容量のポンプでは制御が困難。</p> <p>② 移送に約8分必要とするが移送は1日2回であり、運転上問題無い。</p> <p>(3) 圧力；1. 7 MP a</p> <p>ポンプは容積式であるため、吐出側が閉止状態となればモータの能力まで圧力は上昇する。この値はメーカー標準仕様である。実際の設備では安全弁により異常な圧力上昇を防止する。</p>
6	備 考	

表5.2.3-14 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	P-02
3	機 器 名 称	廃液供給ポンプ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；金属ダイヤフラム式</p> <p>(2) 流量；2リットル／min</p> <p>(3) 圧力；1.7 MPa</p> <p>(4) 電動機；200V／3φ×0.4kW</p>
5	選 定 根 抱	<p>(1) 型式；金属ダイヤフラム式</p> <p>① ポンプから廃液の漏えい洩を防止するため軸シール部の無く、使用実績が豊富なダイヤフラム式とする。</p> <p>(2) 流量；2リットル／min</p> <p>① 移送量は1バッチ分約15リットルで大容量のポンプでは制御が困難。</p> <p>② 移送に約8分必要とするが移送は1日2回であり、運転上問題無い。</p> <p>(3) 圧力；1.7 MPa</p> <p>ポンプは容積式であるため、吐出側が閉止状態となればモータの能力まで圧力は上昇する。この値はメーカー標準仕様である。実際の設備では安全弁により異常な圧力上昇を防止する。</p>
6	備 考	

表5.2.3-15 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	H-01
3	機 器 名 称	稀釀空気ヒータ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；電気ヒータ</p> <p>(2) 空気量；$10 \text{ Nm}^3/\text{min}$</p> <p>(3) 温度条件；入口温度 19.5°C、出口温度 30.0°C</p> <p>(4) 容量；35kW</p>
5	選 定 根 抱	
	<p>(1) 容量；35kW</p> <p>以下に算定式を示す。</p> $\begin{aligned}\text{容量} &= 600\text{m}^3 \times 1.16\text{kg/m}^3 \times (573 - 463) \text{ K} \times 1.04 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K} \\ &= 76000 \text{ kJ} \\ &= 22\text{kW}\end{aligned}$ <p>余裕を見て35kWとした。</p> <p>(2) 温度条件；入口温度 19.0°C、出口温度 30.0°C</p> <p>入口温度は空気予熱器出口温度とした。出口温度は触媒酸化に必要な最低温度した。</p>	
6	備 考	

表5.2.3-16 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	EX-01
3	機 器 名 称	稀釀空気予熱器
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；シェル&チューブ式</p> <p>(2) 伝熱面積；7 m^2</p> <p>(3) 温度条件；高温側 入口温度350°C、出口温度200°C 低温側 入口温度35°C、出口温度191°C</p> <p>(4) 圧力損失；7 kPa</p>
5	選 定 根 抱	<p>(1) 温度条件；高温側 入口温度350°C 触媒酸化塔出口温度とした。 低温側 入口温度35°C 冷却性能を安全側にとって低温側の入口温度は夏季に予測される室温とした。(予熱性能の安全は稀釀空気ヒータで考えた)</p>
6	備 考	

表5.2.3-17 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	EX-02
3	機 器 名 称	排ガス冷却器
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；シェル&チューブ式</p> <p>(2) 伝熱面積；8 m²</p> <p>(3) 温度条件；高温側 入口温度 200 °C、出口温度 50 °C 低温側 入口温度 27 °C、出口温度 32 °C</p> <p>(4) 圧力損失；7 kPa</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 温度条件；高温側 入口温度 200 °C、出口温度 50 °C 空気予熱器出口温度を入口温度とし、出口温度は火傷防止の観点 及び補機冷却水温度から 50 °Cとした。 低温側 入口温度 27 °C、出口温度 32 °C 補機冷却水との取合い条件とした。</p>
6	備 考	

表5.2.3-18 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	EX-03
3	機 器 名 称	蒸気凝縮器
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；二重管式</p> <p>(2) 伝熱面積；0.24 m²</p> <p>(3) 蒸気凝縮量；6 kg/h</p> <p>(4) 温度条件；高温側 入口温度100℃、出口温度40℃ 低温側 入口温度27℃、出口温度32℃</p>
5	選 定 根 抱	<p>(1) 温度条件；高温側 入口温度100℃、出口温度40℃ 大気圧での飽和蒸気温度を入口温度とし、出口温度は火傷防止の観点及び補機冷却水温度から40℃とした。 低温側 入口温度27℃、出口温度32℃ 補機冷却水との取合い条件とした。</p>
6	備 考	

表5.2.3-19 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	B-01
3	機 器 名 称	稀釀空気プロワ
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；ルーツ式</p> <p>(2) 流量；$10 \text{ Nm}^3/\text{min}$</p> <p>(3) 圧力；$-4000 \text{ mmAq}$ から大気圧まで圧縮</p> <p>(4) 電動機；$200 \text{ V}/3\phi \times 15 \text{ kW}$</p>
5	選 定 根 拠	<p>(1) 型式；ルーツ式 流量、圧力を満足する他の型式プロワに比較して小型であり、汎用品として実績もある。</p> <p>(2) 流量；$10 \text{ Nm}^3/\text{min}$ 触媒酸化塔の処理温度条件から要求される希釀空気量とした。</p> <p>(3) 圧力；-4000 mmAq</p> <ul style="list-style-type: none"> ①系統内機器の設計を容易とするため、許容圧損はできるだけ多く取りたい。 ②プロワの性能上、-4000 mmAq 空冷での到達圧力の限界に近い。 ③排ガスを換気系に排気のため大気圧までの圧縮は必要である。 ④蒸発ボックス+取り出しボックス内は配置場所に対して負圧とする必要がある。 ⑤以上①～④までの条件で決定した。系統内各機器はこの圧力バランス内で設計する。
6	備 考	

表5.2.3-20 機 器 選 定 根 拠 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	D-206-2
3	機 器 名 称	凝縮水タンク
4	機 器 仕 様	既設凝縮水タンクを流用する。
5	選 定 根 拠	
6	備 考	

表5.2.3-21 機 器 選 定 根 抱 書

1	設 備 名 称	「常陽」アルコール廃液処理装置
2	機 器 番 号	E-05
3	機 器 名 称	ペーパレーショントン膜ユニット
4	機 器 仕 様	<p>(1) 型式；浸透気化式</p> <p>(2) 流量；4ℓ/h</p> <p>(3) 使用温度；95℃</p>
5	選 定 根 抱	<p>(1) 型式；浸透気化式 市販品より選定、また一般産業分野で実績もある。</p> <p>(2) 流量；4ℓ/h 市販品より選定とした。</p> <p>(3) 使用温度；95℃ 水分を透過する条件（メーカー推奨値）</p>
6	備 考	

5.2.4 配置設計

(1) 機器配置

機器配置を図 5.2.4-1～図 5.2.4-3 に示す。

各プロセスで構成機器は異なるが基本的な考え方は、以下の通りとする。

機器は図に示すように、部屋番号 A-106(EL±0)の既設アルコール廃液処理設備を撤去した後のスペースに、ステージ (EL+2500) を設けて立体的に配置する。

EL±0 の床面には蒸発ボックス + 取出しボックス、電気透析装置、触媒酸化塔、廃液稀釀槽、廃液計量槽、廃液移送ポンプ、廃液供給ポンプ、蒸気凝縮器、廃液フィルタ A / B 又はペーパレーション膜ユニットを配置する。ステージは配管配置に配慮して一部吹き抜けとする。吹き抜け部分には蒸発ボックスと触媒酸化塔を配置する。

EL+2500 のステージ上には稀釀空気プロワ、稀釀空気ヒータ、稀釀空気予熱器、排ガス冷却器、デミスタを配置する。このうち、稀釀空気プロワ、稀釀空気ヒータ、稀釀空気予熱器は架台を設置して配置する。

(2) 操作性

動線となる通路の幅は 900mm 以上確保する。また、取出しボックスの乾固皿を取り扱うグローブポート側や排ガスフィルタの HEPA フィルタ交換作業ポート側の背面は 1000mm 以上のスペースを確保し、操作性に配慮した。

(3) 保守性

稀釀空気ヒータ、稀釀空気予熱器、排ガス冷却器の発熱体や内側管の引抜きスペースはデミスタ側に確保した。

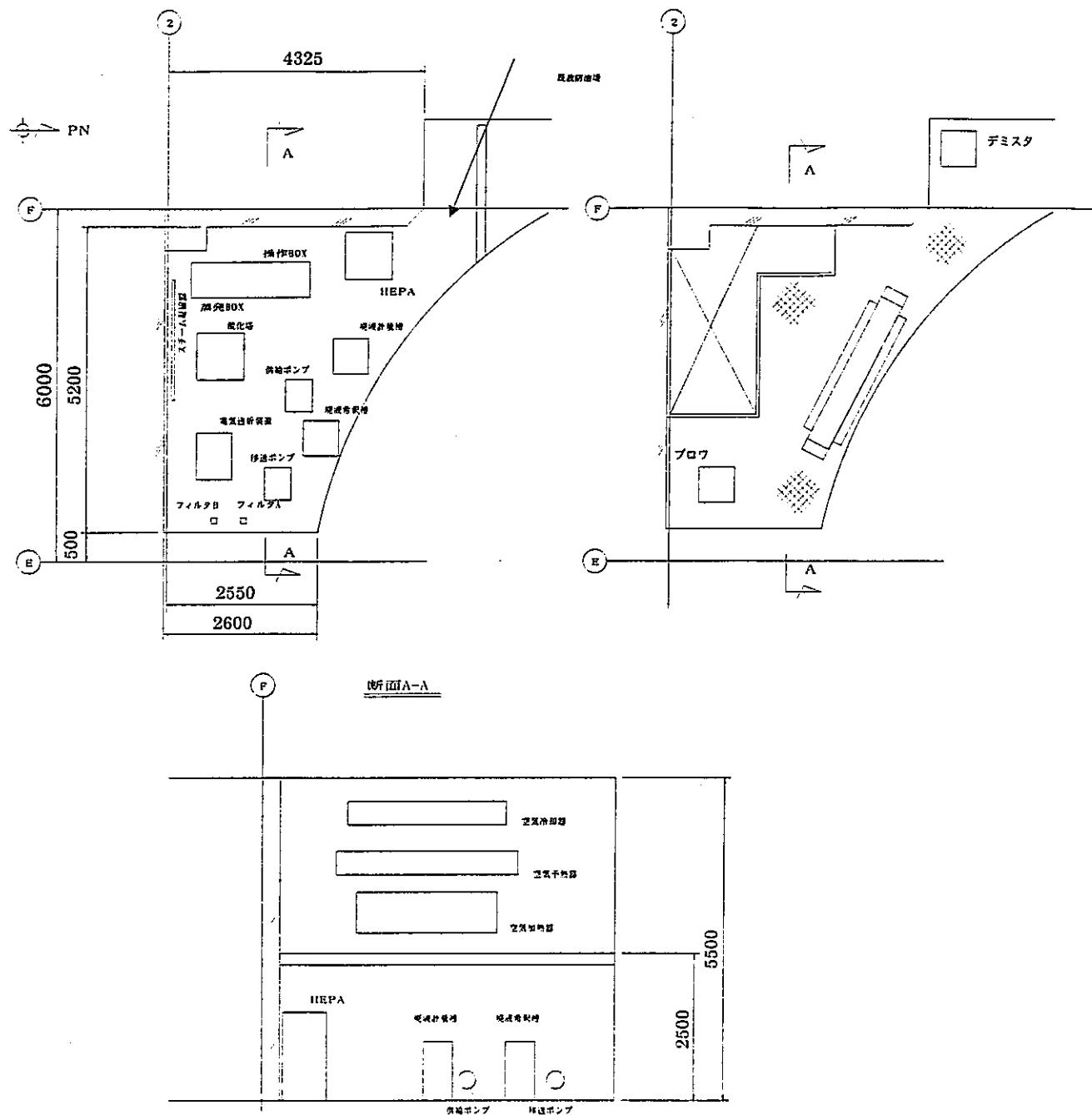


図 5.2.4-1 プロセス 1 配置図

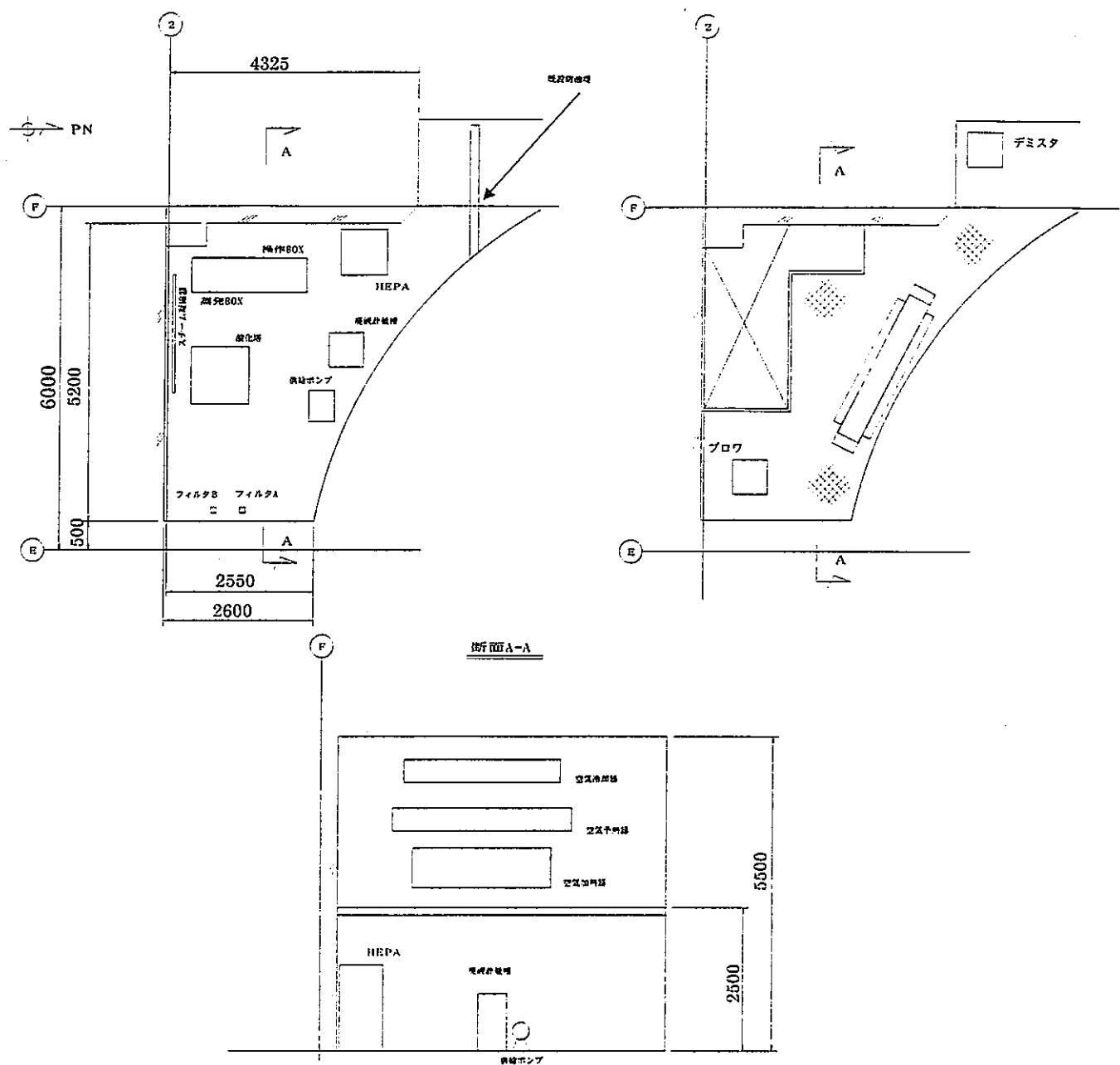


図 5.2.4-2 プロセス 2 配置図

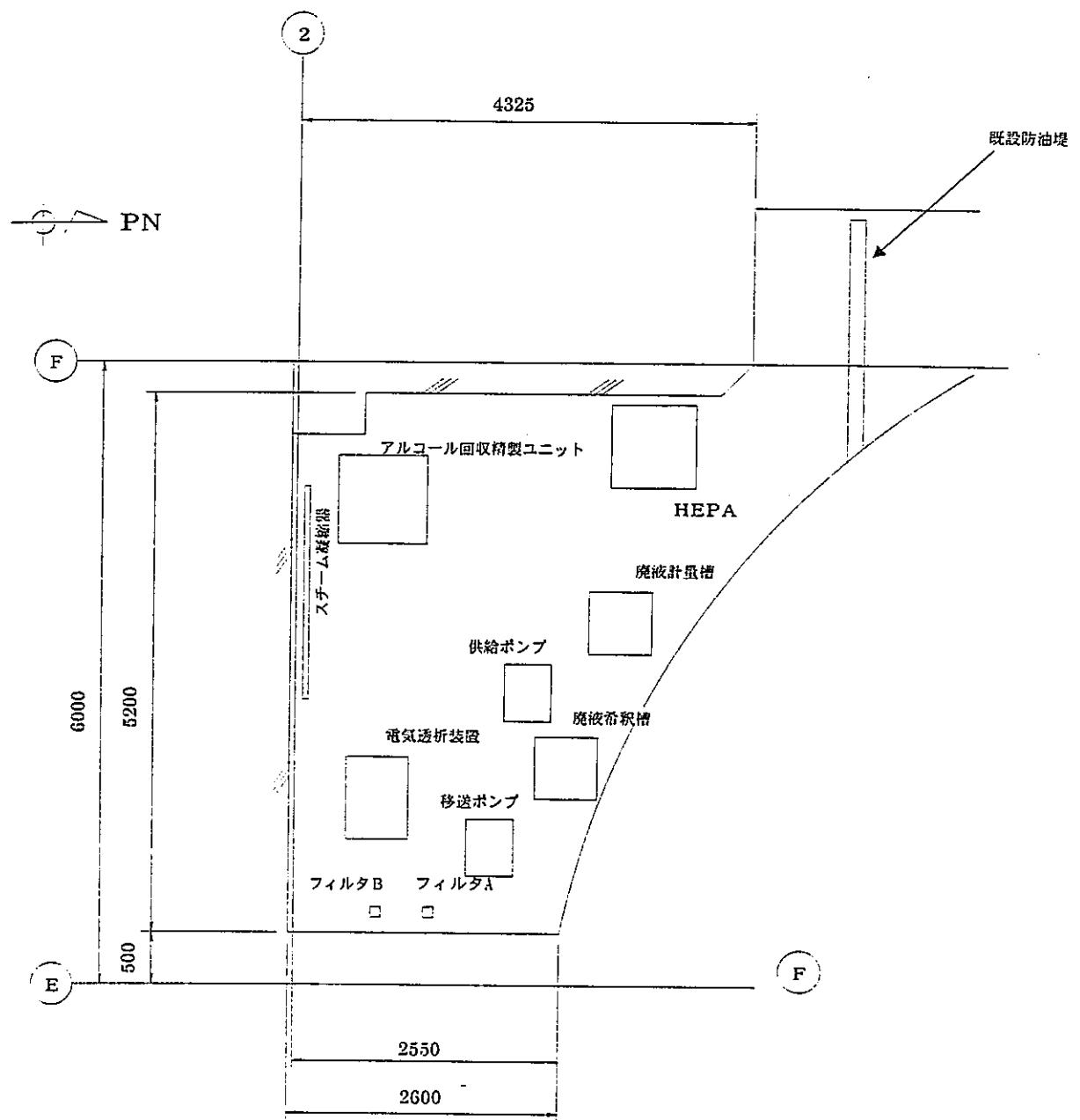


図 5.2.4-3 プロセス3配置図

5.3 安全性・許認可への適合性検討

5.3.1 設計条件

(1) 適用法規・規格及び基準

アルコール廃液処理装置の概念設計において考慮すべき適用法規・規格及び基準を以下に示す。

- ① 核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律 同施行令
- ② 試験研究の用に供する原子炉の設置、運転に関する規則（府令）
- ③ 試験研究の用に供する原子炉の設計及び工事の方法の技術基準に関する総理府令
- ④ 放射性同位元素等による放射線障害防止に関する法律施行規則
- ⑤ 消防法 同施行令
- ⑥ 危険物の規制に関する政令 同規則
- ⑦ 労働安全衛生法 同施行令
- ⑧ 電離放射線障害防止規則
- ⑨ 発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針
- ⑩ 発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針
- ⑪ 発電用原子力施設に関する耐震設計審査指針

(2) 安全性確保のための設備対応の基本的な考え方

既設アルコール廃液処理装置は蒸留法によりアルコール廃液から精製アルコールを回収し再使用するものである。本概念設計でアルコール廃液処理装置は、触媒酸化法を基本としたアルコール分解プロセスを採用することとしている。

新たな装置は既設アルコール廃液処理装置のエリアに設置することを前提としているため、許認可性の観点から既設設備と同等以上の安全性（特に火災・爆発の防止）を確保できるプロセスとする。また、経済性の観点から安全確保に必要な火災検知及び消火、火災影響軽減のための火災防護設備は既設設備を有効に活用するもとする。

5.3.2 安全設計

本装置で取り扱うアルコール廃液は、引火性液体であり消防法において危険物に指定されていることから安全設計については火災・爆発の防止が重要となる。このため、概念設計では火災・爆発の防止を中心とした安全設計を実施する。

(1) アルコールの発火（爆発）の危険性

アルコール廃液の組成はエタノールが約 70vol%と支配的であるが、イソプロピルアルコールも約 10vol%含まれている。アルコール廃液の発火（爆発）の危険性の指標となるデータを以下に示す。

表 5.3.2-1 アルコールの発火（爆発）の危険性の指標*1

	エタノール	イソプロピルアルコール
分類名称	引火性液体*2	
発火点*3	363°C	455.9°C (密閉), 399°C (開放)
引火点*3	14°C (密閉), 16°C (開放)	11.7°C (密閉), 21°C (開放)
爆発範囲*3	4.3~19.0 vol%	2.5~12 vol%, 2.0~12.7 vol%
危険性	<ul style="list-style-type: none"> ・常温で引火性の蒸気を発散し、熱源や炎に触れると爆発する。 ・蒸気は空気と爆発性のガスを生成する。 	

(備考) *1:エタノール、イソプロピルアルコールの物性データを添付資料-2 に示す。

*2:アルコール濃度が 60%以下の場合は、危険則第 1 条の三によって危険物から除外される。

*3:エタノールとイソプロピルアルコールの混合物の発火点、引火点、爆発限界を正確に求めることは困難であるため設計上は安全側となる値を採用する。

① 発火（爆発）の組成条件

アルコール等の有機溶剤蒸気やその他の可燃性ガスは空気中で燃えることは良く知られているが、それらと空気または酸素の組成がある範囲にないといかに大きなエネルギーを与えても発火しない。この発火可能な組成（濃度）限界は燃焼限界または爆発限界と呼ばれ、通常空気と混合気中の可燃性ガスの体積百分率（vol%）で表示される。アルコール廃液は上記表 5.3.2-1 により約 2~19 vol%が爆発限界である。

この限界は、可燃性ガスについて、少なすぎる側と多すぎる側（酸素が少なすぎる側）に存在する。この限界の間、つまり燃焼可能な範囲を燃焼範囲と呼ぶ。爆発範囲というのも燃焼範囲と全く同じものである。アルコールの爆発はアルコール蒸気と空気の混合気体が燃焼範囲の組成条件にある時、圧力変動をともなって急激に燃焼する現象である。一方いわゆるアルコールの燃焼は液から可燃性蒸気が発生し定圧またはそれに近い状態で酸素と反応する現象で爆発とは区別している。

② 引火と引火点

アルコールなどの可燃性液体等の表面に口火を近づけた時に炎を発し燃え始める現象を引火という。これはアルコール表面に存在する可燃性ガスが燃焼範囲内にあることによって起こる現象である。アルコールの温度によって表面の可燃性ガスの濃度が異なる。蒸発は温度が高くなるにつれて盛んになるので、低温では可燃性ガスの濃度が薄く引火しないが温度を上げていくと可燃性ガスの濃度が上昇し、やがてある温度で可燃性ガスの濃度が燃焼範囲に入りて引火が起こる。

アルコール廃液の場合、表 5.3.2-1 に示すとおり引火点は約 11℃で常温範囲であるためプロセス的に引火点を回避する管理はできない。

③ 発火と発火点

発火が起こるために組成条件だけでなく、エネルギー条件も満足される必要がある。アルコールのような可燃性液体を全面から加熱した時の発火危険性を示す指標が発火点である。発火点はある温度に加熱した時、発火する最低温度でアルコール廃液の場合は、表 5.3.2-1 に示すとおり約 360℃である。

アルコール等の可燃性蒸気は、発火組成条件にある時、発火温度を上回る電気火花や通電等による高温部と触れる局部加熱でも発火する。

(2) アルコール廃液の火災・爆発の防止

アルコール廃液処理装置においてアルコール廃液の火災・爆発を防止するためには、あらゆる運転状態を想定してもアルコールの燃焼条件が揃うことのないプロセスとする必要がある。アルコールの燃焼条件の管理はアルコール蒸気の温度及組成条件の 2 つの要素を管理する。2 つの燃焼条件を同時に管理することによりプロセスの单一故障及び単一誤操作での火災・爆発を防止できる。

① 温度管理

(a) 管理温度

アルコール廃液の発火温度は約 360℃であることからプロセス中でアルコール廃液の蒸発乾固及び触媒酸化する温度を発火点温度以下に管理する。

(b) 热源の種類

加熱の際、熱源からの局部加熱を防止するためアルコール廃液の蒸発乾固及び触媒酸化する時は発火点温度以下の蒸気（飽和水蒸気）及び希釈空気による間接加熱で行なうものとする。

(c) 温度調整方法

アルコール廃液の蒸発乾固及び触媒酸化の温度は、接触酸化塔出口に温度指示調節計を設け加熱用の蒸気流量を調節することによって発火点温度以下に管理する。すなわち、加熱用の蒸気流量の調節によりアルコール廃液の蒸発量、触媒酸化による発熱量を調節して触媒酸化の温度を発火点温度以下に管理する。

希釈空気の加熱温度は、空気加熱器の出口に温度指示調節計を設け電気ヒータ

の電力の ON-OFF または電力量の調節によって発火点温度以下に管理する。

(d) 周辺の考慮

アルコール廃液処理装置は密閉構造とするので装置設置場所は爆発性雰囲気に該当しないが、適切な接地を施し静電気による火花の発生を防止するとともに、発火点温度以上となるおそれのある電気ヒータを内蔵する空気加熱器は隔離して設置することにより万一アルコール廃液が漏洩した場合にもアルコール蒸気が発火点温度以上に加熱されることを防止する設計とする。

なお、前処理装置はフィルタ、廃液希釀槽、電気透析装置で構成しており電気ヒータ等の有意な加熱源がないのでアルコール廃液が発火点温度以上に加熱されるおそれはない。

② 組成条件の管理

(a) アルコール濃度管理

アルコール廃液処理装置は蒸発 BOX 内でアルコール廃液を蒸発乾固し、アルコール蒸気を接触酸化塔に送る際、加熱した酸化用の空気を供給する。酸化用の空気は希釀プロワから供給するが、蒸発 BOX 内に設けるアルコール濃度記録調節計によりアルコール蒸気濃度の希釀空気に対する組成条件を爆発限界以下となるよう供給流量を調節する。

(b) 周辺の考慮

アルコール廃液処理装置は密閉構造とするので装置設置場所は爆発性雰囲気に該当しないが、適切な換気を行うことにより万一アルコール廃液が漏洩した場合でも雰囲気のアルコール蒸気の組成条件が爆発限界以上になることを防止する。

なお、前処理装置は廃液希釀槽、電気透析装置はベント系に排気を接続する開放容器であるがカバーガスとして窒素ガスを用いるのでアルコール蒸気の組成条件が爆発限界を上回ることはない。

(3) 許認可への適合性

今回設置する触媒酸化法を基本としたアルコール廃液処理装置は、既設の蒸留法によるアルコール廃液処理装置の改造あるいは増設工事として、すでに受けた許認可内容の変更として申請する必要がある。

概念設計においては、新たに設置するアルコール廃液処理装置の成立性を確認する観点から、原子炉等の規制法に基づく原子炉の設置許可申請の変更における適合性と、消防法に基づく、危険物取扱所の変更の許可申請における適合性を検討する。

① 原子炉の設置許可申請の変更における適合性検討

(a) 許可申請の変更における法的根拠

原子炉の設置許可申請の変更は、「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律施行令第8条（原子炉の設置に係る変更の許可の申請）」で変更の内容、変更の理由等を説明することが求められている。

許可申請の変更申請書の記載内容については、「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則第2条（原子炉の設置に関する変更の許可の申請）」で「変更後における原子炉施設の安全設計に関する説明書」、「変更後における核燃料物質等による放射線被ばく管理及び放射性廃棄物の廃棄に関する説明書」等の提出が求められている。

今回の変更に際しては工事を伴うので「試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則第3条の二（設計及び工事の方法の認可申請（以下「設工認申請書」という）の変更の許可の申請）」で設工認申請書の変更に係るものについて安全設計を含む具体的設計内容の説明が求められている。

(b) 既設設備（変更前）の許可申請書の記載内容

1) 設置許可申請書

既設設備（変更前）の設置許可申請書のうち、新たに設置するアルコール廃液処理装置の設計の成立性を確認する観点から重要なものは「原子炉施設の安全設計に関する説明書（添付資料-8 7.3 液体廃棄物）」（添付資料-4 参照）である。本説明書におけるアルコール廃液処理装置固有の記載としては、処理能力、系統図、配置図（原子炉建物地下2階平面図）がある。なお、設置許可申請書にはアルコール廃液処理装置固有の火災・爆発の防止、しゃへい設計等の安全設計に関する記載はない。

2) 設工認申請書

アルコール廃液処理装置の安全設計に関する記載は、変更申請行う必要のある設工認申請書の本文（Ⅱ アルコール廃液処理装置）（添付資料-5 参照）にある。設工認本文には安全設計について、火災・爆発の防止に関する記載及び火災検知及び消火、火災影響軽減のための火災防護設備に関する記載がある。

(c) 変更申請で検討すべき主な項目

アルコール廃液処理装置の許認可への適合性を検討するうえで主な項目は、設工認申請書の変更の際に必要となる火災・爆発の防止に関する安全設計審査指針への適合性である。

なお、「試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準の関する總理府令」(添付資料-9 参照) の第 13 条に火災により損傷を受けるおそれがある場合は、可能な限り不燃性または難燃性の材料を使用することと防火壁の設置を講ずることが記載されているが次項に述べる「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」への対応の中に含まれるので、ここでは除外して検討した。

(d) 許認可への適合性検討

原子炉施設の火災に対して設計上考慮すべき内容は、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」(添付資料-7 参照) に次のように示されている。

指針 5. 火災に対する設計上の考慮

原子炉施設は、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の 3 方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉施設の安全性を損うことのない設計であること。

上記安全設計審査指針を受け、発電用軽水型原子炉施設の安全機能維持の観点から、火災防護に関して考慮すべき事項をとりまとめたものとして「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」(添付資料-6 参照) が示されている。

安全設計審査指針で求められている「火災により原子炉施設の安全性を損うことのない設計」とは火災防護に関する審査指針に適合した設計であることが安全設計審査指針の指針 5. (添付資料-7 参照) の解説に示されている。

よって、アルコール廃液処理装置の概念設計における火災・爆発の防止を含む火災防護に対する許認可への適合性検討は「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」との適合性を検討することによって行う。

なお、「常陽」は発電用軽水型原子炉施設ではないが、原子力委員会から出されている「高速増殖炉の安全評価の考え方」(添付資料-8 参照) で LMFBR に特徴的なものを除いて高速増殖炉においても「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」を参考とすべきであると示されている。

表 5.3.2-2 にアルコール廃液処理装置の火災防護審査指針への適合性検討を示す。

表 5.3.2-2 (1/4) 火災防護審査指針との適合性検討

火災防護審査指針	設計方針
<p>1. 火災発生防止</p> <p>1-1 原子炉施設の設計にあたり、その運転はもとより故障時にも火災の発生を防止するための予防措置が講じられていること。</p>	<p>(プロセス設計の考慮) *1</p> <p>(1) アルコール廃液の触媒酸化工程においては、アルコール及びその蒸気の温度を発火点以下に管理するために温度監視装置及び加熱用熱源の供給を停止するインターロックを設ける。</p> <p>(2) アルコール廃液の触媒酸化工程においては、アルコール蒸気を爆発限界以下に管理するためにアルコール濃度監視装置及び加熱用熱源の供給を停止するインターロックを設ける。</p> <p>(3) アルコール廃液供給槽及び電気透析装置のカバーガスは不活性ガスを用いる</p> <p>(構造設計上の考慮)</p> <p>(1) アルコール廃液及びその蒸気を内包する系統機器は、ステンレス鋼等の腐食し難い材料を使用し原則として溶接構造として漏洩し難い構造とする。</p> <p>(2) アルコール廃液を内包する機器の周囲は、堰等にて漏洩の拡大を防止する。堰等の容量は、機器等に内包するアルコール廃液の 100%以上の量とする。</p> <p>(3) アルコール廃液処理装置を設置するエリアは適切な換気を行い、万一アルコール廃液が漏洩した場合でも雰囲気が爆発限界になることを防止する。</p> <p>(電気系統の設計上の考慮)</p> <p>(1) 電気系統は、保護継電器あるいはヒューズにより過電流を検出し、遮断器あるいはヒューズにより自動的に故障区間の切り離しを行う。</p> <p>(2) 電気系統には地絡検出器を設け、地絡電流による過熱を未然に防止する。</p>
<p>指針 1-1 への適合性評価</p> <p>火災発生防止の観点から、今回設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置の特徴的なことは、(プロセス設計上の考慮) *1 に示す(1),(2)の設計である。(1),(2)で工程中におけるアルコールの燃焼条件を 2 つ排除している。本設計により单一故障、単一誤操作等の故障が生じ、どちらかの燃焼条件が形成された場合でも工程内でのアルコールの発火、爆発を防止できる。</p> <p>上記以外の項目については、すでに認可された既設アルコール廃液処理装置と同等の設計方針であり設計の成立性は確認されている。</p> <p>よって、今回設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置の設計方針は本指針に適合している。</p>	

表 5.3.2-2 (2/4) 火災防護審査指針との適合性検討

火災防護審査指針	設計方針
<p>1. 火災発生防止</p> <p>1-2 安全機能を有する構築物、系統機器は、実用可能な限り不燃材又は難燃材を使用する設計であること。</p>	<p>(1) アルコール廃液処理装置を設置する構築物（原子炉建家）は、鉄筋コンクリート、鋼材により構成する設計としている。</p> <p>(2) アルコール廃液処理装置は不燃化又は難燃化が不可能なアルコール廃液を除き、不燃材又は難燃材を使用する設計とする。</p> <p>(3) アルコール廃液処理装置へのアルコール廃液の供給は、回分式で1回当たりの供給量を運転上の要求に見合う最低量とする</p> <p>(注記) 火災防護審査指針は、安全機能を有する構築物、系統機器に対し要求しているが、火災発生防止の観点からアルコール廃液処理装置の系統、機器を対象として設計を行う。</p>
<p>1-3 原子炉施設内の構築物、系統、又は機器は、落雷、地震等の自然現象により火災を生じることのないよう防護した設計であること。</p>	<p>(1) アルコール廃液処理装置を設置する原子炉建家は、建築基準法に従った避雷設備を設け、落雷による火災を防止する設計としている。</p> <p>(2) アルコール廃液処理装置は、「耐震設計の指針」に適合した設計とする。</p>
<p>指針 1-2、1-3への適合性評価</p> <p>上記の項目については、すでに認可された既設アルコール廃液処理装置と同等の設計方針であり設計の成立性は確認されている。</p> <p>よって、今回設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置の設計方針は本指針に適合している。</p>	

表 5.3.2-2 (3/4) 火災防護審査指針との適合性検討

火災防護審査指針	設計方針
2. 火災検知及び消火 2-1 火災検知装置及び消火装置は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の悪影響を限定し、早期消火が行える設計であること。	(1) アルコール廃液処理装置を設置するエリアは、既設原子炉建内であり、万一の火災に備えて、火災感知器及び消火器が設置されているので安全機能を有する系統、機器、系統に対する火災の悪影響を限定し早期消火が行える設計となっている。なお、今回の改変による一部機器配置の変更にともない、必要により火災感知器、消火器の設置位置の最適化を計るものとする。 (2) アルコール廃液処理装置を設定するエリアの想定火災の悪影響を限定する設計対応は、指針 3-1 の設計方針により実現されている。
2-2 消火装置は、その破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能を失わない設計であること。	(1) アルコール廃液処理装置を設置するエリアの既設消火設備はすでに認可され、その破損、誤動作又は誤操作によって、安全機能を有する構築物、系統及び機器の安全機能を失わないよう適切な設計がなされている。
2-3 消火装置は、火災と同時に有意に起こると考えられる自然現象によっても、その性能が著しく阻害されることがない設計であること。	(1) アルコール廃液処理装置を設置するエリアの既設消火設備は「耐震設計の指針」に基づいた耐震設計がなされている。 (注記) 火災と同時に有意に起こると考えられる自然現象とは地震、台風、冬季の凍結が考えられる。本装置を設置するエリアの消火設備は屋内設備であることから地震にのみ着目する。
指針 2-1,2-2,2-3 への適合性評価 上記の項目については、すでに認可された既設消火設備の設計方針であり設計の妥当性は確認されている。なお、今回の改変による一部機器配置の変更にともない、必要により既設消火設備と同等の設計方針で火災感知器、消火器の設置位置の最適化を計るものとする。 よって、今回設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置の設計方針は本指針に適合している。	

表 5.3.2-2 (4/4) 火災防護審査指針との適合性検討

火災防護審査指針	設計方針
<p>3. 火災の影響軽減</p> <p>3-1 安全機能を有する構築物、系統及び機器を含む区域は、その重要度に応じ、隣接区域の火災による影響も含めて火災の影響の軽減対策が講じられていること。</p>	<p>(1) アルコール廃液処理装置を設置するエリアは耐火壁となる原子炉建物の鉄筋コンクリート壁と天井及び鋼板製の防火用の区画壁と消火設備の組合せにより隣接区域間の火災による影響を軽減できるよう設計されている。</p>
<p>3-2 原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災により原子炉の外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の動作を要求される場合には、その安全系に単一故障を仮定しても原子炉を高温停止できる設計であること。</p> <p>低温停止に必要な系統は、原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災においても、その機能を失わない設計であること。</p>	<p>(本指針は、想定火災に対する既設原子炉の安全保護系、原子炉停止への要求であるため検討対象外とする。)</p>
<p>指針 3-1 への適合性評価</p> <p>上記の項目については、すでに認可された既設防火区画及び消火設備の設計方針であり設計の妥当性は確認されている。</p> <p>よって、今回設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置の設計方針は本指針に適合している。</p>	

② 危険物取扱所の変更の許可申請における適合性検討

(a) 許可申請の変更における法的根拠

危険物取扱い所の許可申請の変更は、「消防法第 11 条 製造所等の設置と変更の許可等」に基づき、「危険物の規制に関する政令第 7 条」で、危険物取扱所の位置、構造又は設備の変更の内容、変更の理由等を説明することが求められている。

(b) 既設設備（変更前）の許可申請書の記載内容

既設設備（変更前）の許可申請書は、「危険物取扱所変更許可申請書」、「一般取扱所構造設備明細書」、「二十号タンク構造明細書」及び「令第 9 条第 20 号のタンクの概要」（添付資料-10 参照）で取扱う危険物の種類、取扱量、取扱作業の内容、取扱設備の概要等が記載されている。

(c) 変更申請で検討すべき主な項目

1) 危険物の種類、量

新たに設置する触媒酸化法を基本とするアルコール廃液処理装置で取扱う危険物の種類及び量は、既設装置の範囲内であり変更はない。

2) 装置の構造等

許認可上の変更は、危険物（アルコール廃液）の取扱方法が蒸気加熱による蒸留精製法から蒸気及び電気加熱による触媒酸化法となることと、取扱法の変更に伴う機器、配管の変更である。

危険物取扱所の変更申請の認可基準は、「危険物の規制に関する政令第 19 条」（一般取扱所の基準）（添付資料-11 参照）の一般取扱所の位置、構造及び設備の技術上の基準に変更後の装置が適合性していること及び消火設備、警報設備及び避難設備がそれぞれ技術上の基準に適合していることである。

本変更申請において取扱う危険物の種類、量及び取扱所の位置の変更はないので、基本的には、消火設備、警報設備及び避難設備はすでに認可されている既設設備を使用することにより技術上の基準に適合しているといえる。よって、変更申請で適合性を検討すべき主な項目は、取扱方法の変更にともなう一般取扱所の構造及び設備の技術上の基準への適合性である。

(d) 許認可への適合性検討

表 5.3.2-3 に一般取扱所の位置、構造及び設備の技術上の基準のうち、取扱方法の変更にともなう危険物の取扱方法に関する技術上の基準への適合性検討を示す。

表 5.3.2-3 危険物の規制に関する政令との適合性検討

危険物の規制に関する政令	設計方針
第9条1項13号 危険物を取り扱う機械器具、その他の設備は、危険物のもれ、あふれ又は飛散が防止できる構造とすること。ただし、当該設備に危険物のもれ、あふれ又は飛散による災害を防止するための付帯設備を設けた時は、この限りではない。	(1) アルコール廃液を貯留するための容器は、あふれを防止するための液面計と液面警報装置を設ける。 (2) アルコール廃液の蒸発乾固は、密閉構造の蒸発 BOX 内で行い、アルコール廃液のもれ、あふれ又は飛散が防止できる設計とする。 (3) アルコール廃液の蒸発 BOX 内への供給は、運転員の監視の上で計量槽から回分式で行い過剰供給によるもれ、あふれを防止できる設計とする。 (4) アルコール廃液装置を設置するエリアは万一、アルコール廃液が漏洩した場合に備え、付帯設備として漏洩拡大防止堰を設け、換気設備により適切な換気を行い、雰囲気が爆発限界にならないようにするとともに、アルコールの発火点以上となる機器（着火源）を設置しないことにより、災害の発生を防止する設計とする。
第9条1項14号 危険物を加熱し、若しくは冷却する設備又は危険物の取り扱いに伴って温度変化が起こる設備には温度測定装置を設けること。	(1) アルコール廃液の蒸発乾固のために使用する蒸気供給ラインの加熱器入り口に温度測定装置（指示計）を設ける。 (2) 接触酸化塔出口に温度測定装置（指示調節警報計）を設け、酸化に伴って起こる温度変化を適切に調整する。 (3) 蒸発 BOX に供給する希釀用空気の加熱装置出口に温度測定装置（指示警報計）を設ける。
第9条1項15号 危険物を加熱し、又は乾燥する設備は、直火を用いない構造とすること。ただし、当該危険物が防火上安全な場所に設けられているとき、又は当該設備に火災を防止するための付帯設備を設けた場合はこの限りではない。	(1) アルコール廃液の蒸発乾固のため加熱はアルコールの発火点温度以下の蒸気で間接加熱する。 (2) アルコールの酸化及びアルコール蒸気のキャリアガスとして用いる空気は蒸発 BOX に供給する前にアルコールの発火点温度以下に加熱する。 (3) 蒸発 BOX 内で加熱操作を行う時は、アルコール蒸気は爆発限界濃度以下になるよう希釀空気の供給量を調節することにより火災の発生を防止する。
第9条1項16号 危険物を加圧する設備又は取り扱う危険物の圧力が上昇するおそれのある設備には、圧力計及び自治省で定める安全装置を設けること。	(1) アルコール蒸気の圧力が加熱により上昇するおそれのある蒸発 BOX には、圧力計及び <u>安全装置*1</u> を設ける。
危険物の規制に関する政令への適合性評価 上記の設計方針により新たに設置するアルコール廃液処理装置は危険物の取扱方法に関する技術上の基準に適合するものと考えられる。 (注記) *1: 蒸発 BOX に設ける安全装置の構造及び圧力が異常に上昇した場合の系内ガスの処理方法については安全弁、オイルシール等が考えられるが今後具体的な検討が必要である。 (危険物の規制に関する規則第19条<添付資料-12 参照>)	

6. 建設工程

アルコール廃液処理装置に関する機器製作及び現地建設工程は以下のとおりです。

項目 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
(1)製作設計												
(a)承認申請図												
(b)製作図												
(2)製作												
(a)工場製作												
(b)購入品												
(3)現地												
(a)既設撤去												
(b)新設据付												
(c)配管												
(d)電気・計装												
(4)試験検査												
(5)納入												▼

7. まとめと今後の課題

高速実験炉「常陽」では、放射性物質を含むアルコール廃液がタンクに貯留されている。

このアルコール廃液は、現在の設備では処理して排出することができないことから、現状で約5m³貯留されており、その貯留量が年々増加していることからこれを分解等の方法で処理する必要がある。

このため、アルコール廃液の処理方法として触媒酸化法を基本とし、アルコール廃液の前処理から分解処理に至る一連のプロセスに係るろ過器、分離膜の調査試験と概念設計を実施した。

(1) ろ過器、分離膜の調査試験

- ① エチラートの加水分解の指標には、電気伝導度が適する。また、エチラートを完全に加水分解するにはアルコール濃度を39%になるまで加水する必要がある。
- ② アルコール廃液中の固形分は、精密ろ過で分離、除去可能の見通しが得られた。
- ③ 実験室規模の試験を実施し、電気透析がアルコール廃液中のナトリウムの分離に有効であり、ナトリウム除去率は96~99%達成可能であることを確認した。

(2) アルコール廃液処理装置に係わる概念設計

① アルコールの処理方式の比較

(a) 処理プロセスの候補

以下のプロセスを候補とした。なお、プロセス1、プロセス2については触媒反応のため、装置を300°Cまで予熱とする必要があり、日勤で予熱運転を行う場合（ケース1）と夜間予熱運転を行う場合（ケース2）を考慮した。

1) プロセス1

前処理として電気透析装置を設置しナトリウムを除去し、触媒酸化でアルコールを分解するプロセス

2) プロセス2

前処理を行わず、触媒酸化でアルコールを分解するプロセス

3) プロセス3

前処理として電気透析装置を設置しナトリウムを除去し、ペーパーレーション膜にてアルコールを抽出するプロセス

② 処理方法の特徴と比較

各処理プロセスにおける処理速度、廃棄物発生量、ユーティリティ、二次廃棄物、配置等をまとめたものを表7-1に示す。

(a) 処理日数について

装置の配置を考慮した装置規模において、処理日数は5~27年が推測される。処理日数27年は現実性がなく5年での処理を考えると以下の通りとなる。

1) プロセス1、プロセス2においては夜間の予熱運転及び監視が必要となる。勤務体制について今後検討する必要がある。

2) プロセス3については、日勤運転で処理可能である。

(b) 配置について

機器の配置については、廃液タンク室内に設置可能である。ただし、プロセス1については高温配管を設置することから今後の配管配置検討でスペースの要求や付加機器が発生

した場合裕度が無いと考える。

(c) 廃棄物

処理によって発生する廃棄物については、廃ガスは建屋換気空調へ、廃液、濃縮アルコール及び乾固物は廃液処理設備へ送り処理することになる。

- 1) プロセス1、プロセス3からは電気透析から廃液が発生する。そのままでは水酸化ナトリウムの濃度が高いため脱塩水で稀釀して(pH12以下)廃液処理設備へ送り出す。両プロセスから発生する廃液の量、性状は大差ないと考える。この廃液にはエチルアルコールが約0.4%含まれるが廃液処理設備の蒸発濃縮工程にて揮発するものと考えられる。しかし、以下の課題を解決する必要がある。
 - (i) 発火性の物質のため安全対策等要求されることも考えられるため排出については協議が必要となる。
 - (ii) アルコールの透過を無くすることは不可であるが、透過量を少なくする膜について検討する。
- 2) 全てのプロセスにおいてデミスタ(凝縮器)から廃液が発生する。
発生量はプロセス3が最も少ないがエタノールとナトリウムが含まれる。
性状としては、プロセス1、2はエタノールが含まれるので環境への放出を考慮した稀釀を考慮するが、プロセス3ではナトリウムが含まれている(pH11程度)ので廃液処理設備での処理を考える必要がある。課題としては①(a)、(b)に記述した内容と同様である。
- 3) プロセス3のみ濃縮アルコールが発生する。このアルコールは93%程度の濃度であるが、電気透析+ペーパレーション法によてもナトリウムが完全分離ができないため、0.04g/l程度含まれる。このため日本原子力研究所殿へ払出するか協議が必要となる。
- 4) プロセス1、プロセス2からは乾固物として水酸化ナトリウムが発生する。発生量は、前処理として電気透析でナトリウムを除去していないプロセス2の方が多くなる。しかし、脱塩水にて溶解すれば廃液処理設備へ送り出すことができる。ただし、乾固物作製時において高濃度の水酸化ナトリウムとなるので高温空気を供給するため空気に同伴した場合、水酸化ナトリウムが後段の配管、機器に付着しアルカリ腐食を起こすことになる。このため蒸発ボックス内の水酸化ナトリウム同伴防止機構を構造設計にて検討するとともに実証する必要がある。

(d) 二次廃棄物

二次廃棄物については、以下発生する。

- 1) プロセス1、プロセス3の電気透析からは電気透析膜と電極液(0.5N NaNO₃廃液)が発生する。両プロセスからの発生量、性状は大差ない。電気透析膜は、固体廃棄物であるが塩化ビニル系なので基本的に焼却可能である。しかし、昨今ダイオキシンの発生源として注目されている化合物であるので焼却処理する場合は、協議が必要になると見える。電解液は、廃液処理設備に設置されている固化設備にてガラス固化体とすることが考えられる。これについても排出については協議が必要となる。
- 2) プロセス1、プロセス2の触媒酸化塔からは、触媒(セラミック+白金)が固体廃棄物として発生する。両プロセスからの発生量、性状は大差ない。こらは焼却不可であるためドラム缶詰め保管処理することになる。

- 3) プロセス3のバーパレーション膜は、セラミック製であり固体廃棄物となるが、これらについても焼却不可であるためドラム缶詰め保管処理することになる。

③ まとめ

以上処理速度、廃棄物発生量、二次廃棄物、配置等を検討した結果現状の技術では、処理日数が約5年ですみ、配置上も裕度があり、廃棄物が少なく（処理側へ負担の少ない）廃棄物の性状に関して処理側との協議が少ないものとしてプロセス2のケース1が現実的であるものとして推奨する。

ただし、廃棄物及び二次廃棄物に関して処理側の了解を得られればプロセス1のケース1、プロセス3も有力な方式である。

④ 今後の課題

今後の課題は、以下の通りである。

- (a) 夜間運転に伴う監視体制、勤務体制の検討
- (b) 配管配置を含めた配置設計
- (c) 電気透析方式
 - 1) 実機規模での処理能力の実証
 - 2) アルコールを含めた透過の少ない膜の検討と実証
 - 3) 実機規模での膜の寿命評価
 - 4) 膜、電極液の処理に関する処理側との協議
 - 5) 処理を考慮した電極液の最適化
- (d) 蒸発ボックス
 - 水酸化ナトリウムを同伴させない構造検討と実証
- (e) 触媒酸化法
 - 1) 80%アルコールの蒸発量制御方法の検討
 - 2) 実機規模での処理能力の実証
 - 3) 触媒の寿命評価
 - 4) 触媒の処理に関する処理側との協議
- (f) ベーパレーション法
 - 1) 処理能力の実証
 - 2) 膜の寿命評価
 - 3) 膜の処理に関する処理側との協議

表 7-1 「常陽」アルコール廃液処理方法の比較

プロセス			運転方法 ^{*1}	処理速度 ^{*3}	処理日数	廃棄物発生量				主なユーティリティ				二次廃棄物	配置		
						廃ガス	廃液		乾固物	濃縮アルコール	脱塩水 ^{*4}	蒸気	冷却水	電源			
							電気透析より	デミスタより									
7° 吐入 1	ケース 1	電気透析+触媒酸化	日勤 (5.33時間処理)+夜間予熱監視	1.25kg/h	5年 ^{*2}	・空気 約 500kg/h ・CO ₂ 約 7000kg (1400kg/4F)	・水 (エタノール 0.4 % 含有) 34.7m ³ (6.9m ³ /4F) ・ナトリウム 31.5kg (6.3kg/4F)	・水 (エタノール 1% 含有) 34.7m ³ (6.9m ³ /4F) ・NaOH 1.7kg (0.34kg/年)			166.4 m ³ (33m ³ /4F)	4kg/h	3900kg/h	・電気透析 1.5 kW ・空気加熱器 35kW ・空気ブロワ 15kW	・電気透析膜 106kg (21kg/年) ・電解液 (0.5N NaNO ₃) 238ℓ (48ℓ/年) ・触媒 15kg (3kg/年)	成立しているが裕度が無い。	
	ケース 2		日勤 (予熱+2時間処理+冷却)	1.25kg/h	27年 ^{*2}	・空気 約 500kg/h ・CO ₂ 約 15500kg (570kg/4F)	・水 (エタノール 0.4 % 含有) 76.3m ³ (2.8m ³ /4F) ・ナトリウム 63.5kg (2.4kg/4F)	・水 (エタノール 1% 含有) 76.3m ³ (2.8m ³ /4F) ・NaOH 3.4kg (0.13kg/年)			341.8 m ³ (12.7 m ³ /4F)	4kg/h	3900kg/h	・電気透析膜 233kg (8.6kg/年) ・電解液 (0.5N NaNO ₃) 524ℓ (19ℓ/4F) ・触媒 75kg (3kg/年)			
7° 吐入 2	ケース 1	触媒酸化	日勤 (5.33時間処理)+夜間予熱監視	1.25kg/h	5年 ^{*2}	・空気 約 620kg/h ・CO ₂ 約 7830kg (1570kg/4F)	-	・水 (エタノール 1% 含有) 38.1m ³ (7.6m ³ /4F)	・NaOH 56.5kg (11.3kg/年)	-	32.3m ³ (12.7 m ³ /4F)	1.5kg/ h	4750kg/h	・空気加熱器 35kW ・空気ブロワ 15kW	・触媒 15kg (3kg/4F)	成立している。	
	ケース 2		日勤 (予熱+2時間処理+冷却)	1.25kg/h	27年 ^{*2}	・空気 約 620kg/h ・CO ₂ 約 17100kg (633kg/4F)	-	・水 (エタノール 1% 含有) 83.2m ³ (3.1m ³ /4F)	・NaOH 114kg (4.2kg/年)	-	71.7m ³ (2.7 m ³ /4F)	1.5kg/ h	4750kg/h	・触媒 75kg (3kg/4F)			
7° 吐入 3			電気透析+ペーパーレーション	日勤 (5時間処理)	1.21kg/h	5年	・空気 約 12m ³ /h	・水 (エタノール 0.4 % 含有) 105m ³ (21m ³ /4F) ・ナトリウム 24.3kg (4.9kg/4F)	・水 (エタノール 0.1% 含有) 13m ³ (2.6m ³ /4F) ・ナトリウム 0.6kg (0.12kg/4F)	-	・エタノール (93%) 3.85m ³ (0.77m ³ /年) ・ナトリウム 0.15kg (0.03kg/年)	117.3 m ³ (23.5 m ³ /4F)	2.7kg/ h	5023kg/h	・電気透析 1.5Kw ・真空ポンプ 0.4kW	・電気透析膜 106kg (21kg/年) ・電解液 (0.5N NaNO ₃) 238ℓ (48ℓ/年) ・ペーパーレーション膜 120kg (60kg/4F)	成立している。

*1) 年間の運転日数は、180日と設定。

*2) 既設アルコール処理装置を撤去するため、グリッパ洗浄には新規アルコールを使用する。よって、新規のアルコールが年間300ℓ発生するものとした。

*3) アルコール廃液原液（アルコール濃度80%）換算。

*4) 乾固物を溶解する分は除く。

電気透析脱塩装置
マイクロ・アシライザー G4
取り扱い説明書

(ご使用前に必ずお読みください)

旭化成

交換膜事業部

※この「取り扱い説明書」は、いつでも参照できるよう、大切に保管して下さい。

初めに

1. 保証事項

この製品は、旭化成工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満たしていることを確認後、お届けしています。

電気透析脱塩装置マイクロアシライザーG 4 SKの保証期間は、納入日より1年間です。保証期間中の故障については無償で修理致します。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

- (1) 取扱説明書に対して誤ったご使用、及びご使用上の不注意による故障、損傷。
- (2) 不適当な改造、調整、修理による故障および損傷。
- (3) 天災、火災、その他外部要因による故障および損傷。
- (4) 膜カートリッジなど、消耗品の消耗や破損に起因する故障および損傷。
- (5) その他明らかに弊社の責に帰さない故障および損傷。

保証期間 平成 年 月 日から1年間	取扱代理店
機体番号	

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

2. お願い

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただきようお願いいたします。

再点検の結果、なお不明な点、動作異常などが御座いましたら取扱代理店、または下記にお問い合わせ下さい。

旭化成工業株式会社 交換膜事業部 透析営業・技術グループ
〒210 川崎市川崎区夜光 1-3-2 ☎ 044-271-2356 FAX 044-271-2314

3. 御注意事項

1. 本書の内容の一部又は全部を無断で転載することは禁じられています。
2. 本書の内容に関しては、予告なく変更することがあります。
3. 本書の内容に関しては万全を期しておりますが、記載の誤り、ご不審な点、その他お気付きの点がございましたら、ご一報下さい。
4. 運用の結果の影響については3項に拘らず責任を負いかねますので、ご了承下さい。

【目 次】

1 章 概要	1 - 1 概説	1
	1 - 2 仕様	2
	1 - 3 各部の名称と機能	3
	1 - 4 脱塩の原理	5
2 章 設置	2 - 1 一般的な注意事項	6
	2 - 2 設置場所	6
	2 - 3 電源配線	6
	2 - 4 液の流れ方とアース	7
	2 - 5 配管の方法	8
	2 - 6 カートリッジの装着	9
3 章 使用法	3 - 1 概要	11
	3 - 2 電極液の準備	12
	3 - 3 手動運転と液流量の調整	13
	3 - 4 脱塩処理	15
	3 - 5 電極液について	19
	3 - 6 通常脱塩の例	20
	3 - 7 徹底脱塩	21
	3 - 8 洗浄	22
4 章 応用	4 - 1 液容量と脱塩スピード	23
	4 - 2 運転時間の計算方法	24
	4 - 3 イオン交換膜の対イオンの置換	27
	4 - 4 カートリッジの種類と選択性	28
5 章 保守	5 - 1 休転時の注意事項	29
	5 - 2 休転時の対策	30
	5 - 3 消耗品・交換部品	31
6 章 付録	6 - 1 塩濃度と電導度の関係	32
	6 - 2 試料液の濃度と限界電流の関係	33
	6 - 3 電導度計の表示特性	34
	6 - 4 電導度の校正方法	35
	6 - 5 マイクロ・アシライザーの機種	37

【参考添付資料】

1. (装置付属) アシブレックス・カートリッジ 取扱説明書
2. マイクロ・アシライザー G 4 SK 仕様書

1章 概要

[1-1] 概説

マイクロ・アシライザーは、イオン交換膜を利用した電気透析法により塩分と有機物をふくむ水溶液から、塩分のみを除く脱塩装置です。処理スピードが速く、醤油などの低分子量物水溶液からの脱塩もでき、適用物質を選ばないなどの優れた特徴を持っています。また、電気透析の脱塩原理は“電気的エネルギーでイオンを除去する”方法ですから、運転圧力が低く、従って操作が簡単で安全性も優れています。電気透析法による脱塩は次の特徴を持っています。

— 電気透析法による脱塩の特徴 —

- ①試料を稀釀することなく脱塩できます。
- ②イオン性物質を選択的に除去できます。
- ③短時間で高い脱塩率が得られます。
- ④相変化、温度上昇がないので有機物の変性が生じません。
- ⑤運転圧力が低いので操作が簡単で安全です。
- ⑥試料の脱塩だけでなく、塩分の濃縮・回収にも利用できます。

マイクロ・アシライザーG 4 SKは電気透析の特徴を充分に生かし、しかも簡単な操作で運転できるように設計された脱塩装置で、次の特徴を持っています。

— マイクロ・アシライザー G 4 の特徴 —

- ①10ℓオーダーのサンプルが処理できるように設計されています。
- ②電導度計及び電流計により、運転の状態がわかります。
- ③電導度、タイマー設定で、運転を自動的に終了できます。
- ④制御系統と電気透析部が上下に分離された安全設計です。
- ⑤数種類の膜カートリッジを準備していますので、脱塩対象により最適なものを選べます。

[1-2] 仕様

(1) 電気透析部の仕様

1. 通電部の面積 200 cm² (0.02 m²)
2. 締め付けボルト M12×9本
3. 最大運転圧力 0.4 kg/cm²
4. 消費電力 単相100V 1.5kVA
5. 全体寸法・重量 800W×640D×1440H 約120kg

(2) 計装部の仕様

1. 運転方式 スタート時：押しボタンスイッチ操作
終了時：電導度計またはタイマーによる自動停止
2. 終了条件 時間：1分～99時間59分
電導度：0.1～99.9 mS/cm (簡易式電導度計)
3. 直流出力 最大出力：電圧=60V 電流=12A
通電条件：定電圧 (条件により定電流)
4. 指示計 試料液電導度：簡易式、0.1～99.9 mS/cm
タイマー：脱塩時間積算表示 1分～99時間59分
電圧・電流：直流電源装置表示部による

(3) 処理液の条件

1. 液質 水溶液 (5μのフィルターでのろ液相当)
2. 温度 5～45°C
3. 粘度 10 cP以下
4. 比重 1.1以下

* 上記範囲外の場合はご相談下さい。

(4) 接液部の材質

1. 陽極枠、陰極枠 PVC
2. 配管 硬質PVC (一部軟質PVC)
3. ポンプヘッド ポリプロピレン
5. 流量計 PP, PVC, SUS316
6. 電導度計 PVC、白金
6. アース電極 PVC、白金
7. 膜カートリッジ ポリエチレン系樹脂、ポリスチレン系樹脂

[1-3] 各部の名称と機能

(1) 全体図

- ①パネル部……………マイクロ・アシライザーを運転するためのパネルです。
- ②直流電源装置…………脱塩のための整流器です。通電条件を設定します。
- ③電気透析槽……………陽極枠（左側）と陰極枠（右側）の間にカートリッジを挿入し、締めつけることによって電気透析部が形成されます。
- ④電極液ポンプ……………電極液を透析槽に循環するためのポンプです。
- ⑤試料液ポンプ……………試料液を透析槽に循環するためのポンプです。
- ⑥塩廃液ポンプ……………塩廃液を透析槽に循環するためのポンプです。
- ⑦透析槽入口圧力計……………各液の透析槽入口圧力を表示します。
- ⑧流量計……………試料液・塩廃液の透析槽循環流量を表示します。
- ⑨塩廃液タンク……………容量は約4リットルです。
- ⑩試料液タンク……………容量は約10リットルです。
- ⑪電極液タンク……………容量は約4リットルです。
さらに大量の試料液を用いるときは別途タンクを準備下さい。

(2) パネル部

- ①脱塩タイマー……………脱塩時間（直流印加時間）を積算表示します。
設定値に達したら透析装置の脱塩運転が自動停止します。
- ②タイマーリセット………脱塩タイマーの積算値をリセットし、0に戻します。
- ③試料液電導度計……………試料液の電導度を表示します。簡易式電導度計ですので、正確な値を必要とする場合は、別途電導度計を準備下さい。
電導度が LO.SET 以下に低下すると透析装置の脱塩運転が自動停止します。単位は [mS/cm] です。
- ④液循環ボタン……………電極液ポンプ・試料液ポンプ・塩廃液ポンプが同時に起動します。
停止するときは ⑥停止ボタンを押します。
- ⑤直流印加ボタン……………透析槽に直流電圧を印加します。液循環されていないときは起動しません。
- ⑥停止ボタン……………液循環・直流印加を停止します。
- ⑦直流電源装置……………電気透析槽に供給する直流の電源装置です。電圧や電流の設定を行い、これらを表示します。

[1-4] 脱塩の原理

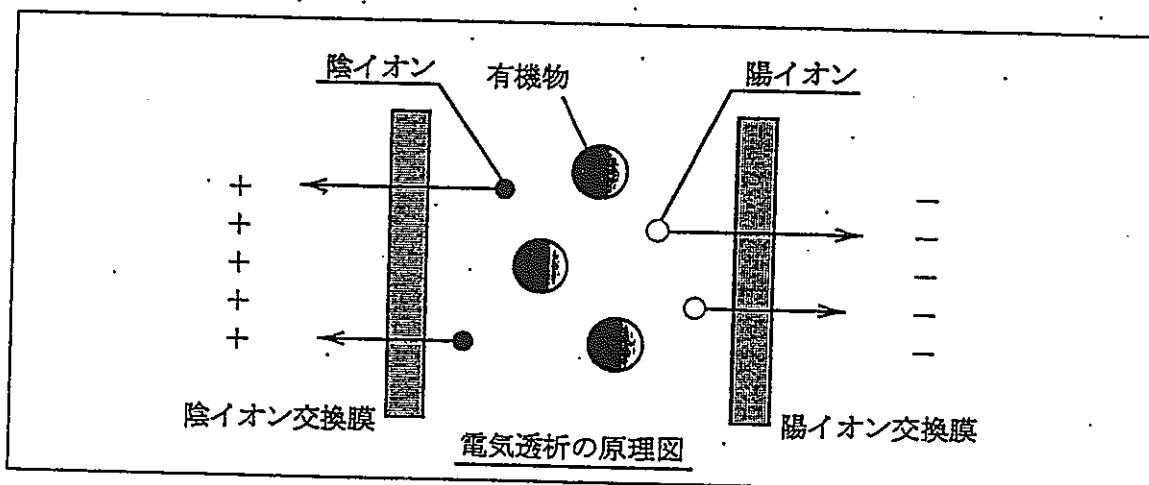
電気透析はイオン交換膜の選択性なイオンの透過性と、イオンの電気泳動を利用した強制的な透析法です。

これは、陽イオンのみを透過させる陽イオン交換膜と陰イオンのみを透過させる陰イオン交換膜を組み合わせ、その間にサンプル液を流し、これに直流電圧をかけて電気的にイオンをサンプル液から除く方法です。

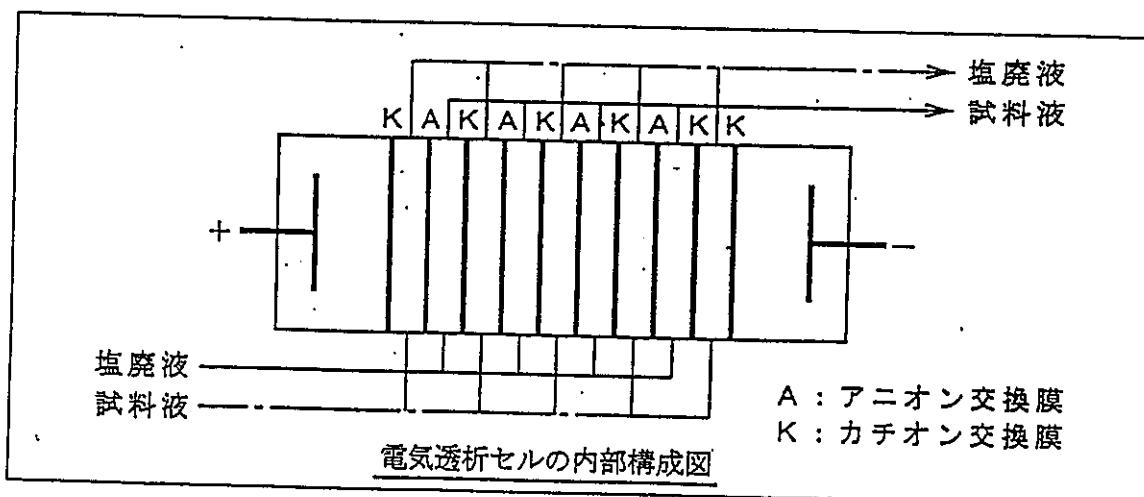
イオン交換膜はかなり緻密な膜ですから、低分子量の有機物でも膜を透過しにくく、高い回収率で目的物を回収できるという利点があります。

また、イオン交換膜を通る水の量は非常に小さく、脱塩によって移動するイオンの水和水程度にすぎません。したがって、サンプルの希釈が起こらず、むしろ水和水の分だけ減容されます。試料の脱塩のみではなく試料液中の塩分を濃縮回収する目的にも利用できます。

水溶液中のイオンは水分子と水和した形で安定に存在しています。他の脱塩方法では希釈などのため、水の收支バランスがはっきりせず、イオンと水和している水分子の数がわかりません。電気透析法では、膜が緻密なためほぼイオンに水和した水のみが膜を透過することができます（電気浸透現象）、脱塩終了後のサンプルの液量からイオンの水和水の量をおおまかに計算することもできます。



アシプレックス・カートリッジは、多数のイオン交換膜及びガスケットを組み合わせて一体としたもので、カートリッジ内では、脱塩室（試料液室）と塩廃液室とが交互に形成されています。



2章 設置

[2-1] 一般的注意事項

- (1) 本体に振動や衝撃などを加えないで下さい。
- (2) 装置は分解しないで下さい。
- (3) 装置内部に異物を放置しないで下さい。
- (4) カートリッジ取付部にカートリッジ以外のものを入れないで下さい。
- (5) 運転中はカートリッジに触れないで下さい。
- (6) カートリッジを新たに装着したときは、食塩水でカートリッジの漏れ試験と動作テストを行なって下さい。
- (7) 貴重なサンプルの場合は、洗浄を兼ねて、まず食塩水で装置の動作テストを行って下さい。

※ サンプルの変性、損失などに関しては責任を負いかねますのでご了承下さい。

[2-2] 設置場所

- (1) 装置は室内の良い環境の中でお使い下さい。
- (2) 次のような場所に設置すると故障の原因となることがありますので、設置しないで下さい。

- ① 水平面から傾いているところ
- ② 振動の多いところ
- ③ ホコリの多いところ
- ④ 直射日光の当たるところ
- ⑤ 高温になるところ
- ⑥ 換気の悪いところ
- ⑦ 低温になるところ
- ⑧ 湿気の多いところ
- ⑨ 結露しやすいところ (電極の端子に結露しますと結露水を通じて装置外部に漏電し、感電、発熱による出火等非常に危険です)

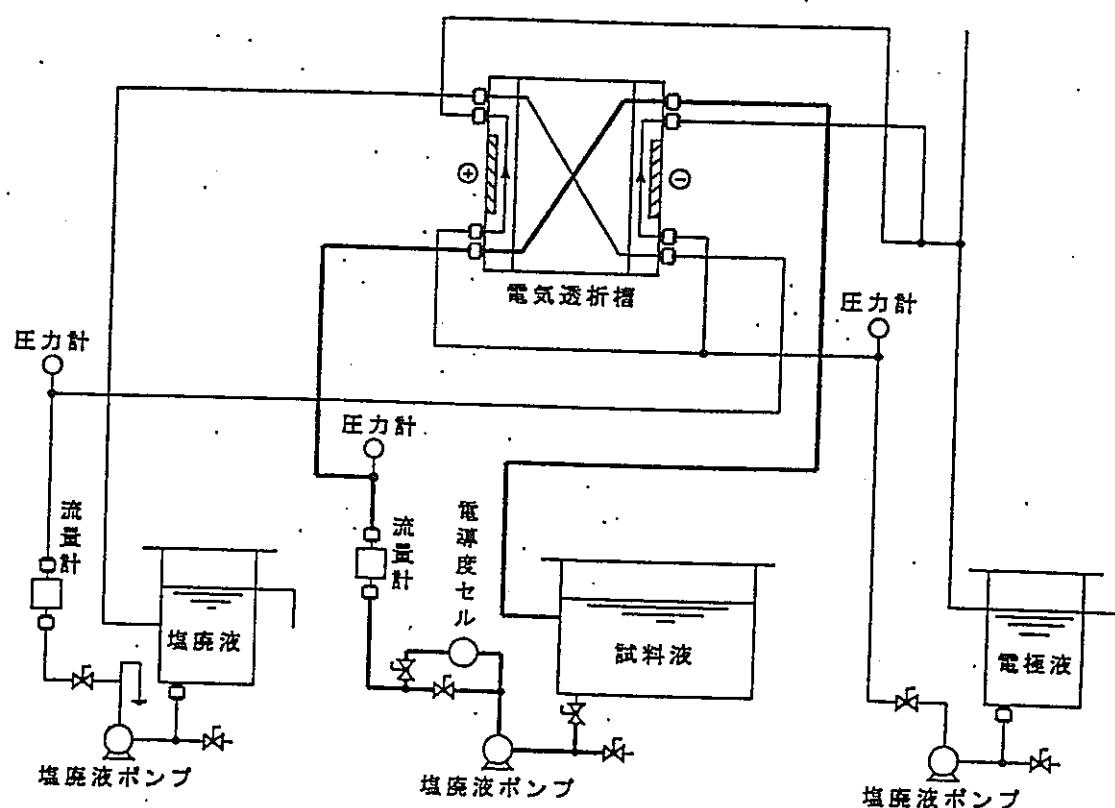
[2-3] 電源配線

AC 100V 単相です。消費電力は、1.5kVAです。
塩水と高電流の直流を同時に使用しますので、必ずアースを接続して下さい。

[2-4] 液の流れ方とアース

マイクロ・アシライザーG 4の液循環系統は、試料液、塩廃液、電極液の3つです。試料液の流れるラインと塩廃液の流れるラインは各々独立で、イオン交換膜を介してのみ2つの液が接します。サンプルから脱塩された塩はイオン交換膜を通して塩廃液の側に移り、脱塩が行われる仕組みです。電極液は陰極、陽極の室にのみ流れます。

電気透析装置では構造上、循環している液には必ず電圧がかかりますので、直接液に触れると感電することになります。液の電位を制限して感電しにくくするために、塩廃液ラインにアース電極を設けてあります。アースが確実にとられていないと、アース電極が働かることになりますので、アースは必ず接続して下さい。



G 4 フロー模式図

[2-5] 配管の方法

出荷時には付属タンクで運転できるように配管されています。本体付属の試料液タンクは約10リットルの容量です。さらに多量の試料液を用いるときは下図の要領で配管して下さい。

試料液タンクとして別途準備する場合は次の点に留意下さい。

①外部タンクの液面は、付属タンクの液面とほぼ等しくなるように設定して下さい。

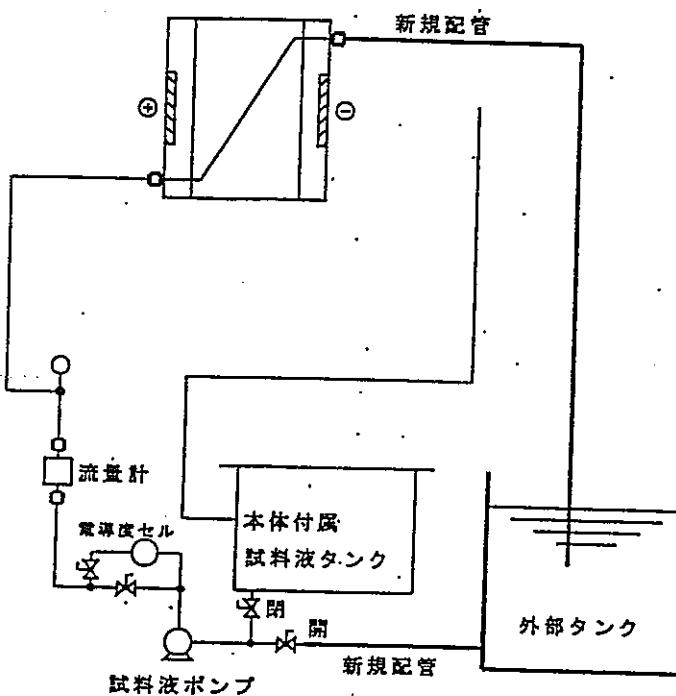
電気透析では、試料液と塩廃液の透析槽内部圧力が均等であることが望されます。透析槽入口圧力は本体の配管系で設定できますが、出口側圧力はタンクの液面レベルで決まります。本体付属タンクはそれぞれ同じ高さに配置されているので出口側圧力は均等です。外部タンクを設けるときは「付属タンクを用いたときとほぼ同じ液面」になるよう設定することで圧力を均等に保てるになります。

②外部タンクは装置の近傍に設置下さい。

極端に離れた場所に外部タンクを設置すると、配管での圧力損失の影響で正常な運転ができないくなります。

③ポンプ吸入側配管に空気が入らないように注意下さい。

本体のポンプは自給式ではありません。空気を吸入すると正常に循環できません。



[2-6] カートリッジの装着

(1) 装着の方向

電気透析では直流電圧が脱塩の駆動力です。カートリッジは陽極側と陰極側が決まっており、誤った装着をすると正常に運転できません。電気透析部は背面（タンク側）から装置に向かって手前側が陰極です。カートリッジの陰極側と陽極側を確認して装着して下さい。

(2) 装着の操作

- ① 手前側の陰極枠を外し（陽極枠は固定されています）、カートリッジの余分な水を切り、カートリッジの陰極側を手前にしてセットして下さい。カートリッジの4隅には締結用のボルト・ナットがありますが、この突起が電極枠の凹部に収まることを確認して下さい。
- ② 手前側の電極枠（陰極枠）をセットし、プレス用ボルトにナット取り付けます。各ナットの遊びがなくなる程度にナットを手で締めて下さい。
- ③ スパナやレンチなどで8本のナット（一番下は除く）をたすき掛けの順番で交互に締め込んで下さい。バネ座金が十分につぶれる程度です。
※ ナットは均等に締め付けて下さい。物差しなどで枠間の寸法を測りながら、どの部分も同じ長さになるように締めると確実です。
- ④ トルクレンチを用いるときは、ナット1個当たり 60 Kgf·cmで締めて下さい。
※ 運転中にカートリッジから液が洩れる場合は、適宜に増し締めして下さい。

(3) カートリッジの洗浄

新しいカートリッジを装着したら、まず純水又は水道水で洗浄して下さい。
(洗浄運転の方法については [3-3] (2) も参照下さい。)

- ①試料液、塩廃液、電極液としてそれぞれ純水又は水道水をセットして下さい。
- ②ポンプ～流量計間の流量調節バルブを45度位に開けてください。
- ③液循環を行って下さい。電極液・試料液・塩廃液の循環圧力が、0.2～0.3 kg/cm²程度になるように流量調節バルブを調節して下さい。
- ④ラインの洗浄時間は5～30分が適当です。洗浄水を更新して繰り返すとより効果的です。

(4) 対イオンの置換

出荷時、カートリッジの膜には、対イオンとして、陰イオン交換膜にはCl⁻イオンが、陽イオン交換膜にはNa⁺、Ca²⁺イオンが吸着しています。

試料液中に硫酸イオンやリン酸イオンが含まれている場合は、新しいカートリッジをそのまま使用すると硫酸カルシウムやリン酸カルシウムなどの沈殿物が生成することがあります。この様なおそれがある場合には、「[4-3] イオン交換膜の対イオンの置換」の項目を参照して、対イオン交換の操作を行なって下さい。

3 章 使用法

[3 - 1] 概要

G 4 SK型電気透析装置の運転は、

- ①ポンプを起動し、電気透析槽に液循環を行う。
 - ②透析槽に直流を印加し、脱塩を行う。
 - ③タイマーまたは試料液の電導度の設定により運転が自動的に終了する。
- の手順によります。透析槽を洗浄するときは①の液循環のみで行います。

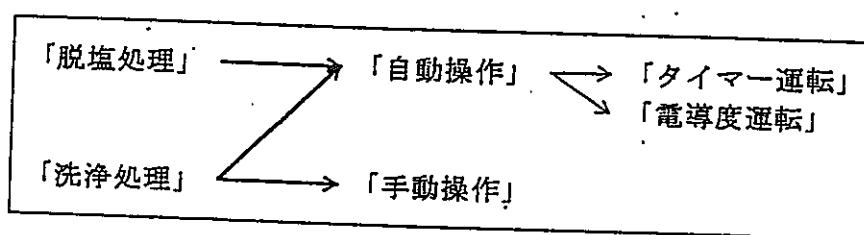
(1) 液循環

- ①電極液・試料液・塩廃液をセットし、

(2) 洗浄処理

「洗浄処理」は「自動操作」でも、「手動操作」でも可能です。

※ 「自動操作」で行なう場合は、整流機の電源スイッチをOFFにして下さい。



(3) 通電条件

「脱塩処理」は、タイマー運転または電導度によって行ないますが、整流機から印加する電流・電圧の条件によって、次の2通りがあります。

- ① 定電圧運転……標準の脱塩条件ですが、脱塩スピードは遅くなります。
最終の目的塩濃度に関わりなく、安定して脱塩を続けることができます。
- ② 定電流運転……最終の目的塩濃度が、食塩で3%より大きい場合は、定電流運転を行なうと脱塩スピードが早く、定量的に行なえます。
ただし、3%を切る状態で、脱塩処理を続けると、試料液及びイオン交換膜に、回復不可能なダメージを与えることがあります。
3%を切って脱塩を行ないたい場合は、途中から①の定電圧運転に切り替える必要があります。

[3-2] 電極液の準備

(1) 電極液の調整

電極液には、0.5N程度の硝酸ナトリウム（カリウム）水溶液を使用して下さい。試料液中にカルシウム、マグネシウムイオンが無いときは、5%硫酸ナトリウム（カリウム）水溶液も使用できます。適量は約2.5Lです。

- ※ 塩化ナトリウム水溶液（食塩水）は、絶対に使用しないで下さい。電気分解の結果、塩素ガス（毒ガス）が発生するため、大変危険です。
- ※ 電極では電気分解反応が起こるため、電極液に使用できる塩は、反応によって成分が変化せず、また沈殿を生じないものに限られます。
例えば硝酸ナトリウム、硫酸ナトリウムでは、反応の結果、水の分解による水素ガスと酸素ガスのみが発生し、液の内容が実質的に変化しないので使用できます。
しかし、食塩水の場合は塩素ガスが発生して危険なだけでなく、電極液も水酸化ナトリウム水溶液に変化してアルカリ性になってしまふため使用できません。
- ※ 試料液中にカルシウムイオンなどがある場合、電極液に硫酸ナトリウムを使用すると電極液内に硫酸カルシウムの沈殿を生じるため、使用できません。
この場合は硝酸ナトリウムを使用して下さい。

(2) 電極液の供給

電極液タンクの下端に電極液排出バルブがあります。このバルブが閉じていることを確認し、供給口から電極液を入れて下さい。

- ※ タンクの中に直接薬剤を投入して溶解しますと、なかなか溶けません。外部で確實に溶解した電極液を投入して下さい。

(3) 電極液の交換

電極液は、20～100時間ごとに交換してください。
あまり長時間使用すると、電極液の組成が変化して塩素ガスなどが発生したり、沈殿が生じたりします。
電極液は、pH調整をしながら使用すると、交換頻度が少なくてすむようになります。
pH調整用の酸として、1～5N程度の硫酸または硝酸を使用して、pH=3～7に調整して下さい。塩酸は、塩素ガスの発生の問題がありますのでお勧めできません。

[3-3] 手動運転と液流量の調節

(1) 試料液、塩廃液の準備

- ① 試料液を8ページ[2-5]配管の方法を参照して、装置に供給してください。
 - ② 塩廃液としては、「純水」または「水道水」若しくは「試料液の1/10程度の濃度の塩水」のいずれかを使用して下さい。
後者のほうが脱塩開始直後の脱塩速度が大きくなります。
- ※ 試料液の塩分濃度がもともと高い場合には、脱塩によって水分も試料液から塩廃液に移ります。従って、塩廃液の液量が増加しますから、容器から塩廃液があふれないよう容量に余裕を持たせてください。

(2) 手動運転と流量の調節

液の流量は電気透析装置を安定に運転する上での重要な条件の一つです。
カートリッジによって設定値が違いますので、ご注意下さい。

- ① コンセントを差し込み、左壁面のブレーカーをONにして下さい。
 - ② セレクトスイッチを「手動」にして下さい。
 - ③ 流量調節バルブ三つを半開(45度程度)にして、「試料液ポンプ」ボタンを押します。続いて、「塩廃液ポンプ」ボタン、「電極液ポンプ」ボタンを押します。
- ※ ポンプは空運転させないで下さい。故障の原因になります。
- ※ ポンプが動いているのに液が流れない場合は、ポンプ内にエアが溜まっているためです。いったん停止してエア抜き操作を行なって下さい。
- ※ ポンプを緊急に停止させる場合は、セレクトスイッチを「切」にして下さい。
通常は、ポンプボタンを再度押すと、ポンプごとに停止します。
- ④ 試料液の流量を流量調節バルブで調節します。

AC-# #-4G40	8.6 ml/min ($\pm 10\%$)
AC-# #-4G60	12.9 ml/min ($\pm 10\%$)

※カートリッジの仕様変更により適正流量を変更する場合がありますので、その際はカートリッジの取扱説明書に従って下さい。

⑤ バルブを全開にしても適正流量が確保できないとき

次のいずれかの問題がありますので、対策を取って下さい。

- a. 液の粘度が大きすぎる。 →液を希釈して下さい。

G 4 の標準条件で処理できる限界は約 20 cps までです。

なお、流量が小さくても、運転条件の工夫で処理できる場合がありますので、ご相談下さい。

- b. 液の比重が大きすぎる。 →液を希釈して下さい。

G 4 で処理できる限界は約 1.1 までです。

- c. スタックに流路詰りが生じている。 →カートリッジを交換して下さい。

沈殿物の混ざった溶液やスラリー液は処理できません。あらかじめ濾過を行なって下さい (50 μm のフィルター相当)。

沈殿物が、脱塩により処理途中で発生する場合もありますのでご注意下さい。

なお、カートリッジの解体洗浄により回復する場合がありますので弊社までご相談下さい。

※ 適正流量が確保できないままで運転を行なうと、液の pH が変化したり、沈殿が発生して、試料や膜にダメージを与えることがあります。

⑥ 塩廃液流量の調節

塩廃液の流量が試料液と大体同じになるように調節して下さい。

⑦ 停 止

各ポンプボタンを再度押して、手動運転を停止して下さい。

セレクトスイッチを「切」にして下さい。

[3-4] 脱塩処理

「脱塩処理」は、「自動操作」で行ないます。「手動操作」では、できません。
マイクロ・アシライザーG4SKには、タイマーもしくは電導度による自動停止機構を
供えています。脱塩スタート後、いずれかの設定条件に達すると終了します。

(1) 運転時間の設定

- ① 設定時間及び時間の単位は、上下の「+」「-」ボタンを押すことにより、設定することができます。

※ 時間の単位は、設定用の窓の左2つが時間で、右2つが分です。

設定 30 分の場合	→ 0030
" 60 "	→ 0100 (0060はできません)
設定 2時間30分の場合	→ 0230
" 20時間45 "	→ 2045

※ 表示は赤い文字で、スタート後の積算時間、分を表わします。

- ② 上記の設定は、運転中に切り替えることもできます。

(2) 終了電導度の設定

- ① 最終の電導度は、表示パネルのL設定（下側）を使用して設定してください。
L設定の小数点の位置は、表示と同じで右から1番目と2番目の数字の間にあります。
単位は、mS/cmです。
- ② 時間の場合と同じように、運転中にも切り替え可能です。

(3) 脱塩スタート

（注：脱塩を始める前にかならず、前節の「流量の設定」を行なって下さい。）

セレクトスイッチを「自動」にし、脱塩ボタンを押してください。
ポンプが始動し、30秒後に脱塩がスタートします。

※ 緊急停止する場合は、セレクトスイッチを「切」にして下さい。

【注意事項】

電気透析では、脱塩運転の時間によって脱塩の程度が変化します。したがって、目的にあつた脱塩を行なうには、運転時間が重要です。

運転時間は、試料液量や塩濃度、脱塩程度、処理時の試料液温度などによって変化します。この内、時間への影響の大きい順に並べると次のようにになります。

- | | |
|----------------|----------------------|
| 1. 試料液量 | 多いほど時間が長く、比例関係にあります。 |
| 2. 塩濃度（初期） | 高いほど時間が長くなります。 |
| 3. 脱塩程度（最終塩濃度） | 低いほど時間が長くなります。 |
| 4. 試料液温度 | 高いほど時間が短くなります。 |

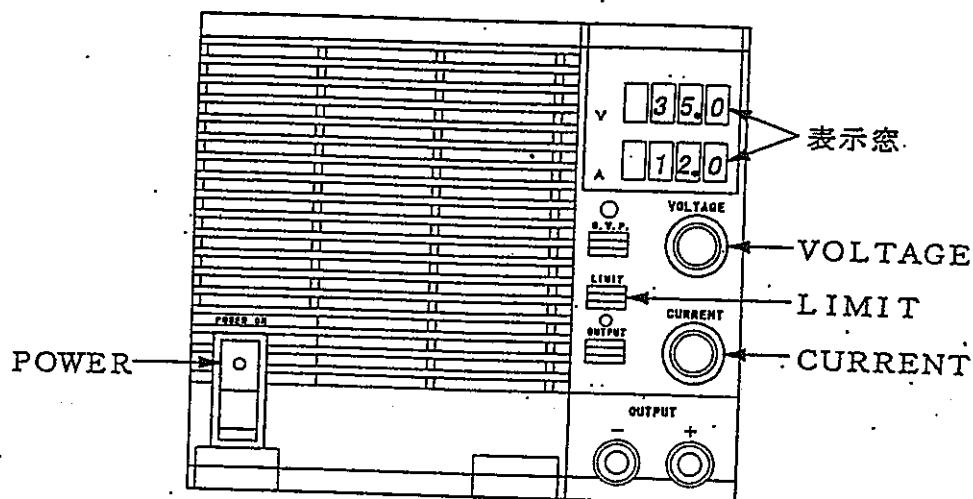
運転時間の決定には、1回目に経時的に塩濃度を測定しながら運転するという方法が最も有効で確実です。

同じ試料液での2回目以降の脱塩は、液量と時間を比例関係で考慮すれば良いだけです。すなわち、2倍の液量を脱塩する場合は、時間も2倍にして下さい。

※ なお、定電流運転では、計算で運転時間のおおまかな目安を求めることができます。
24ページ [4-2] を参照してください。

(4) 通電条件の設定

「脱塩操作」には、「定電圧運転」条件と、「定電流運転」条件があります。
条件設定は「脱塩」ボタンを押した状態で行ないます。



A. 定電圧運転（標準脱塩条件）

塩濃度に関係なく、安定して運転を続けることができる条件です。
最初の塩濃度が不明な場合や、塩分をゼロ近くまで除きたい場合に有効です。

- ① 整流機のPOWERスイッチを入れて下さい。
- ② 整流機のLIMITスイッチを押しながら、VOLTAGEダイヤルを回して、カートリッジの取扱説明書に記載された電圧にV表示窓の値を合わせて下さい。

(例) AC-220-4G60の場合は、35Vです。

- ③ 同様に整流機のLIMITスイッチを押しながらCURRENTダイヤルを回して、A表示窓の値を12Aに合わせて下さい。

※ 塩廃液には水道水も使用できます。

B. 定電流運転

脱塩後の塩濃度が、食塩で3%以上を目標とする場合に使用できる運転条件です。脱塩スピードが大きく、あらかじめ脱塩度を時間で設定できるメリットがありますが、塩濃度が3%以下の低い状態で使用すると、沈殿など試料液にトラブルを生じ、装置にも回復不能なダメージを与えることがあります。

- ① 整流機のPOWERスイッチを入れて下さい。
 - ② 整流機のVOLTAGEダイヤルを右一杯に回して下さい。
 - ③ 整流機のLIMITスイッチを押しながらCURRENTダイヤルを回して、A表示窓の値を1.2Aに合わせて下さい。
 - ④ タイマーの設定時間を、25、26ページの方法を参照して設定してください。
- ※ 醤油の減塩など、試料液の塩濃度があらかじめ分かっていて、脱塩後の目的濃度が食塩で3%までの場合に限り、使用して下さい。
- ※ 塩廃液には、あらかじめ試料液の1/10程度の濃度の塩分をいれておいて下さい。水道水などをそのまま使用すると、電圧が上り過ぎて定電流運転ができません。
- ※ 食塩以外の塩の場合は、下限が3%より大きくなります。
33ページを参照して下さい。限界電流以下の電流値で運転することが必要です。
詳しくは弊社までお問い合わせ下さい。

(5) 自動停止

設定時間になると、自動的に停止します。

(6) 強制停止

脱塩を途中で止めるときは、セレクトスイッチを「切」にして下さい。
直流通電のみをとめればよい場合は、整流機の電源スイッチを切って下さい。

[3-5] 電極液について

(1) 運転中に発生するガスについて

電極では水の電気分解に伴なうガスが発生します。ガスの種類は電極液の組成によりますが、主に酸素と水素です。（サンプル中に塩素イオンが含まれる場合は僅かながら塩素ガスが発生することがあります。）

発生量は水素で最大 $120\text{cc}/\text{分}$ にすぎず、電極液タンクの供給口から自然に拡散放出されますが、タンクを密閉して使用したり、換気の悪い場所で長時間運転すると危険な状態になります。

- ※ 換気の悪い場所で使う場合は、必ず強制的に換気をして下さい。
- ※ 電極液タンクを密閉した状態で使用することは危険です。絶対にしないで下さい。
使用する場合は、必ず電極液タンクのフタを外して下さい。
- ※ 食塩水を電極液に使用すると、塩素ガスが発生し危険です。使用しないで下さい。
その他これに類する塩は、電極液として使用しないで下さい。
- ※ 電極液中で分解して有毒ガスが発生する塩類も使用しないで下さい。
- ※ 試料液中に塩素イオンが含まれている場合には、適宜電極液を新しいものに変えて下さい。

(2) 電極液の交換

カートリッジの両端には、陽イオン交換膜を配置していますので、試料液中に塩素イオンが入っていても電極液中には透過し難い構造になっています。しかし、陽イオン交換膜が塩素イオンを 100% 透過しないわけではなく、ごくわずかずつながら透過し、やがては塩素ガスが発生するようになります。

条件にもありますが、 $20\sim100$ 時間ごとに電極液を更新するようにして下さい。

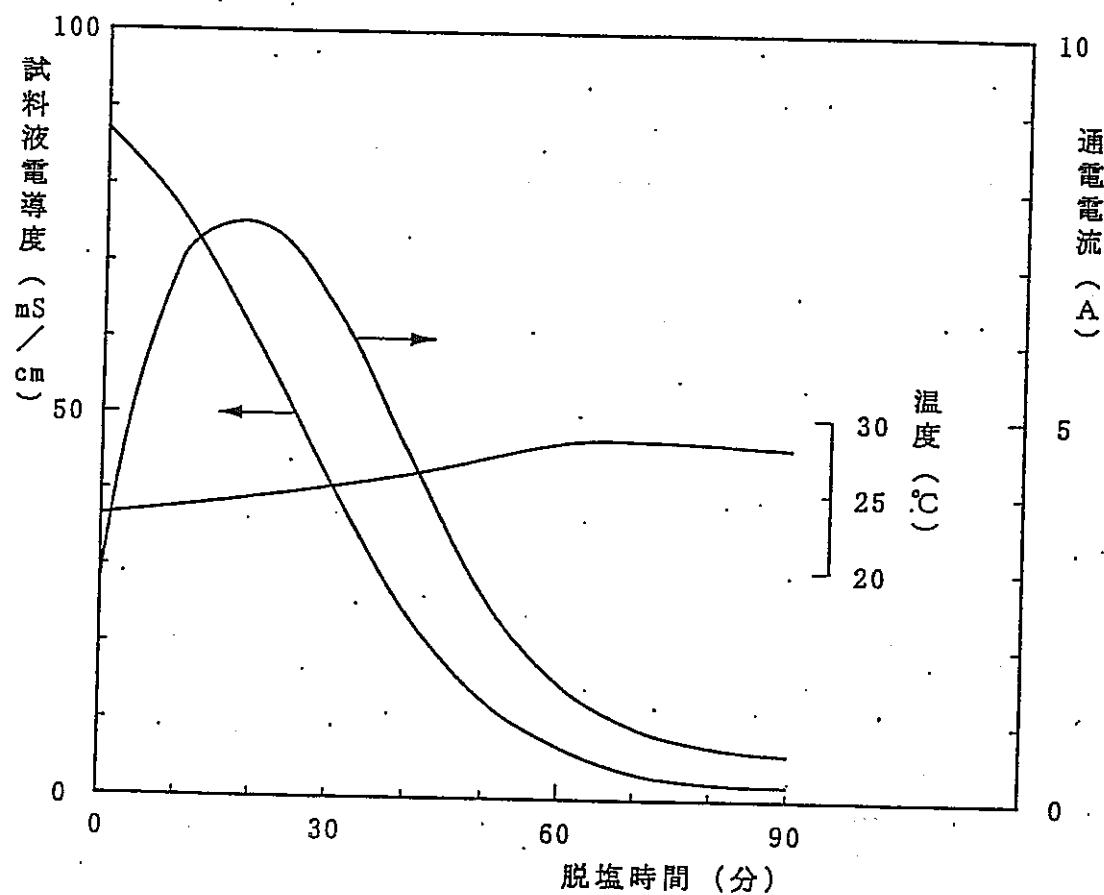
装置を使用していなくとも、蒸発などのために電極液の液量が減少することがありますので、使用前には電極液タンクのレベルに注意して下さい。

- ※ 電極液は、pHコントローラーを取り付けることによって硫酸や硝酸を自動的に添加して液の更新頻度を小さくし、運転の安定性を高めることができます。
- ※ 電極液を交換するとき塩素臭が強い場合は、電極液中に次亜塩素酸が多量に発生しています。そのまま廃棄しても良い場合を除き、チオ硫酸ソーダで中和して後廃棄して下さい。

[3-6] 通常脱塩の例

定電圧運転条件で脱塩を行った例です。98%の脱塩度です。

1. 運転電圧 : 38V一定
2. カートリッジ : AC-210-4G60
3. サンプル : 1N(約6%)の食塩水10L
4. 塩廃液 : 水道水10L
5. 温度 : スタート時23°C



[3-7] 徹底脱塩

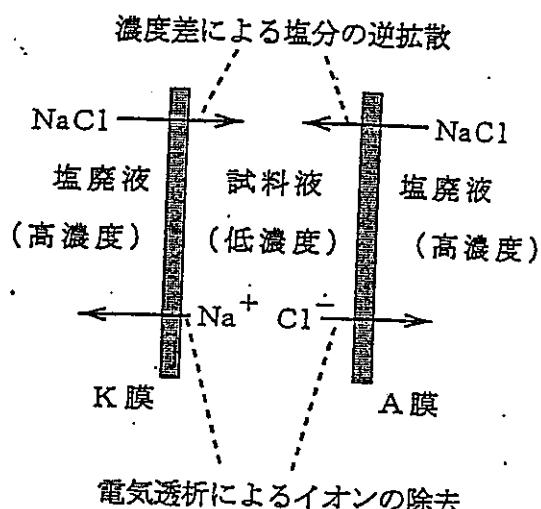
塩分濃度の高い試料を脱塩する時や、
塩分濃度を ppmオーダーまで脱塩する時に
は、
脱塩率が90~95%に達したら一旦脱塩を停止
した後、塩廃液を純水や水道水に更新して再
スタートすることが有効です。

電気透析では、試料の脱塩が進むに従い、
塩廃液中の塩濃度が試料液より高くなり、
さらにその濃度差が大きくなります。
その結果、図のように濃度差による塩分の
逆拡散速度と電気透析による脱塩速度が同等
になり、やがては脱塩が進まなくなる状態に
なります。

そこで塩廃液を新しく純水又は水道水に更
新すると塩分の逆拡散が少なくなり、さらに
脱塩を進めることができるわけです。

無人運転で徹底脱塩する場合には、塩廃液タンクに連続的に水道水を添加する方法もあります。なお、塩廃液を希釈する操作は脱塩の後半に行なえば充分です。

※ 徹底脱塩は、定電圧運転条件で行なって下さい。



[3-8] 洗浄

(1) 使用できる洗浄剤

マイクロ・アシライザーは、pH 0~14 (AC-110タイプは、pH 1~12まで) の広範囲の酸・アルカリを使用した洗浄操作に耐えます。また、アルコール、次亜塩素酸ソーダ、ホルマリンなどの殺菌剤も使用できます。

耐薬品性について下表をご参照下さい。薬液洗浄の後は必ず無菌水またはバイロジエンフリーウで充分洗浄して下さい。

なお、酸またはアルカリを使用するときは、薬液の種類によってイオン交換膜の対イオンが変化します。目的に応じて薬液を選んで下さい。

例えば水酸化ナトリウムを使用すれば、陽イオン交換膜の対カチオンはナトリウムイオンに、水酸化カリウムを使用すればカリウムイオンになります。

25°Cで洗浄用に使用可能な薬品例の一覧表です。注1

薬品名		使用可能濃度
有機溶媒	メタノール	30%
	エタノール	30%
	イソプロピルアルコール	30%まで 注2
	アセトニトリル	20%まで 注2
	酢酸エチル	5%まで 注2
	オクタン、ヘキサン	不可
塩基	苛性ソーダ	5% 注3
	アンモニア	5% 注3
酸	塩酸	5% 注3
	硫酸	5% 注3
	硝酸	5% 注3
	リン酸	5% 注3
殺菌剤	ホルマリン	5% 注3
	過酸化水素	0.5%
	次亜塩素酸ソーダ	0.5%

注1 45°Cでの薬品耐性は、上記濃度の1/10が上限の目安です。

注2 vol %です。

注3 AC-110-****は、各々 0.5%が上限です。

注4 有機溶媒を含むサンプルや上記の洗浄剤を装置内に流した状態では、脱塩操作を行なわないで下さい。イオン交換膜に回復不可能なダメージを与えるおそれがあります。

注5 上表は1つの成分のみが含まれている場合の値です。複数成分の場合は別途ご相談下さい。

4章 応用

[4-1] 液容量と脱塩スピード

(1) 液容量の上限と脱塩スピード

マイクロ・アシライザーG 4 SKで処理可能な液量については特に上限はありませんが、液量が増えるほど脱塩所要時間が長くなります。

- 脱塩所要時間は
- ①サンプル液の容量にほぼ比例します。
 - ②脱塩率が大きいほど長くなります。
 - ③塩濃度が大きいほど長くなります。

マイクロ・アシライザーG 4 SKは、10mlオーダー程度のサンプルが処理できるよう設計されたベンチスケール用のアシライザーです。AC-220タイプのアシブレックス・カートリッジと組み合わせた時の標準脱塩能力はおよそ次の通りです。

カートリッジ番号	総膜面積 (m ²)	処理能力*1
AC-220-4 G 40 (40対)	0..8	約 7 ml/h
AC-220-4 G 60 (60対)	1..2	約 10 ml/h

* 1 Nの食塩水を95%脱塩する場合のおよその値です。

塩分の種類や温度、カートリッジの種類によって大幅に変わることがあります。

(2) 液容量の下限

マイクロ・アシライザーは透析セルに液を循環しながら脱塩する仕組みになっています。マイクロ・アシライザーG 4 SKのライン容量は約2mlです。タンクの形状にもよりますが、サンプル液は少なくとも数mlは必要です。

また電気透析では脱塩に伴ない塩の水和水分だけ液量が減少します。特に高塩濃度サンプルの場合には試料液量の減少にはご注意下さい。例えば、塩濃度が1N(約6%)では、脱塩終了時に液量はもとの8割~9割、2N(約12%)だと6~8割に減少します。

従って、タンクの液面は脱塩スタート時から徐々に下がります。液の吸入口が脱塩途中に空中に露出したり、液が無くなったりする条件では、ポンプ・透析部にエアが混ざり込み正常な運転ができません。この場合あらかじめ希釈する操作を行なって下さい。

[4-2] 運転時間の計算方法

運転時間は、できるだけ16ページ【注意事項】の記載にしたがって決定して下さい。
ここでは計算で求める方法について解説しますが、あくまで概算ですのでご承知下さい。

以下、定電流運転条件で運転時間を決める際の、おおまかな目安の計算方法を示します。
ただし、定電圧運転条件では使えません。

次ページには、この方法による具体的な計算例を二つ示します。

※ 以下の決め方は食塩の脱塩の場合です。他の種類の塩を除く場合については、
弊社技術資料をご参考下さい。不明点については御問い合わせ下さい。

<計算式>

$$\text{運転時間 (時間)} = \frac{96500 \times 10}{3600 \times 58.5 \times N \times I \times \eta} \times \left[\frac{(V_{\text{前}} (\text{ml}) \times C_{\text{前}} (\%) \times d_{\text{前}}) - (V_{\text{後}} (\text{ml}) \times C_{\text{後}} (\%) \times d_{\text{後}})}{\text{脱塩前} : \text{脱塩後}} \right]$$

N : カートリッジの対数 A C - 220 - 4 G # # 左の下線部の数字です。
カートリッジの取扱説明書を参照下さい。

I : 電流値 (A) 定電流運転では、12 (A) です。

η : 電流効率 0.85 ~ 0.95 です。全電流のうち脱塩に有効に利用された電流値の割合を示します。
運転条件により変動します。

C : 塩濃度 (%) 食塩の濃度です。脱塩前の測定値と、脱塩後の目標値が必要です。

d : 比重 やはり、脱塩前の測定値と、脱塩後の数字が必要ですが、脱塩後の数字は分からぬのが普通ですから、その場合は、1にして下さい。

V : 液量 (ml) 試料液の液量です。脱塩前の液量と脱塩後の液量が必要です。塩と一緒に水も少しづつ除かれるため、脱塩後の液量は、脱塩前と比べ減少するのが普通です。
脱塩後の液量は次の式で推定してください。
この式では、1N当たりの液の減少率を0.15 (下線) としています。実際の液に合わせて修正してください。

$$V_{\text{後}} = V_{\text{前}} \times [1 - \underline{0.15} \times 10 \times \{d_{\text{前}} \times C_{\text{前}} - d_{\text{後}} \times C_{\text{後}}\}] / 58.$$

<計算例 1 >

食塩水を脱塩する場合の計算例を示します。塩濃度を半分にする場合です。
(塩の総量を半分にする場合は、次のページを参照して下さい。)

試料液量 : V (前) = 10 ℥
比重 : d (前) = 1.169
塩濃度 : C (前) = 23 %

上記の試料液を、塩濃度 11 %まで脱塩するとします。 (C (後) = 11 %)
最終塩濃度が 3 %を上回っているので、定電流運転条件で脱塩するものとします。
使用するカートリッジは、A C - 210 - 4G60 とします。

1. まず、終了時の液量を推定します。

$$V \text{ (後)} = 10 \times [1 - 0.15 \times 10 \times (1.169 \times 23 - 1 \times 11) / 58.5] \\ = 6.0 \text{ (ℓ)}$$

この結果から、脱塩により、約 1.7 倍に濃縮されると推定されます。

2. 次に運転時間を求めます。

$$\text{運転時間} = \frac{96500 \times 10 \times [10 \times 23 \times 1.1 - 6.0 \times 11 \times 1]}{3600 \times 58.5 \times 60 \times 12 \times 0.9} \\ = 1.3 \text{ (時間)}$$

時間は、あくまで概算ですから、温度などの条件により変動します。
実際の運転では、上記計算時間に到達する時間の 20 ~ 30 %前から塩濃度を調べ、
正確な脱塩所要時間を確認するようにして下さい。

<計算例 2.>

塩の総量を半分にするときの計算例を示します。塩濃度は 18 % としました。
他の条件は、計算例 1 と同じです。

試料液量 : V (前) = 10 ℥

比重 : d (前) = 1.123

塩濃度 : C (前) = 18 %

この場合、前々ページの計算式のうち、 C (後) と V (後) の二つの数字が分かりません
が、「 $V \times C \times d$ 」が塩の総量を示すことに注意すると次のように計算できます。

$$\begin{aligned} \text{運転時間} &= \frac{96500 \times 10 \times [10 \times 18 \times 1.1 \times (1/2)]}{3600 \times 60 \times 12 \times 0.9 \times 58.5} \\ &= 0.7 \text{ (時間)} \end{aligned}$$

計算例 1 と比べ、運転時間が短いのは、最終塩濃度が高いことによります。
実際に測定して確認して下さい。

(塩の総量は、「塩濃度 × 液量」で決まります。脱塩で液量が減少するため、塩の総量が
半分になんしても、最終塩濃度は半分になりません。)

[4-3] イオン交換膜の対イオンの置換

イオン交換膜はイオン交換樹脂を膜状に形成したものです。 化学的な内容はイオン交換樹脂とほぼ同じです。 イオン交換樹脂同様、イオン交換膜も常に何らかの対イオンを吸着しています。

カチオン交換膜: $R^- \cdots Na^+, K^+, H^+, 1/2 Ca^{2+}$ など (対カチオン)

アニオン交換膜: $R^+ \cdots Cl^-, OH^-, 1/2 SO_4^{2-}$ など (対アニオン)

スタックの出荷時は、 $Ca^{2+} \cdot Na^+$ 型、と Cl^- 型となっています。

対イオンは膜に接する液中のイオンと容易に置換します。また、脱塩運転終了時は、試料液中に入っていたイオンとほぼ完全に置換しています。

(1) 対イオンの置換

次のような場合には、あらかじめ、対イオンの置換を行なって下さい。

①試料液中の塩と異なる種類の塩の混入を著しく嫌う場合。

例えば、試料液中の塩が K^+ であって、脱塩終了時に極めて微量の Na^+ イオンが存在しても困る場合。)

②酸洗浄または、アルカリ洗浄をしたあと。

イオン交換膜が $R^- \cdots H^+$ や $R^+ \cdots OH^-$ になっていますので、洗浄後にそのまま脱塩実験を行なうと試料液の pH が大きく変化します。

③未使用のスタックを用いて、硫酸イオンやリン酸イオンなど 「カルシウムと結合して沈殿物を生成するアニオン」 を含む試料を処理する場合。

④カルシウムやマグネシウムイオンを吸着した膜をアルカリ洗浄する場合は予めナトリウムやカリウムイオンに置換して下さい (水酸化物の析出防止のため)。

(2) 置換操作

①塩廃液として純水または、水道水 30 分程度を、試料液として 0.5~1N の置換したい塩の水溶液 50 分程度をセットします。

②通常の脱塩運転を 10~30 分間タイマー運転します。

③①~②の操作を繰り返し行なうと、より完全に置換できます。

[4-4] カートリッジの種類と選択性

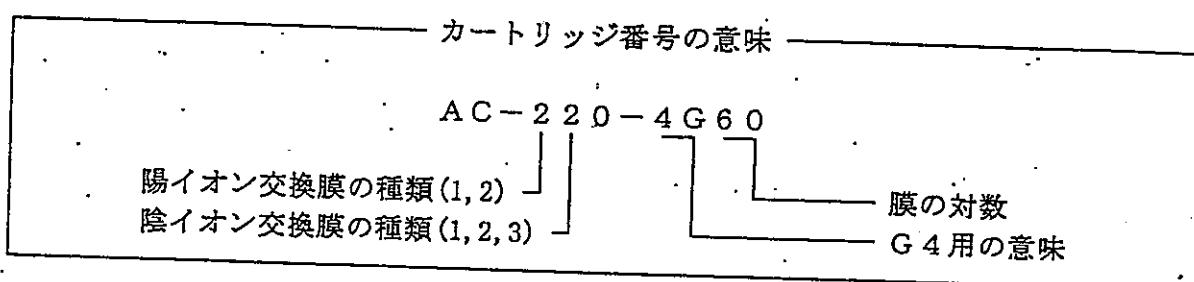
目的に応じて異なる選択性を有する各種のアシプレックス・カートリッジを用意しています。

AC-110- タイプは、アミノ酸、核酸成分など荷電性の強い低分子量物質の脱塩用です。

AC-220- タイプは、オリゴ糖など中性物質の脱塩に威力を発揮します。

AC-230- タイプは、クエン酸などの比較的大きな有機酸を除きます。

上記以外に AC-120 , AC-210 , AC-130 タイプも製作致します。商品名の前の 3 ケタは膜の組み合わせを、後ろの 4 ケタは膜面積、数を意味します。



それぞれの膜の特徴は次の通りです。

陽イオン交換膜 No.1 ~ 分画分子量がおよそ 100 の陽イオン交換膜です。アミノ酸のような低分子量の有機物も透過しにくい膜です。反面、カルシウムやマグネシウムのような多価カチオンの脱塩速度は小さくなります。

陽イオン交換膜 No.2 ~ 分画分子量がおよそ 300 のカチオン交換膜です。ほとんどの無機カチオンを除去できます。酸やアルカリにも強い耐性を持っています。中性の有機物からの脱塩には最適な膜です。

陰イオン交換膜 No.1 ~ 分画分子量がおよそ 100 の陰イオン交換膜です。アミノ酸のような低分子量の有機物も透過しにくい膜です。反面、硫酸イオンのような多価アニオンの脱塩速度は小さくなります。

陰イオン交換膜 No.2 ~ 分画分子量がおよそ 300 の陰イオン交換膜です。殆どの種類の無機アニオンを除去できます。酸やアルカリにも強い耐性を持っています。中性の有機物からの脱塩には最適な膜です。

陰イオン交換膜 No.3 ~ 分画分子量がおよそ 1000 の陰イオン交換膜です。クエン酸や乳酸のような有機酸を除去できます。

5章 保守

[5-1] 休転時の注意事項

運転の休止時で特に問題になるのは、次の2点です。

1. 残存物の腐敗

カートリッジや配管内に残留した有機物が腐敗して汚泥状のものが発生する場合。再度運転を行ったときにこの汚泥状物がカートリッジに詰まり、正常な運転ができないことがあります。

2. カートリッジの乾燥

イオン交換膜はいったん乾燥すると、再度水に戻しても初期の特性が戻りません。

[5-2] 休転時の対策

(1) カートリッジの洗浄

運転停止時には、まずカートリッジの洗浄を行ないます。洗浄は、装置にカートリッジを装着したまま行なって下さい。その際、配管の洗浄も同時に行なうことになります。

①有機物が非イオン系で分子量が充分大きい場合

分子量が充分大きい非イオン系有機物はイオン交換膜の内部には入り込みませんから水洗いを充分に行なうとほとんど除くことができます。

②有機物がイオン性、若しくは分子量が小さい場合

この場合はイオン交換膜に有機物が吸着していることが多く、水洗いだけではなかなか除去できません。酸洗浄・アルカリ洗浄が効果的です。濃度は0.2N以下程度で洗浄してください。

(使用できる薬液の種類と濃度に関しては、7ページを参照してください。)

薬液洗浄後は水で洗浄して下さい。多少の酸・アルカリが残っている方が腐敗しないケースがありますので、薬液洗浄後の水洗浄は徹底的に行わない方が良い場合があります。試料液の特性を考慮してお決め下さい。

(2) 1週間以内の休転

残留有機物をよく洗浄・除去し腐敗の恐れがない場合は、カートリッジを装着したまま保管して十分です。

ラインの洗浄後、塩廃液・試料液として3%以上の食塩水を入れて、ポンプを作動させます。ポンプを止めたとき、出口ラインからエアが逆流して入らないように、出口の先端を液面以下に設定して下さい。

ポンプを停止した後、流量計のバルブを閉じます。これで液が中に封入されたままとなります。

さらにお口ラインに栓をすると、外部タンクを取り外すこともできます。ただし、カートリッジの側面から水分が蒸発するため、一週間に一回程度は液の循環を行なって下さい。

なお、長期的にこの状態で放置することは好ましくありませんので、休転が長期に渡る場合は、下の(3)の処置を取って下さい。

(3) 長期間の休転

長期間の休転ではカートリッジを取り外して下さい。この場合は装置内で塩分の析出が起こらないように、最後には必ず水洗いをして下さい。

装置及びカートリッジをよく水洗した後、カートリッジを取り外して下さい。

カートリッジの入っていた塩ビ樹脂製の箱に3%程度の食塩水を作り、その中にはずしたカートリッジを入れて下さい。ホコリが入らないようにふたをし、冷暗所に保管して下さい。
(冷蔵庫に保管して下さるのは結構ですが、凍らないようにお気をつけ下さい)

※ 食塩水では、雑菌が繁殖して膜を汚染する場合があります。その場合は0.1~1%程度のアルカリまたは酸の水溶液で保存して下さい。どちらが良いかは、お客様の試料液中の成分によりますので、ご検討の上お決め下さい。

[5-3] 消耗品・交換部品

消耗品・交換部品として常備しておいていただきたいものに下記のものがあげられます。アシプレックス・カートリッジを除いて市販のものですので、メーカーあるいは出入りの納入業者からご購入願います。

(1) アシプレックス・カートリッジ

専用品です。G 4 SKをお買い求めになった取り扱い店へご注文下さい。

AC-110-4G40	AC-110-4G60
AC-220-4G40	AC-220-4G60
AC-230-4G40	AC-230-4G60

AC-130, AC-120, AC-210タイプも製作致します。

(2) 本体のホース類

市販品の補強芯材入りのビニールホースです。テトロシブレードホース、トヨロンホースなどがあります。寸法が正確なものはトヨロンホースです。

電極液用……………19×26mm.
試料液、塩廃液用……………21.5×29mm.

(3) ポンプ類

(株)イワキのMDポンプで指定されている消耗部品として次のものがあります。ポンプの型式を指定してご購入願います。

フロントケーシング、リアケーシング、Oリング

電極液用ポンプ型式……………MD-20RZM-N
試料液、塩廃液用ポンプ型式……MD-40RM

6章 付録

[6-1] 塩濃度と電導度の関係

25°Cにおけるおもな無機塩の濃度と電導度の関係は次の通りです。

※ 電導度計により、オンラインで試料液中の塩濃度を知ることができます。

濃度 meq/l	塩種 NaCl	Na ₂ SO ₄	NaNO ₃	(NH ₄) ₂ SO ₄	KCl	KNO ₃	PBS-Na	電導度 単位 μS/cm
0.005	(0.67)	(0.72)	(0.67)	(0.83)	(0.78)	(0.76)	(0.84)	
0.01	(1.32)	(1.41)	(1.31)	(1.63)	(1.55)	(1.51)	(1.64)	
0.05	(6.46)	(6.75)	(6.37)	(7.82)	(7.62)	(7.37)	(7.77)	
0.1	(12.8)	(13.2)	(12.6)	(15.3)	(15.1)	(14.6)	(15.2)	
0.2	(25.3)	(25.9)	(24.8)	(30.1)	(30.0)	(29.0)	(29.6)	
0.5	62.3	62.9	(60.9)	(73.4)	73.9	71.4	(71.8)	
1	124	124	120	144	147	142	140	
2	245	245	238	283	292	(281)	275	
5	603	588	582	689	718	693	663	
eq/l	0.01	1.19	1.13	1.14	1.33	1.41	1.36	1.27
	0.05	5.54	4.89	5.26	5.80	6.67	6.32	5.46
	0.1	10.7	9.01	9.87	10.8	12.9	12.0	9.95
	0.5	46.8		41.5	43.6	58.7	50.8	35.8

化学便覧より引用。 () 内は外挿値。

PBSはpH=7のリン酸バッファ。濃度は [モル/ℓ]。

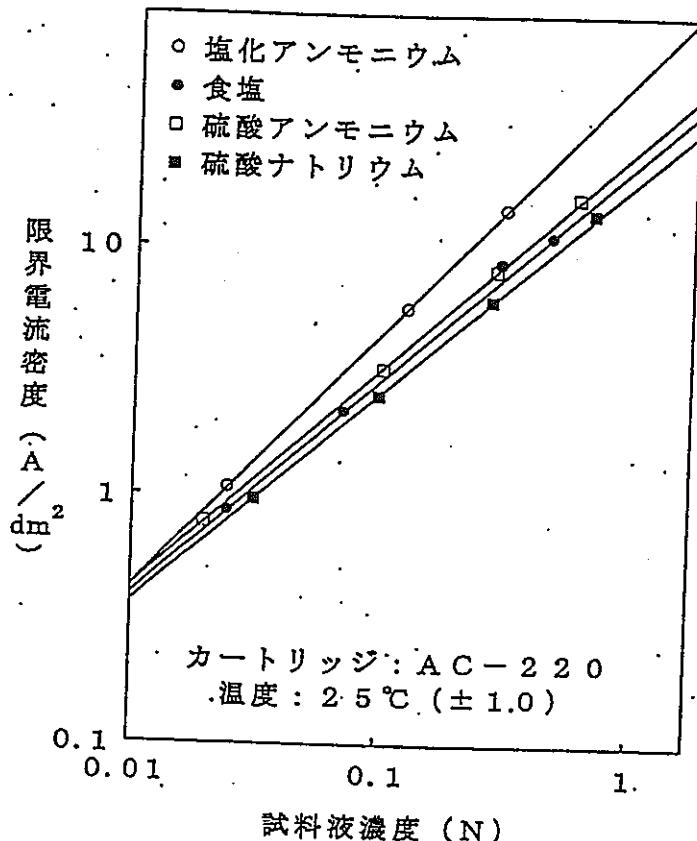
電導度の値は実測値と () 内は外挿値。

[6-2] 試料液の濃度と限界電流の関係

塩化アンモニウム、塩化ナトリウム、硫酸アンモニウム、硫酸ナトリウムなど強電解質の中性塩水溶液の濃度と限界電流の関係を下図に示します。

限界電流以上で運転すると、試料液のpHが大きく変化するなどのトラブルが起こり易くなります。

定電流運転条件で運転する場合に、塩濃度に下限を設けている理由です。

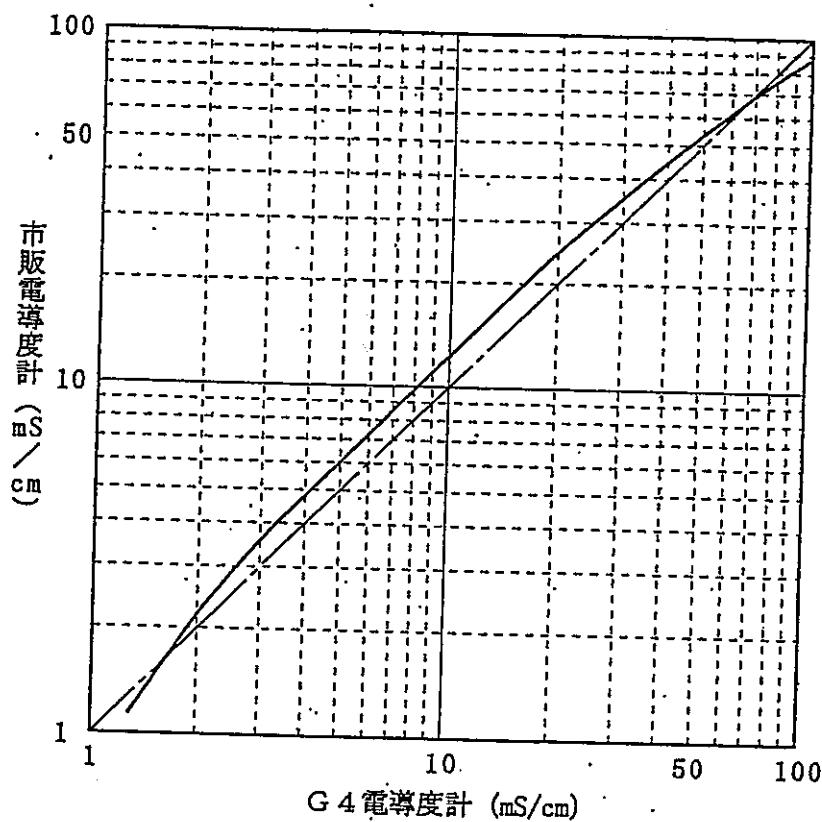


※ 食塩（塩化ナトリウム）の場合、0.5Nが約3%、1Nが約6%です。

[6-3.] 電導度計の表示特性

G 4 SKに付属の電導度計は、脱塩運転の自安としてご使用下さい。
 電導度測定の専用機ではないため、精度高い測定には適しません。
 対象液の正確な電導度が必要な時は、温度補正機能を持つ専用機で測定して下さい。
 付属の電導度計には温度補正機能がありません。

下図は、市販の電導度測定器で測定した電導度の値（温度補正なし）と、G 4 の電導度計で測定した電導度の値を比較したグラフです。

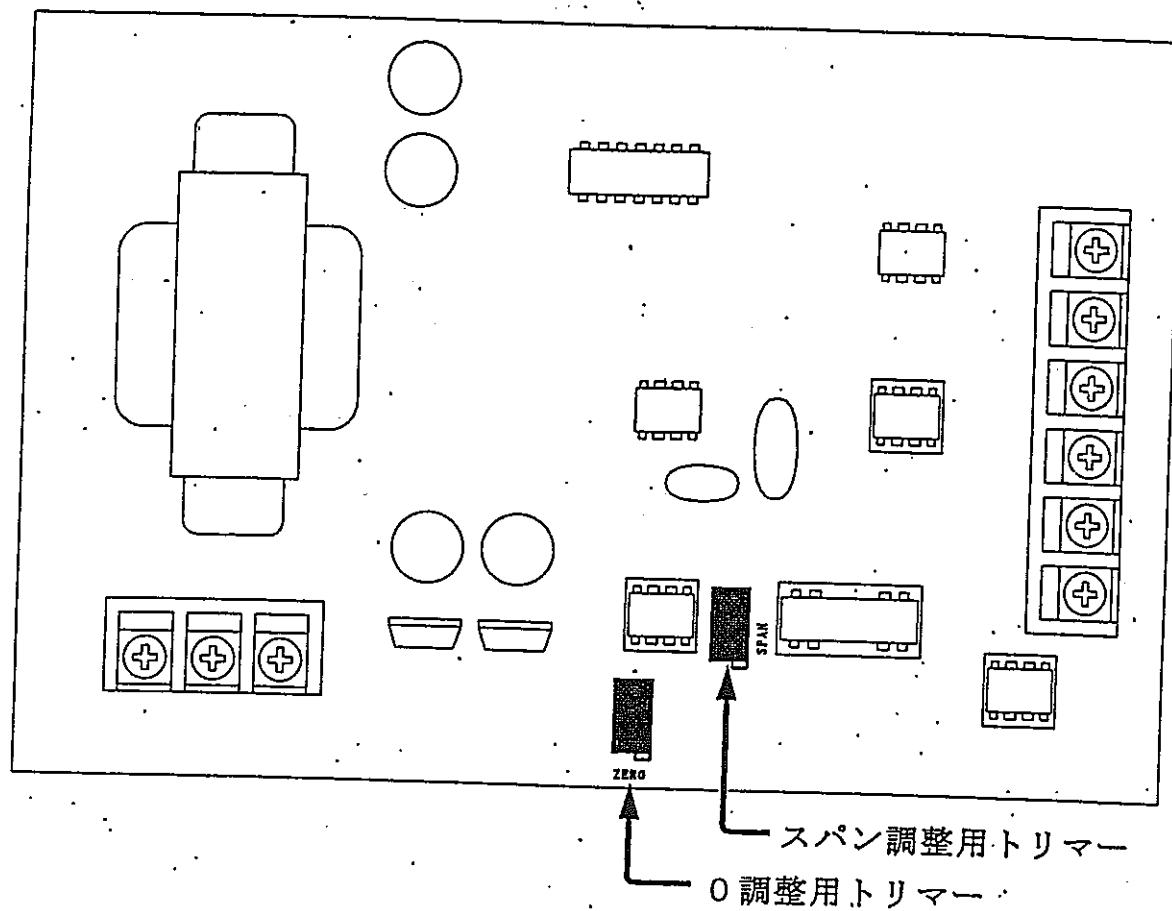


G 4 SKの電導度計は、食塩水を使用して、2 mS/cmで零点を、1 Nでスパンを調整しています。

表示される値が狂っている場合は、パネル盤内上段中央に取り付けてある電導度基板のトリマーを調整して下さい。

[6-4] 電導度の校正方法

脱塩中の液の電導度が大きく異なる場合は、次のようにして電導度を校正して下さい。



(1) 市販の電導度計をお持ちの場合

1. 市販の電導度計と0.5Nの食塩水か、1Nの食塩水を準備して下さい。
2. 液を循環して下さい。
3. 市販の電導度計の温度補償をはずして電導度を測って下さい。
4. このときの値に「スパン調整用トリマー」をマイナスの時計ドライバーで回して調整して下さい。
5. 脱塩をして下さい。
6. 市販の電導度計の値が2mS/cm程度になりましたら、この値に「0調整用トリマー」を回して調整して下さい。

(2) 市販の電導度計をお持ちでない場合

1. 温度計と0.02Nの食塩水と0.5Nの食塩水を準備して下さい。
2. 0.02Nの食塩水を循環して、温度を測って下さい。
3. 25°Cであれば、電導度は2.3mS/cmですので、「0調整用トリマー」で調整して下さい。
4. 温度が1°C違いますと電導度の値は2%違ってきます。
5. 22°Cでしたら、3°C分、6%低い2.2mS/cmに調整して下さい。
6. 同様に30°Cでしたら、5°C分、10%高い2.5mS/cmに調整して下さい。
7. 次に流路内の液を全部抜き出して、できるだけ液を切って下さい。
8. 0.5N食塩水を循環して、温度を測って下さい。
9. 25°Cであれば電導度は46.8mS/cmですので、「スパン調整用トリマー」で調整して下さい。
10. 温度が1°C違いますと電導度の値は2%違ってきます。
11. 22°Cでしたら、3°C分、6%低い44.2mS/cmに調整して下さい。
12. 同様に30°Cでしたら、5°C分、10%高い51.5mS/cmに調整して下さい。
13. 最後に流路を水洗して下さい。

[6-5] マイクロ・アシライザーの機種

分析用から生産機まで、各種の装置を取りそろえています。

機種	処理液量	概要
G 0	50 μ l ~ 1 ml	微小容量分析用
G 1	1 ~ 100 ml	分析用低価格機
S 1	2 ~ 200 ml	分析用高級機
G 3	0.1 ~ 10 l	スケールアップ検討用
G 4	10 ~ 100 l	ベンチ装置
G 5	100 ~ 1 m ³	ベンチ装置
G 6 以上	1 m ³ 以上	生産機

旭化成の電気透析装置は、すでに工業プラントで永年の実績と経験を有していますから、スケールアップも安心してお任せください。

G 4 以上は受注生産となります。詳しくは、弊社までご連絡下さい。

旭化成 電気透析脱塩装置 マイクロ・アシライザー G4SK
取扱説明書 第四版

平成7年11月 発行

発行

旭化成工業株式会社
交換膜事業部 透析営業・技術グループ

〒 210 川崎市川崎区夜光 1-3-2
☎ 044-271-2356 FAX 044-271-2314

無断複製・転載を禁止します。

電気透析装置
マイクロアシライザー G 4 S K 仕様

装置名称	装置名称		電気透析装置「マイクロアシライザーG 4 S K」
基本機能	①水溶液からの脱塩及び塩分濃縮 ②ライン洗浄運転（液循環）		
通電面積	0.02 m ² (200. cm ²)		
有効膜面積	1.2 m ² (AC-###-4G60)		
脱塩運転方式	タイマー及び脱塩液の電導度低下による自動停止機能		
ライン洗浄運転	手動操作による（機器操作により、タイマー運転可能）		
終了設定範囲	電導度 0.1~100.0 mS/cm (簡易式電導度計による) タイマー 1 min ~ 99 hr 59 min		
処理能力	9リットル/Hr以上 (AC-220-4G60 カートリッジを用いて1N-NaCl水を95%以上脱塩する場合です。塩分濃度、脱塩率、試料液の性質などで変わります)		
処理対象液	液質：水溶液 温度：5~38°C 粘度：10 cps 以下 比重：1.1 以下 pH：0~13 (膜種により異なります) その他 固形分を含む液は使用できません。 (5 μ以下のフィルターでの滤過液が好ましい)		
接液部材質	塩化ビニル樹脂(棒類・配管) ポリエチレン系樹脂(室棒) ポリプロピレン(ポンプヘッド) ポリスチレン系樹脂(イオン交換膜)		
主要付帯機器	電気透析槽G 4型 循環ポンプ (×3) 流量計 (×2) 圧力計 (×3) 直流電源(60V-12A)		試料液タンク (PVC約10リットル) 塩廃液タンク (PVC約4リットル) 電極液タンク (PVC約4リットル) 簡易電導度計 タイマー
外形寸法	800(W) × 640(D) × 1420(H)		
重量	約100 kg		
電源	単相100 V (50/60Hz) 約15 A		
その他	外部試料液タンクに容易に接続できます。 本装置の運用には別途アシブレックスカートリッジが必要です。		

2. 性能仕様

[2. 1] 処理可能な試料液、塩廃液の条件

- ① 液質=水溶液
- ② 温度=5~38℃
- ③ 粘度=10 c p s 以下
- ④ 比重=1.1以下
- ⑤ pH=0~13 (膜の種類により異なります。)
- ⑥ 固形分を含む液は使用できません。
(5 μmのフィルターでの濾過液相当が望ましい条件です。)

[2. 2] 脱塩能力

- ① AC-220タイプのカートリッジで1N食塩水を95%脱塩する場合の処理能力は次の通りです。

AC-220-4G60(60対) = 9 kg/Hr 以上 (総膜面積=1.2 m²)

- ② 脱塩下限濃度: 食塩水 0.001N (60 ppm)

※ 脱塩能力は、使用する膜の種類、試料液の性状・組成により大きく変動することがあります。

3. 外部電源・配管との接続仕様

[3. 1] 電源配線

電源は単相100V、最大負荷時約13Aです。

[3. 2] 液配管

本装置付属のタンクのみでも運転が可能ですが、外部タンク接続による運転もできます。この場合、若干の配管接続作業が必要です。

- ① 試料液、塩廃液の入口側の取り合い部は、PVCのTS式受け口です（管径15A）。

配管が長い（2m以上）場合にはできるだけ20A以上の配管を用いて下さい。
 - ② 試料液、塩廃液の出口側の取り合い部も、PVCのTS式受け口です。
15A硬質PVC管にて延長下さい。
配管が長い場合は、20A以上に拡張してタンクと接続して下さい。
 - ③ 電極液タンクからは運転条件によっては塩素ガスが発生する場合があります。
タンクのオーバーフロー配管は屋外に延長下さい。
- ※ 電極では水の電気分解が起こりますので、電極液から排気ガスが発生します。
ガスの種類は電極液の組成によりますが、主に酸素と水素です。
発生量は、水素で最大120cc/分で、空気で強制的に希釈していますが、
安全のため、必ず排気管を屋外まで延長してください。
排気管を接続しない状態では使用しないでください。
特に、冷蔵室内などの密閉した場所で、排気管を接続しない状態ではお使い
にならないでください。
- ※ 電気分解の結果、有毒ガスが発生する塩は電極液に使用しないでください。
サンプル中に塩がある場合でも、脱塩により少しずつ電極液に塩が移ります
ので、電極液は定期的に交換してください。
(電極液として塩化ナトリウムを使用しますと、電極液から塩素ガスが発生
しますので、使用しないでください。)

別売品アシプレックス・カートリッジの概略仕様

① 商品名：アシプレックス・カートリッジ A C - # # # - 4 G 6 0

※ 1

※ 1 …膜の種類(110, 220, 230, 120, 210, 130)

② 通電部の面積……0. 0 2 m²

③ 接液部の材質……イオン交換膜：ポリスチレン系

ガスケット：E E A樹脂

保持枠：硬質塩化ビニル

④ 膜の寸法……1 2 6 mm × 3 2 0 mm

⑤ 出荷時の膜の対イオン……カチオン交換膜：ナトリウム, カルシウムイオン

アニオン交換膜：塩素イオン

⑥ 寸法、重量、内部構成等

		6 0 対
外形寸法 (最大部, 単位: mm)	高さ 幅 厚み	3 6 8 1 3 0 1 5 0
重量 (単位: kg)	約 4	
内部構成	カチオン交換膜数 アニオン交換膜数 脱塩室数 廃液室数	6 2 6 0 6 0 6 1
試料液の標準循環流量(%/min)		1 3

ナトリウムエトキシド
Sodium ethoxide

別名	ナトリウムエチラート
化学物質同定データ	分子式: C ₂ H ₅ ONa 構造式: 示性式: C ₂ H ₅ ONa 分子量: 68.06 既存化学物質番号: 2-204 CAS No.: 141-52-6
おもな用途	有機反応用試薬(縮合剤)
一般性状	外観: 白色あるいは薄黄色粉末、無臭 溶解度: 水と反応して分解 メタノール、エタノールに可溶 ベンゼン、トルエンには不溶 比重: 蒸気密度: 蒸気圧: 融点: 分解(260℃) 沸点: 分解
危険性	分類名称: 可燃性固体 発火点: 30~60℃で自然発火することがある。 自然発火性: 花火、裸火により発火することがある。 分解して生じたエタノールが空気と爆発性の混合気体を生じることがある。 ・水と接触すると、水酸化ナトリウムとエタノールに分解して激しく発熱する。 (この反応熱によりエタノールが発火することがある) ・分解で生じる水酸化ナトリウムは皮膚、粘膜を腐食し、眼に入ると失明することがある。
化学反応性	

人体影響	・吸入すると鼻、のど、気管が刺激される。 ・経口摂取とのど、胃などが腐食される。
許容濃度	・日本産業衛生学会、ACGIH、管理濃度のいずれも設定されていない。
応急措置法	吸入: 直ちに患者を毛布などにくるんで安静にさせ、新鮮な空気の場所へ移す。鼻をかませ、うがいをさせる。呼吸困難または呼吸が停止しているときは直ちに人工呼吸を行ない、医師の処置を受ける。 眼: 流水で十分に洗い、医師の手当を受ける。 皮膚: 直ちに汚染された衣服や靴を脱がせ、付着または接触部を水で十分に洗い流す。 誤飲: 多量の水あるいは牛乳を饮ませる。意図的に嘔吐させはいけない。水で口の中を洗わせてもよい。意識のないときは何も与えてはならないし、吐かせようとしてもいけない。速やかに医師の処置を受ける。
緊急措置	火災時: 炭酸ガス、粉末、消化剤、乾燥砂などを使用。 注水禁止。
貯蔵法	
廃棄処理法	少量ずつ水に加えて分解した後、酸で中和して廃棄。
適用法令	消防法: 危険物第2類引火性固体(1000kg) 危規則: 第3条危険物告示別表 第6 可燃性物質類可燃性物質 港湾法: 施行規則第12条危険物(可燃性固体類) 航空法: 施行規則第194条 危険物告示別表 第4 可燃性固体

エタノール
Ethanol

別名	エチルアルコール アルコール 酒精 メチルカルビノール
化学物質同定データ	<p>分子式: C₂H₆O 構造式: 示性式: C₂H₅OH 分子量: 46.07 既存化学物質番号: 2-202 CAS No.: G4-17-5</p> <p>飲料、有機溶剤、エステル、セルロイドやアルカロイドの抽出剤、医薬品原料、消毒、燃料</p>
おもな用途	<p>外観: 無色液体、芳香臭 溶解度: 水に易溶、エタノール、ジエチルエーテル、クロロホルムなどに可溶 比重: 0.79 (20°C) 蒸気密度: 1.59 蒸気圧: 5.9kPa (20°C) 融点: -114.1°C 沸点: 78.3°C</p>
一般性状	<p>分類名称: 引火性液体 発火点: 363°C 引火点: 14°C 爆発範囲: 4.3~19.0vol%</p> <ul style="list-style-type: none"> ・常温で引火性の蒸気を発散し、容易に引火する。 ・蒸気は空気と爆発性の混合ガスを生成する。 (密閉容器内にあるとき、約 13~14°C で爆発性の混合ガスを生じる)
危険性	<ul style="list-style-type: none"> ・通常の使用においては安定。
化学反応性	
人体影響	<ul style="list-style-type: none"> ・皮膚、眼などに対して刺激性がある。 ・飲み込んだり、高濃度の蒸気を吸入すると、頭痛、めまい、嘔吐及び意識喪失を起こすことがある。

許容濃度	<ul style="list-style-type: none"> ・1,000ppm, 1,880mg/m³ (ACGIH) ・日本産業衛生学会、管理濃度は設定されていない。
応急措置法	<p>吸入: 直ちに患者を毛布などにくるんで安静にさせ、新鮮な空気の場所へ移す。呼吸困難または呼吸が停止しているときは直ちに人工呼吸を行なう。</p> <p>眼: 流水で十分に洗い、医師の手当を受ける。</p> <p>皮膚: 直ちに汚染された衣服や靴を脱がせ、付着または接触部を水で十分に洗い流す。</p> <p>誤飲: 多量の水を飲ませて吐かせる。意識のないときは何も与えてはならない。速やかに医師の処置を受ける。</p>
緊急措置	火災時: 粉末、二酸化炭素、乾燥砂、泡などの消火剤を使用。
貯蔵法	<ul style="list-style-type: none"> ・通気性の良い冷暗所に保管。 ・過塩素酸、過酸化ナトリウム、過酸化水素水、クロム酸、硝酸などとは隔離して保管。
廃棄処理法	けいそう土などに吸着させて、焼却炉で焼却処理する。
適用法令	<p>消防法: 危険物第4類アルコール類(水溶性 400l)</p> <p>安衛法: 施行令別表 第1危険物(引火性のもの)</p> <p>危規則: 第3条危険物告示別表 第5引火性液体類</p> <p>港湾法: 施行規則第12条危険物(引火性液体類)</p> <p>航空法: 施行規則第194条 危険物告示別表 第3引火性液体</p>

注1: 許容濃度: 25°C、1気圧における TWA (時間荷重平均値)

注2: ACGIH: American Conference of Governmental Industrial Hygienists の略

イソプロピルアルコール
Isopropyl alcohol

別名	2-プロパノール イソプロパノール ジメチルカルビノール IPA
化学物質同定データ	分子式: C ₃ H ₈ O 構造式: 示性式: (CH ₃) ₂ CHOH 分子量: 60.11 既存化学物質番号: 2-207 CAS No.: 67-63-0
おもな用途	合成アセトンの中間原料、溶剤、脱水剤（デンプン、フィルム、無機薬品など）、消毒剤、抽出液、化粧品の配合剤、ラジエター冷却水の不凍液、医薬品の合成原料。
一般性状	外観: 無色液体、わずかに芳香臭 溶解度: 水に易溶、エタノール、ジエチルエーテル、クロロホルムなどに可溶 比重: 0.79 (20°C) 蒸気密度: 2.07 蒸気圧: 4.3 kPa (20°C) 融点: -88.6~-89.6°C 沸点: 82.4°C
危険性	分類名称: 引火性液体、急性毒性物質 発火点: 455.6°C (密閉)、399°C (開放) 引火点: 11.7°C (密閉)、21°C (開放) 爆発範囲: 2.5~12 vol%、2.0~12.7 vol% (93°C) ・常温で引火し、熱源や炎に触れると爆発する。 ・蒸気は、空気と爆発性混合ガスをつくる。 ・混触危険物質: 塩素酸ナトリウム、過酸化水素などの酸化剤、(H ₂ +Pd)、ホスゲン、アルミニウムなど。
化学反応性	・化学的性質はエチルアルコールに類似。 ・酸化あるいは脱水素によって容易にアセトンに変わる。 ・アルミニウム、鉄、モネル合金を腐食する。 ・ステンレス、銅、ポリエチレンなどは耐久性がある。

人体影響	・蒸気を吸入すると、中枢神経に作用。麻酔性、粘膜刺激性がある。 ・目に入ると角膜を侵し、視力障害を起こすことがある。 ・血圧低下（ショック）、嘔気などの胃腸障害、肝臓障害を引き起こすことがある。 ・エタノールよりやや毒性が強いが中毒の危険性は少ない。
許容濃度	・400ppm、980mg/m ³ (日本産業衛生学会、ACGIH) ・400ppm (管理濃度)
応急措置法	吸入: 新鮮な空气中へ移動し、酸素吸入、人工呼吸をおこなう。救急車を呼ぶ。 眼: 流水で十分に洗い、医師の手当を受ける。 (本物質を扱うときはコンタクトレンズを使用しない) 皮膚: 水でよく洗い、汚染された衣服は取り除く。すぐに医師の手当を受ける。 誤飲: 意識があれば大量の水を飲ませて吐かせ、医師を呼ぶ。
緊急措置	漏洩、飛散時: すべての着火源を消す。砂、土、バキュームライトに吸収させた後、ふきとり、水で洗い流す。蒸気を少なくするため水を散布。爆発の危険性があるので、下水道のような閉鎖した場所に流さないようにする。 火災時: 耐アルコール泡、炭酸ガス、粉末消化器を使用。
貯蔵法	・容器は密栓し冷所に保存。火気厳禁。通風を良くする。 ・すべての酸化剤、熱源、炎、着火源、塩素、エチレンオキシド、硫酸、過酸化水素と隔離して保管。
廃棄処理法	けいそう土に吸着させて、焼却炉で焼却。
適用法令	消防法: 危険物第4類アルコール類水溶性(400) 安衛法: 施行令別表 第1危険物 (引火性のもの) 有機溶剤中毒予防規則第2種有機溶剤 施行令第18条 (名称などを表示すべき有害物) 危規則: 第3条危険物告示別表 第5引火性液体類 港湾法: 施行規則第12条危険物 (引火性液体類) 航空法: 施行規則第194条 危険物告示別表 第3引火性液体

メチルエチルケトン

Methyl ethyl ketone

別名	MEK エチルメチルケトン 2-ブタノン
化学物質同定データ	分子式: C ₄ H ₈ O 構造式: 示性式: CH ₃ COC ₂ H ₅ 分子量: 72.12 既存化学物質番号: 2-542 CAS No.: 78-93-3
おもな用途	ラッカーコ溶剤、硝酸セルロースおよび各種合成樹脂の溶剤、接着剤、塗料剥離剤、洗浄剤、印刷インキ用、人工皮革、潤滑油精製用溶剤、加硫促進剤
一般性状	外観: 無色または淡黄色液体、芳香臭 溶解度: 水に可溶、21.1% (20°C) 比重: 0.8 (20°C) 蒸気密度: 2.5 蒸気圧: 10.5kPa (20°C) 融点: -86.7°C 沸点: 70.6°C
危険性	分類名称: 引火性液体、急性毒性物質 発火点: 515°C 引火点: -7.2°C 爆発範囲: 1.18~11.5vol% <ul style="list-style-type: none"> ・揮発性が大きく、極めて引火しやすい。 ・蒸気は空気より重く、低所に滞留して爆発性混合ガスをつくりやすい。 ・酸化剤（硝酸、過マンガン酸、クロム酸など）と接触すると、激しく反応して発火することがある。 ・混触危険物質: 無水クロム酸、過塩素酸ナトリウム、塩素酸ナトリウム、亜塩素酸ナトリウム、硝酸ナトリウム、硝酸アンモニウム、臭素酸ナトリウム、硝酸、過酸化水素
化学反応性	・ベンゼン、エーテル、アルコールなどの大部分の有機溶剤と混合し、多くの天然および合成樹脂を溶解。

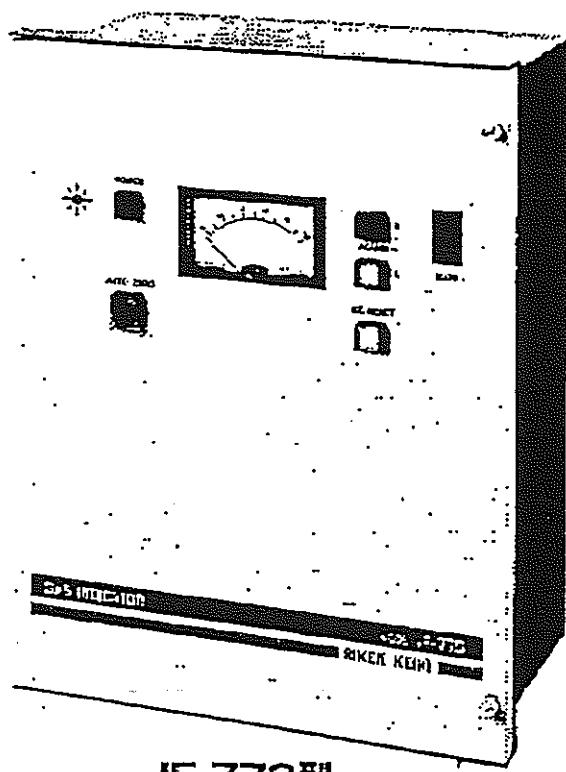
人体影響	・鋼、ステンレス鋼、およびアルミニウムは容器として耐性がある。 • 高濃度で刺激作用と麻酔作用。 • 高濃度暴露により、中枢神経の抑制作用とともに眼、鼻、口腔、咽頭に強い刺激を受ける。また頭痛、めまい、恶心、嘔吐などの症状が認められる。 • 蒸気の体内への経路は経気道の他、経皮的にも吸収される。また皮膚に繰り返し触ると皮膚炎を起こす。 • 13,000~18,000ppm では 4~8 時間で生命危険
許容濃度	• 200ppm, 590mg/m ³ (日本産業衛生学会、ACGIH) • 200ppm (管理濃度)
応急措置法	吸入: 直ちに新鮮な空気の場所に移動し、救急車を呼ぶ。 眼: 流水で十分に洗い、医師の手当を受ける。 皮膚: 水でよく洗い医師の手当を受ける。
緊急措置	火災時: 粉末、炭酸ガス、乾燥砂、泡を消火剤として使用。
貯蔵法	・容器は密栓し冷所に保存。漏れの点検を時々する。 • 火気厳禁。通風を良くする。 • 電気設備は防爆構造のものが良い。 • 酸化剤と隔離して保管。
廃棄方法	・けいそう土などに付着させて、開放型の焼却炉で少しづつ焼却、あるいは焼却炉の火室に噴霧し焼却。 • 排水溝には絶対に流さない。
適用法令	消防法: 危険物第4類 第1石油類(2001) 削剤物: 削物 安衛法: 施行令別表1 危険物（引火性のもの） 有機溶剤中毒予防規則第2種有機溶剤 危規則: 第3条危険物告示別表 第5引火性液体類 港湾法: 施行規則第12条危険物（引火性液体類） 航空法: 施行規則第194条 危険物告示別表 第3引火性液体

世界に誇る最新のオプトエレクトロニクス製品

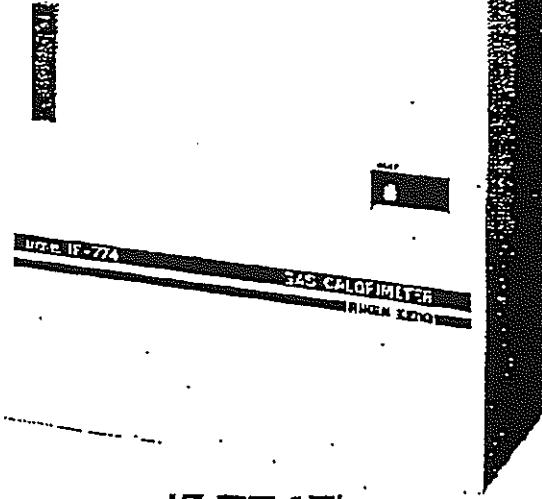
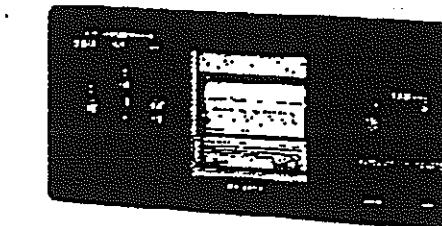
ガス濃度測定器 IF-770型

光波干渉式

ガロリーメーター IF-774型



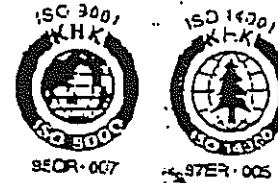
IF-770型



IF-774型

主な用途 普報機能付

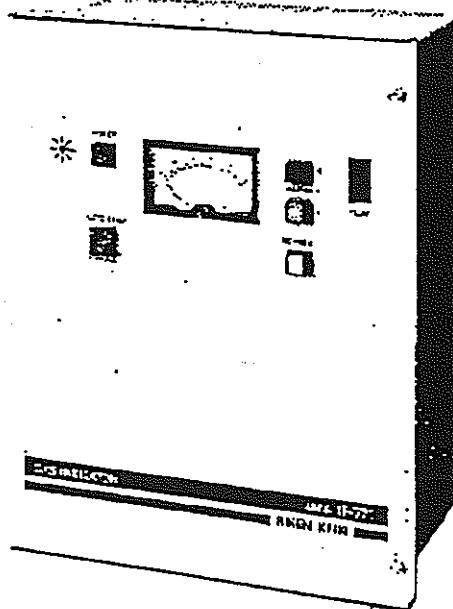
- 煙蒸用ガスの連続濃度測定
- 空気中の各種ガスの連続濃度測定
- 天然ガス、LPGの熱量測定
- 医療用麻酔ガス濃度の測定
- 不活性ガス（N₂、CO₂等）中の可燃性ガス濃度測定
- 半導体製造工程でのH₂濃度管理及び爆発防止
- 溶剤ペーパーの連続濃度管理に



理研計器

IF-770型 ガス濃度測定器

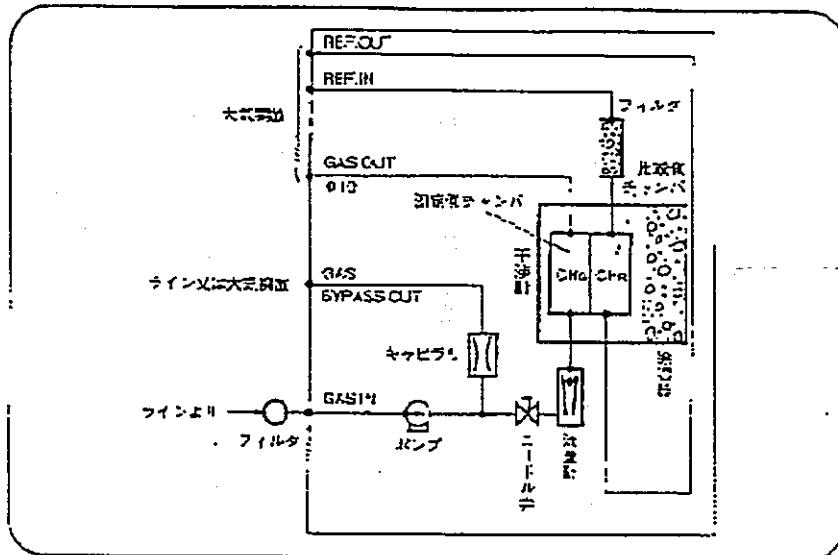
本製品は、当社が60年間蓄積した光学技術と、エンクトロニクス技術を組合せて開発されたものであり、各種ガス濃度を連続的かつ広範囲にわたり測定する事が出来るので、いろいろな用途に応じた御使用が出来ます。



- 原理的にあらゆるガスの濃度を測定出来ます。
- 測定レンジを広い範囲で選択出来ます。
- スイッチ1つでゼロおよびスパン自動校正を行います。（校正ガス不要）
- 測定部の温度をマイコンで制御しているので長期安定性が抜群です。
- 消耗品がほとんどなく、メンテナンスコストが掛かりません。
- 空気中のガス以外にN₂、H₂、He中等のガスも測定可能です。（特別仕様）

（校正ガスが必要）

■系統図



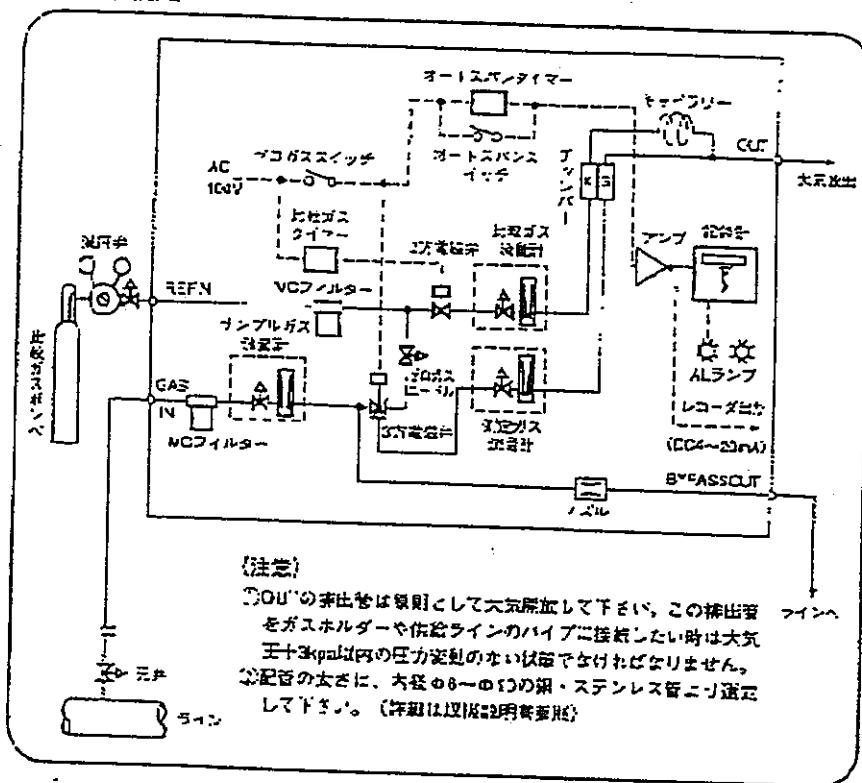
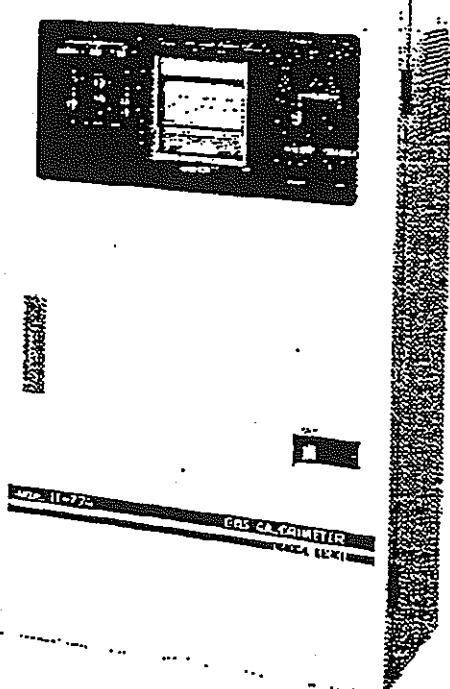
仕 様

型式	IF-770 (一般用)、IF-770SS (特殊材料ガス用、腐食性ガス用、溶剤ペーパー用)
構造	壁掛け型、埋込型
寸法・質量	約350 (W) ×440 (H) ×200 (D) mm 約15kg
電源	AC100V ±10% 50/60Hz 約60VA (ゼロ一測定ガス切替用電磁弁電源は除きます)
使用温度・湿度	5~35°C、80%RH以下
指示精度	フルスケールの±3%以内 (リニア目盛)
繰り返し精度	測定値の±1%以内
ゼロ及びスパンドリフト	フルスケールの±3%以内/Week (周囲温度±10°C、周囲湿度一定条件に於いて)
警報精度	フルスケールの±2%以内
遅れ時間	30分~1時間 (周囲温度15°C内で) 暖機中は電源ランプ点滅
応答速度	T _r =10sec以内、T ₉₀ =20sec以内、T ₁₀₀ =30sec以内 (IF-770C、GAS INより)
ガス濃度警報	ランプ表示1段目: Lランプ (オレンジ) フリッカ 自己保持、リセット操作後連続点灯自動復帰 ランプ表示2段目: Hランプ (赤) フリッカ 自己保持、リセット操作後連続点灯自動復帰 ブザー: 1段目、及び2段目で連続動作、自己保持、リセット操作後停止
トラブル表示	故障表示: 検知部光源断続、恒温槽温度異常にて電源ランプ点滅及び外部出力0mA
外部警報接点	ガス警報 1段目 (L): C接点自己保持、2段目 (H): C接点自己保持、ブザー接点: C接点 自己保持 接点容量 60W、125VA (抵抗負荷)
記録計出力	DC4~20mA (リニア) 負荷抵抗300Ω
ゼロ・スパン校正	オートゼロ・スパン校正機能付 (校正ガス不要) オートゼロ・スパンは遠隔操作も可能
測定ガス及び測定範囲	別表 (各種ガスの測定範囲) を御参照下さい。

IF-774型 連続ガスカロリーメーター

●天然ガス、LPG等の熱量が連続測定出来ます。

■配管系統図



仕様

型式	IF-774 (P) (指示・記録式) / IF-774 (M) (メーターリレー式)		
測定ガス	プロパン+空気、天然ガス、その他(仕様と異なったガス組成の測定不可)		
ガス組成	「-C ₄ H ₁₀ 、i-C ₄ H ₁₀ 等混合ガス+空気」		
測定範囲	50~75MJ/m ³ (任意単指定可)		
構造	壁掛型、埋込型		
寸法・質量	500 (W) × 800 (H) × 270 (D) mm 重44kg		
電源	AC100V±10V 50/60Hz 80VA		
使用温度・湿度	5~35°C 80%RH以下		
目盛	直線三盛 (H・L2点警報点可変)		
指示精度	フルスケール (幅) の±3%以内 (大気圧101.3±4kpa、大気圧補正および温湿度補正付)		
繰り返し精度	フルスケール (幅) の±1%以内		
ゼロ及びバンドリフト	フルスケール (幅) の±3%以内/WEEK (温度一定、設定時の周囲温±10°C)		
警報精度	フルスケール (幅) の±2%以内		
応答速度	(F-774、GAS・INより)、(注) T ₀ =10sec以内 T ₉₀ =15sec以内 (TDを含む) T ₁₀₀ =25sec以内 (TDを含む)	干涉計 GAS倒流量 200ml/min	(注) ; T ₀ : ディドタイム、指針が動き始めるまでの時間 T ₉₀ : 平衡状態の指示 (100%) の90%までかかる時間 T ₁₀₀ : 平衡状態の指示 (100%) までの時間
警報表示	(LOW-緑、HIGH-赤) ランプ及びブザー (外部警報接点・トラブルの表示はIF-770に同じ)		
警報接点容量	60W、125VA (抵抗負荷) 埋込中は電源ランプ点滅		
接機時間	約1時間 (周囲温±15°C以上)		
記録計用出力	DC4~20mA (リニア) 負荷抵抗300Ω		
ゼロ・スパン校正	オートゼロ・スパン校正機能スイッチ付 (一定周波で自動校正)		
耐震性	350ガル (3方向、正弦波)、震度6 (烈震) にても正常動作を保持		
REF.比較ガス	測定燃料ガスカロリー相当の標準ガス (10mlボンベ) および減圧弁付属		

各種ガスの測定範囲

ガス名	別名	分子式	測定範囲KD-FS		ガス名	別名	分子式	測定範囲KD-FS	
			Min.	Max.				IF-TD型	IF-TD型
アセトアルデヒド		CH ₃ CHO	C.26	100	臭化メチル	メチルブロマイド	CH ₃ Br	0.1E	75
亜氯化窒素	一塩化二窒素	N ₂ O	C.60	100	臭化エチル	エチルノロマイド	CH ₃ Br ₂	0.14	84
アセトシジメタルイトン		CH ₃ CO	C.16	53	水素	H ₂	H ₂	0.2E	100
アセチレン		C ₂ H ₂	C.42	100	水素気	H ₂	H ₂	1.5C	7
アリレン	メチルアセチレン	C ₂ H ₃	C.14	69	スマレンモノマー	C ₂ H ₂ - C ₂ H ₃	C ₂ H ₂ - C ₂ H ₃	0.07	21
アンモニア		NH ₃	1.39	100	炭酸ガス	二酸化炭素	CO ₂	0.02	100
アミレン	2-ペンテン	C ₅ H ₁₀	C.10	44	アリクレン	三氯化エチレン	CH ₂ Cl ₂	0.09	18
アクリル酸	アクリライト	CH=CHCOOH	0.15	1.5	ルエン		CH ₃ CH ₂	0.08	7.5
毛皮臭ガス	二硫化ヒオウ	SO ₂	0.33	100	アクリロールエタン	メチルクロロホルム	CH ₂ Cl ₂	0.39	66
アノルアルコール		CH ₂ =CHClOH	0.15	7.8	ニ奥化メタン		CH ₃ Er ₂	0.12	11
アニリン・アミノベンゼン		C ₆ H ₅ NH ₂	0.07	0.2	ニオ化エチレン		CH ₃ Br - CH ₃ Br	0.09	3.7
イソブタン 2-メチルプロパン		(CH ₃) ₂ CH	0.12	56	ニトコトラン		CH ₃ CH ₂ N ₃	0.08	-
イソブチレン イブチレン		(CH ₃) ₂ C=CH ₂	0.12	57	ニオ化窒素		VO ₂	0.60	100
イソブロピュアルコール イソブロボノール		C ₆ H ₅ CH ₃	0.15	13	ノルマルヘキサン		C ₆ H ₆	0.08	36
一氧化炭素		CO	3.03	100	ノルマルブタン		C ₆ H ₆	0.2	56
イソブタノール 第2アノルアルコール		C ₆ H ₅ OH (CH ₃) ₂ CH	0.11	4.1	ノルマルブタノール		CH ₃ (CH ₂) ₃ OH	C.1	24
エタン		C ₂ H ₆	0.23	100	ブタジエン		CH ₂ (CH ₂) ₂ CH ₂	C.1	53
エタノール エチルアルコール		C ₂ H ₅ O	0.22	17	エーテル	CH ₃ OH ₂ - CH=CH ₂	C.12	57	
エチルエーテル		CH ₃ OC ₂ H ₅	0.11	50	ブチレン	CH ₂ -CH-CH ₂	C.19	59	
エチレン		C ₂ H ₄	0.30	100	ブロム	ブロム-1,2-ジクロロブチルオクタン	CCl ₂ F ₂	C.15	72
塩化エチル	クロルエタン	CH ₂ Cl	0.17	78	ブロム	トブロム-1,3-ジクロロブチルオクタン	CCl ₃	C.23	100
塩化エチレン	1-2ジクロルエタン	CH ₂ Cl ₂ - CHCl	0.12	2*	ブロム	4-ブロム-1,4-四フッ化炭素	CF ₂	C.66	100
塩化水素		HCl	0.84	100	ブロム	2-ブロム-1,2-ジクロロブロロメタン	CHCl ₂ F	C.16	74
塩化ビニル	クロルビニラシン	CH ₂ Cl	0.18	38	ブロム	2-ブロム-1,2-ジクロロジフルオロメタン	CHClF ₂	C.24	100
塩化メチル	メチルクロロシ	CH ₃ Cl	0.23	96	ブロム	3-ブロム-1,3-ジクロロトリフルオロエニシン	CCl ₂ -CClF ₂	0.09	41
塩化メチレン	二塩化メタン	CH ₂ Cl ₂	0.16	75	ブロム	3-ブロム-1,3-三塩化メタン	CS ₂	0.19	90
塩素	クロワリン	Cl ₂	0.27	100	ブロム	1,3-ブロム-1,3-三塩化メタン	CH ₂ Cl ₂	0.16	77
オゾン		O ₃	0.57	100	ブロビレン		CH ₃ Cl ₂	0.17	73
ガソリン		-	0.19	+	ヘブタン		CH ₃ (CH ₂) ₂ CH ₂	C.67	12
キシレン	キシロール	CH ₃ (CH ₂) ₂	0.07	2.6	ベンゼン	ベンゾール	CH ₃ H ₂	0.09	23
ギ酸		HCOOH	0.42	11	ベンゼン		CH ₃ H ₂	0.09	44
クロルピクリン		CCl ₃ (NO ₂)	0.09	7.0	ヘリウム		He	0.50	100
クロロホルム	トリクロロエタン	CHCl ₃	0.12	47	オクセゲン	エーポンカラシクロライド	CCl ₃	0.16	72
クロルベンゼン		CH ₂ Cl ₂	0.08	3.3	トルムアルデヒド		HOCH ₂	1.0	100
酢酸		CH ₃ COOH	1.21	4.3	メチルインプロピノケトン	M-1-8-K	CH ₃ O	0.07	2.5
酢酸エテル		C ₂ H ₅ CO ₂	1.19	24	メチルエーテル	ジメチルエーテル	CH ₃ O	0.22	100
酢酸ビニル		C ₂ H ₄ CO ₂	1.12	27	メチルエチルエーテル	M-E-K	CH ₃ COCH ₃	0.12	24
酢酸ブチル		CH ₃ COCH ₂ CH ₂ CH ₂ CH ₃	1.10	3.9	メタノール	メチルメタノール	CH ₃ OH	0.50	32
酢酸メチル		C ₂ H ₅ CO ₂	0.16	52	メタノン		CH ₄	0.87	100
四塩化炭素		CCl ₄	0.36	28	塩化水素	塩化水素、メタフロイド	Pt ₂	0.28	100
シアノ		CN ₂	0.25	100	塩化水素		H ₂ S	0.38	100
シアノ化水素	青酸	H ₂ CN	0.35	100	六溴化イオウ		SF ₆	0.27	100
シアノ化メチル	アセニトノル	C ₂ H ₃ N	0.27	22	LIG (フタ:一例)		-	0.12	57
シクロヘテサン		C ₄ H ₈	0.08	23	ナフサ (一例)		-	0.08	36
臭素		Br ₂	0.1E	51	H-C (一例)		-	0.13	54
臭化水素		Br ₂	0.4C	100	新瓦ガス (一例)		-	3.03	100
					天然ガス (一例)		-	0.87	100

「^上」は実測的最大測定濃度を示す。当該ガスの(40°C)における
燃焼速度が最大燃焼速度とされる。

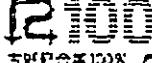
理研計器株式会社

本社営業部 TEL:03-3744 東京都板橋区小豆沢2-7-5
TEL:03-3955-1111 FAX:03-3558-0043

[営業所]

札幌	011-671-3727	FAX:011-5-1-3399	四日市	0593-63-7221	FAX:(0593)63-7527
仙台	022-251-1568	FAX:022-261-1675	金沢	076-284-8211	FAX:(076)284-8212
岡山	080-23-3156	FAX:023-23-3157	大阪	06-550-5371	FAX:(06)355-5377
水戸	029-243-6151	FAX:029-245-5269	神奈川	073-261-3031	FAX:(073)261-0610
三重	0485-48-8711	FAX:0485-48-8717	島根	085-446-2702	FAX:(085)446-5855
茨城	043-248-6551	FAX:043-24-14752	福岡	093-737-3772	FAX:(093)737-3742
千葉	042-326-4711	FAX:042-326-4801	広島	082-875-4151	FAX:(082)875-5030
静岡	041-355-9611	FAX:041-355-8008	山口	083-28-6144	FAX:(083)28-6172
名古屋	052-432-5971	FAX:052-92-6975	福井	092-691-6372	FAX:(092)691-6376
浜松	025-247-0400	FAX:025-247-0092	岐阜	090-042-5522	FAX:(090)042-5557
松江	053-433-7411	FAX:053-433-7414	愛知	0975-56-9221	FAX:(0975)56-9223
名古屋	052-411-3636	FAX:052-411-3632	鹿児島	0995-46-7581	FAX:(0995)46-7583

※本カタログの記載項目は性質向上のため
お断わりなしに変更することがあります。



7.2 気体廃棄物

7.2.1 処理設備

高速炉及び付帯設備から排出される放射性気体廃棄物は、すべて空気浄化用フィルタを含むフィルタバンクを通過し、放射能をモニタされたのち高さ 80 m の主排気筒から放出される。

主要な気体廃棄物処理設備として、以下の装置が設けられる。

ガスコレクションヘッド

ガススクーラ

ガス浄化用フィルタ

ガス圧縮機

魔ガス貯留タンク

数量 3 基

容積 20 m³

圧力 9 kg/cm²

放射能モニタリング機構一式

主排気筒 高さ 80 m

7.2.2 処理経路

1次系アルゴン魔ガスと燃料取扱系魔ガス等は、コレクションヘッドに集められ、魔ガスフィルタを通過した後で、放射能濃度を測定し、規定濃度以下であれば直接主排気筒に送られる。規定濃度以上の場合は、魔ガス圧縮機により魔ガス貯留タンク (Ha 1 または Ha 2) に圧入貯蔵される。魔ガス貯留タンク (Ha 3) は異常状態が発生した場合のため、予備として設置される。

貯留ガス放射能の検査程度は、モニタによる測定あるいはサンプリング機構により試料を採取測定し、規定濃度以下に検査したことを確認してから、魔ガスフィルタを通し主排気筒より大気中に放出される。

なお、各換気系及び原子炉附属建物から主排気筒に導入される排気は、新潟川として用いられる。

第一使用済燃料貯蔵建物及び第二使用済燃料貯蔵建物の排気は、フィルタを通しモニタリングした後、それぞれの建物に設けられた地上高さ約 25 m の排気筒から大気中に放出する。

7.3 放射廃棄物

7.3.1 貯蔵処理設備

本原子炉施設、重水膜界実験装置及び核燃料物質使用施設（燃料材料組合体試験施設、燃料材料試験施設及び固体廃棄物前処理施設）から排出される放射性廃液は、各建物ごとに魔液タンク、魔液ピット等に集められ、輸送ポンプにより廃棄物処理建物の魔液タンクに送られる。またアルコールを含む魔液は、いったんアルコール魔液処理装置でアルコール分を除去した後、原子炉附属建物内の高レベルタンクに送られ液体廃棄物として処理される。主要な貯蔵設備として以下の装置を設ける。

設 置 施 工	貯 藏 設 備
原子炉附属建物	魔液タンク (高レベル) 魔液タンク (低レベル) アルコール魔液タンク 魔液ピット
メンテナンス建物	魔液タンク (高レベル) 魔液タンク (低レベル) 魔液ピット
廃棄物処理建物	魔液タンク (高レベル) 魔液タンク (高レベル) 魔液タンク (低レベル) 魔液調整タンク 魔液移送タンク 魔液貯蔵タンク 逆洗、貯タンク
第一使用済燃料貯蔵建物	魔液タンク (低レベル)
第二使用済燃料貯蔵建物	魔液タンク (低レベル)

各建物に設置される魔液タンクから出る魔ガスは各建物の換気ダクトに導入し、また廃棄物処理建物の魔液タンクから出る魔ガスは排気ダクトに導入し、排気系のフィルタにより処理される。

主な液体廃棄物処理設備は以下のとくである。

蒸発濃縮処理装置 1基 能力 約 600 L/h/基 約 6 時間運転/日
アルコール魔液処理装置 1基 能力 約 300 L/h/基 約 8 時間運転/日

逆洗液タンク及び貯槽液タンク

固化装置

また、液体廃棄物処理設備は、液体状の放射性物質の漏えいの防止及び敷地外への管理されない放出を防止するため、次の各項を考慮した設計とする。

- (1) 処理設備には適切な材料を使用するとともに、タンク水位の検出器、インタロッケ回路等の適切な計測制御設備を設けることにより、漏えいの発生を防止できる設計とする。
- (2) タンク水位、漏えい検知等の警報を投げ、タンク等から漏えいが生じた場合、漏えいを早期に検出し、制御室等に警報を発することができる設計とする。
また、処理設備を投げる建物の床及び壁面は漏えいし難い構造とするとともに、処理設備は独立した区域内に設けるか周辺にせき等を設け、漏えいの拡大防止対策を講じることにより、放射性操作廃棄物が万一、漏えいした場合に、適切に対応できる設計とする。
- (3) 建物外に通じる出入口等にはせき等を設け、建物外への漏えいを防止するとともに、床及び壁面は建物外へ漏えいし難い構造とする。
- (4) 処理設備を投げる建物内部には敷地外に管理されずに排出される排水が流れる排水路を通じる開口部(マンホール等)を設けない設計とする。

1.3.2 処理経路

各建物ごとに設けた廃液タンクあるいは廃液ピットに集められた廃液はその系統別に高レベル及び低レベルに区分して廃棄物処理建物の廃液タンク4基(うち、高レベル2基、低レベル2基)にバイオライン等により輸送される。このタンク内で放射能濃度を測定する。その結果、 α 及び $\beta\gamma$ 放射線の放射能濃度が移送基準を満足すれば、日本原子力研究所大洗研究用廃棄物処理施設へ移送し処理する。 α または $\beta\gamma$ 放射線の放射能濃度が移送基準を超える場合は、移送基準を満足するように廃棄物処理技術を用いて強制処理を行う。

廃棄物処理建物内の廃棄物処理装置から発生した蒸気ドレンは蒸気ドレンピットに送られる。このピット内で放射能濃度を測定する。その結果、規定濃度以下であれば排水密閉ボンド(B)を通じて一般排水管へ放出する。また、規定濃度を超える場合は、廃液タンク(低レベル)に送り処理する。廃棄物処理装置から出る廃液は、貯槽液タンクへ移送し、固化装置を用いて固化し、以後は固形廃棄物として処理する。

第7.2.2段に液体廃棄物処理設備の構造図を示す。

7.4 固体廃棄物

7.4.1 剥離ナトリウム設備

金属性ナトリウムが付着しているか、あるいは付着している恐れのある固体廃棄物を処理するための脱ナトリウム設備をメンテナンス建物ホット区域に設ける。すなわち、金属性廃棄物に対するスチーム洗浄装置、布、紙などの廃棄物を相当期間浸漬できる水槽などを設けて、保管中火災が起こる危険性を防止する。

7.4.2 貯蔵設備

廃棄物処理建物地下部に、固体廃棄物の貯蔵設備を設ける。廃棄物の放射能の程度に応じて、高レベル用、低レベル用の2種類に区分し、適へい機能を有する。
貯蔵設備内部は除染しやすい構造とする。

貯蔵設備の概要を第7.2.3図に示す。なお、貯蔵能力は、

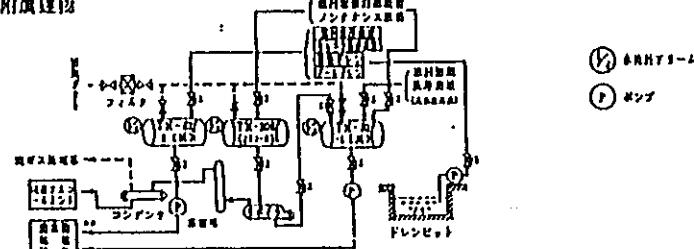
高レベル用貯蔵設備	約 35 m ³
低レベル用貯蔵設備	約 100 m ³

である。

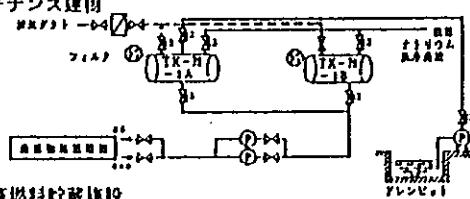
7.4.3 貯蔵経路

固形廃棄物は廃棄物処理建物内貯蔵庫に一時貯蔵する。その後、貯蔵保管等の処理を行うため、日本原子力研究所大洗研究用廃棄物処理施設へ移送する。

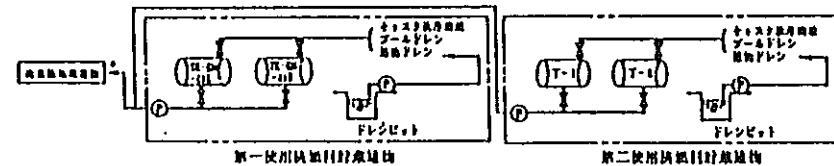
(1) 原子炉附属建物



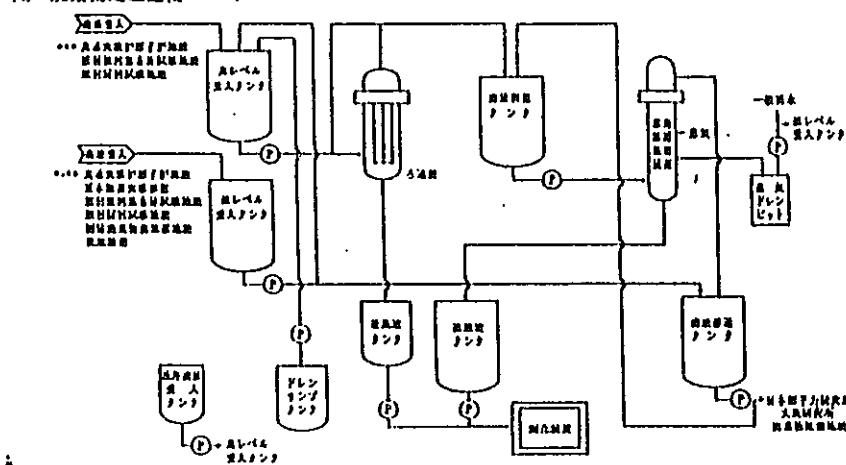
(2) メンテナンス建物



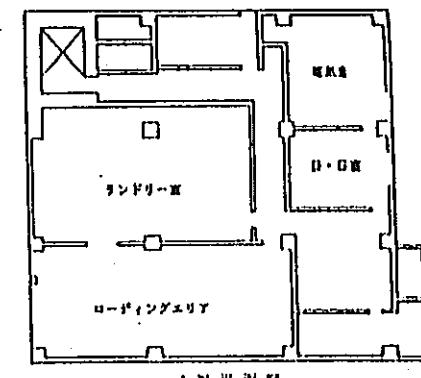
(3) 使用済燃料貯蔵建物



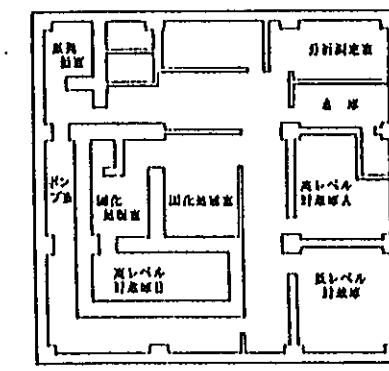
(4) 廃棄物処理建物



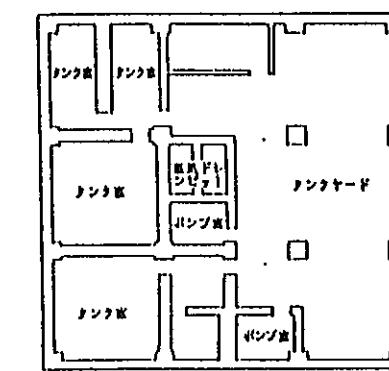
第7.2.2図 液体廃棄物処理系系統図



1階平面図

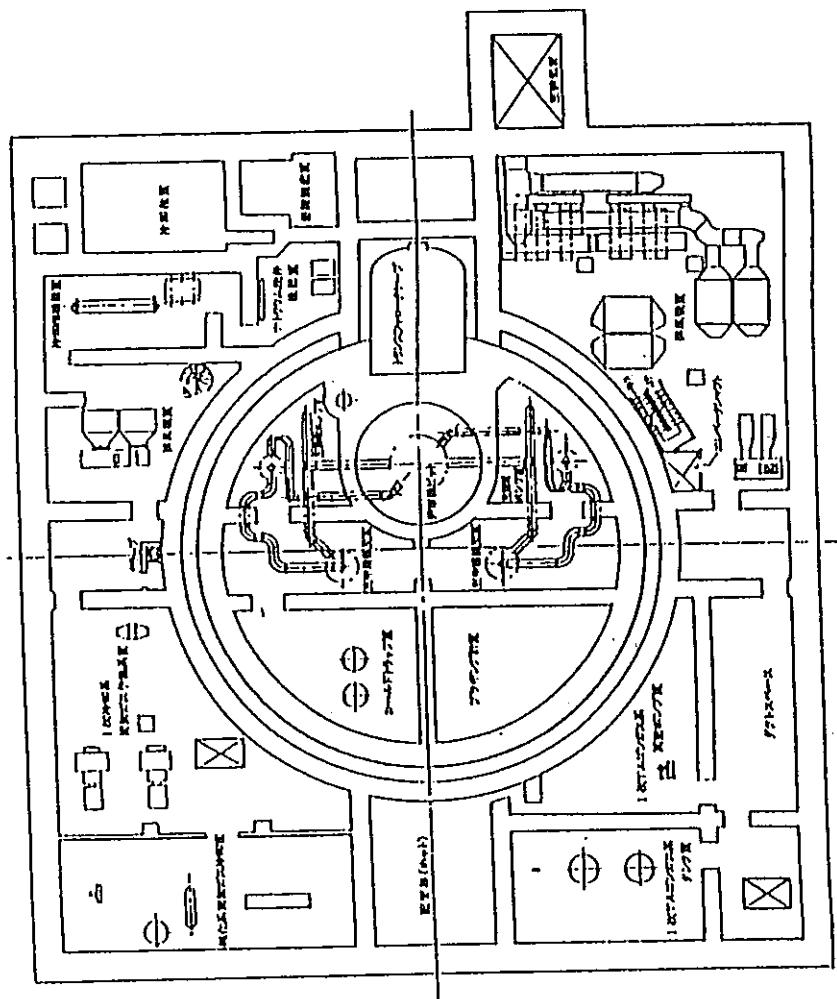


2階平面図

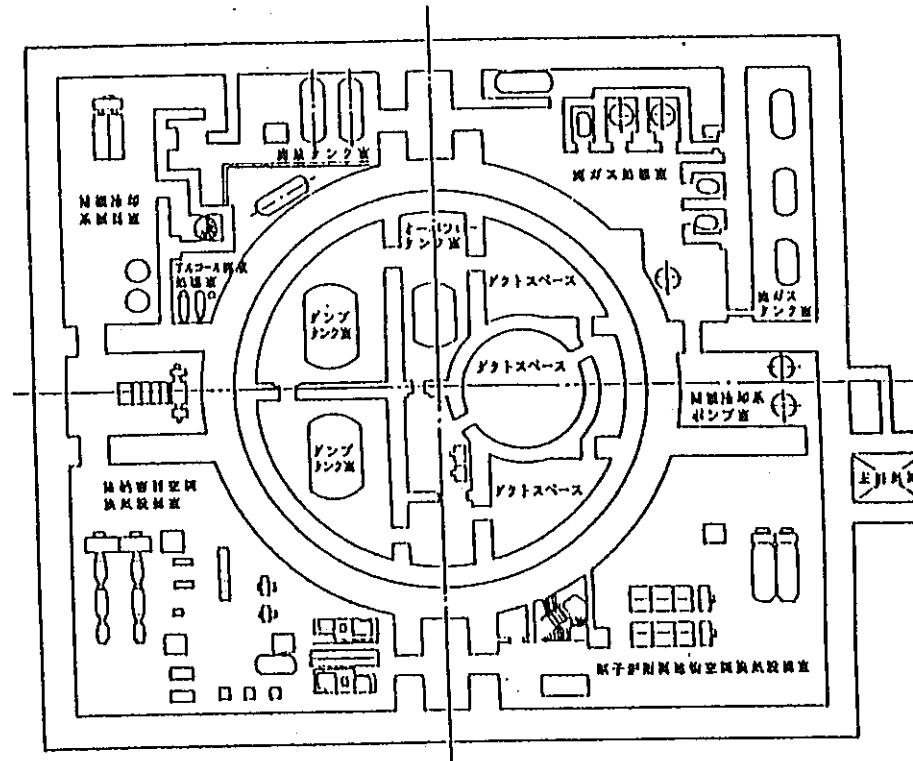


3階平面図

第7.2.3図 廃棄物処理建物



第2.2.6図 原子炉建物平面図(地下2階)



第2.2.7図 原子炉建物平面図(地下2階)

I 放射性廃棄物の廃棄施設

1. 放射性廃棄物の廃棄施設

1.1 放射性廃棄物の廃棄施設の目的

本施設は高速実験炉の諸施設から排出される気体、液体及び固体の放射性廃棄物を廃棄するものである。

1.2 放射性廃棄物の廃棄施設の構成及び今回の申請範囲

放射性廃棄物の廃棄施設は次の各部により構成される。

(1) 廃氣処理設備

(2) 廃液処理設備

(3) 固体廃棄物処理設備

今回の申請範囲は(2)の一部の「アルコール廃液処理装置」に係るものであり、その他の部分については認可済である。

1.3 放射性廃棄物の廃棄施設の概要

放射性廃棄物は、原子炉附属建物地下2階の廃ガス処理室、廃液貯槽室並びに廃棄物処理建物において廃棄処理される。

廃氣は廃ガスタンク室の廃氣処理設備で必要に応じて貯留され減衰を待って排気塔へ放出される。

廃棄物処理建物に格納される固体廃棄物は、日本原子力研究所大洗研究所の廃棄物処理施設に送り、減容保管等の処理を行う。

原子炉建物、原子炉附属建物で発生する廃液及びメンテナンス建物で発生するアルコール廃液は高レベル廃液、低レベル廃液及びアルコール廃液に分離され、原子炉附属建物内（廃液タンク室）の高レベル廃液貯槽、低レベル廃液貯槽、アルコール廃液タンクへ導かれ貯留される。このうち高レベル廃液貯槽及び低レベル廃液貯槽内の廃液は廃棄物処理建物廃液貯槽に移送される。メンテナンス建物や使用済燃料貯蔵施設で発生する廃液は各建物内貯留タンクに貯留された後廃棄物処理建物廃液貯槽に移送され貯留される。

次いで廃棄物処理建物ではフロキシレーション処理、蒸発濃縮処理等を行い、スラッシュ、濃縮液は固化化処理装置でコンクリート固化される。なお廃液の一部は前処理を行った後、日本原子力研究所大洗研究所の廃棄物処理施設に送り処理する。

原子炉附属建物内のアルコール廃液タンクに貯留されたアルコール廃液は、アルコール廃液処理装置により蒸留処理が行われ、アルコール分を取り除いた後同室内の高レベル廃液貯槽に貯留される。アルコール分は、回収され再使用される。

II アルコール廃液処理装置

1. アルコール廃液処理装置の概要

1.1 アルコール廃液処理装置の目的

アルコール廃液処理装置は、高遠実験炉で発生するナトリウム洗浄廃液のうちアルコールを含む廃液を、蒸留操作によりそのアルコールを含む廃液中からアルコールを分離し再使用することを目的とする。

1.2 アルコール廃液処理装置の構成

本装置は以下の機器類により構成される。

- (1) リボイラー
- (2) コンデンサー
- (3) トリムクーラー
- (4) サーフェスコンデンサー
- (5) 岔残液クーラー
- (6) 濃縮水クーラー
- (7) 蒸留塔
- (8) 回収アルコールタンク
- (9) 濃縮水タンク
- (10) エジニクター
- (11) フィルター
- (12) 活性炭フィルター
- (13) ポンプ類
- (14) 配管・弁類
- (15) 電気・計器品類
- (16) 附帯設備
 - (a) 区画壁
 - (b) 換気設備
 - (c) 消火設備（ハロン消火器）

今回の申請範囲は(1)～(16)の全てである。

1.3 アルコール廃液処理装置の概要

本装置は原子炉附属建物地下2階の廃液タンク室に設置される。同室内に設置されているアルコール廃液タンク内のアルコール廃液はナトリウム及び水を含んでおり、

これをアルコール廃液ポンプでリボイラー内に送り込む。この際廃液中の浮遊物はフィルターにより取り除かれる。アルコール廃液処理装置内は発火を防ぐためN₂ガスで置換されている。リボイラー内に送り込まれた廃液は蒸気により加熱され蒸発する。蒸発蒸気は蒸留塔に導かれ、塔内で蒸留され塔上部では高純度アルコール蒸気となる。このアルコール蒸気をコンデンサーにて凝縮し、回収アルコールタンク内に回収する。リボイラー底部の残液は同室内に設置されている高レベル廃液貯槽に窒素ガスにより圧送され高レベル廃液として処理される。通常蒸留塔内はエジェクターにより真空に引かれている。アルコール蒸気中に含まれるN₂ガス等の不凝縮ガスはコンデンサーを出た後トリムクーラーでミストを除去されエジェクターを経てサーフェスコンデンサー活性炭フィルターを通り既設の廃ガス処理系へ送り込まれる。加熱蒸気及びエジェクタ用蒸気の凝縮水は、同室内の低レベル廃液貯槽に窒素ガスにより圧送され低レベル廃液として処理される。コンデンサー、トリムクーラー、サーフェスコンデンサーの冷却水は原子炉附属建物内一般排水ピットへ排水される。回収アルコールは必要に応じて回収アルコールポンプにより既設燃料つかみ部洗浄設備に送られ洗浄用アルコールとして再使用される。

附帯設備として、アルコールの漏洩を考慮し次の設備を設ける。アルコール廃液処理装置及び既設アルコール廃液タンクの設置場所を鉄板の壁で区画し、万一区画室内（以後アルコール廃液処理室と称する）でアルコールが漏洩した場合、アルコール蒸気の拡散を防ぐ。

アルコール廃液処理室には換気設備を設け、漏洩したアルコールの蒸気濃度が爆発下限値を越えない様にする。漏洩したアルコールが引火した場合自動的にハロンガスを放出させる消火設備を設ける。この等室内の換気は自動的に停止する。また可燃性ガス検知器を設けアルコールの漏洩を常時監視する。

アルコール廃液処理装置の配置を図1.3-1に示し、フォーシートを図1.3-2に示す。

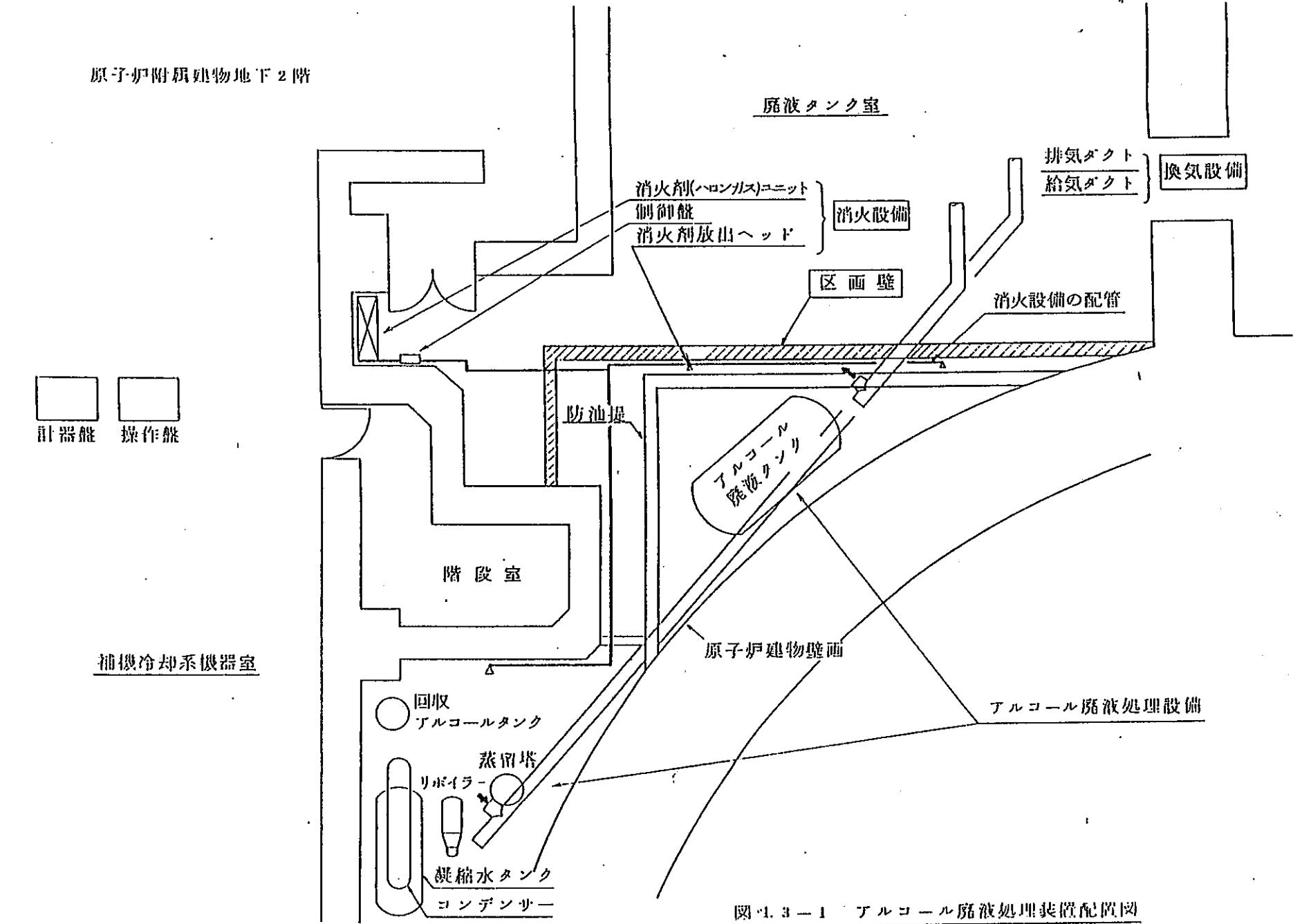


図4.3-1 アルコール廃液処理装置配置図

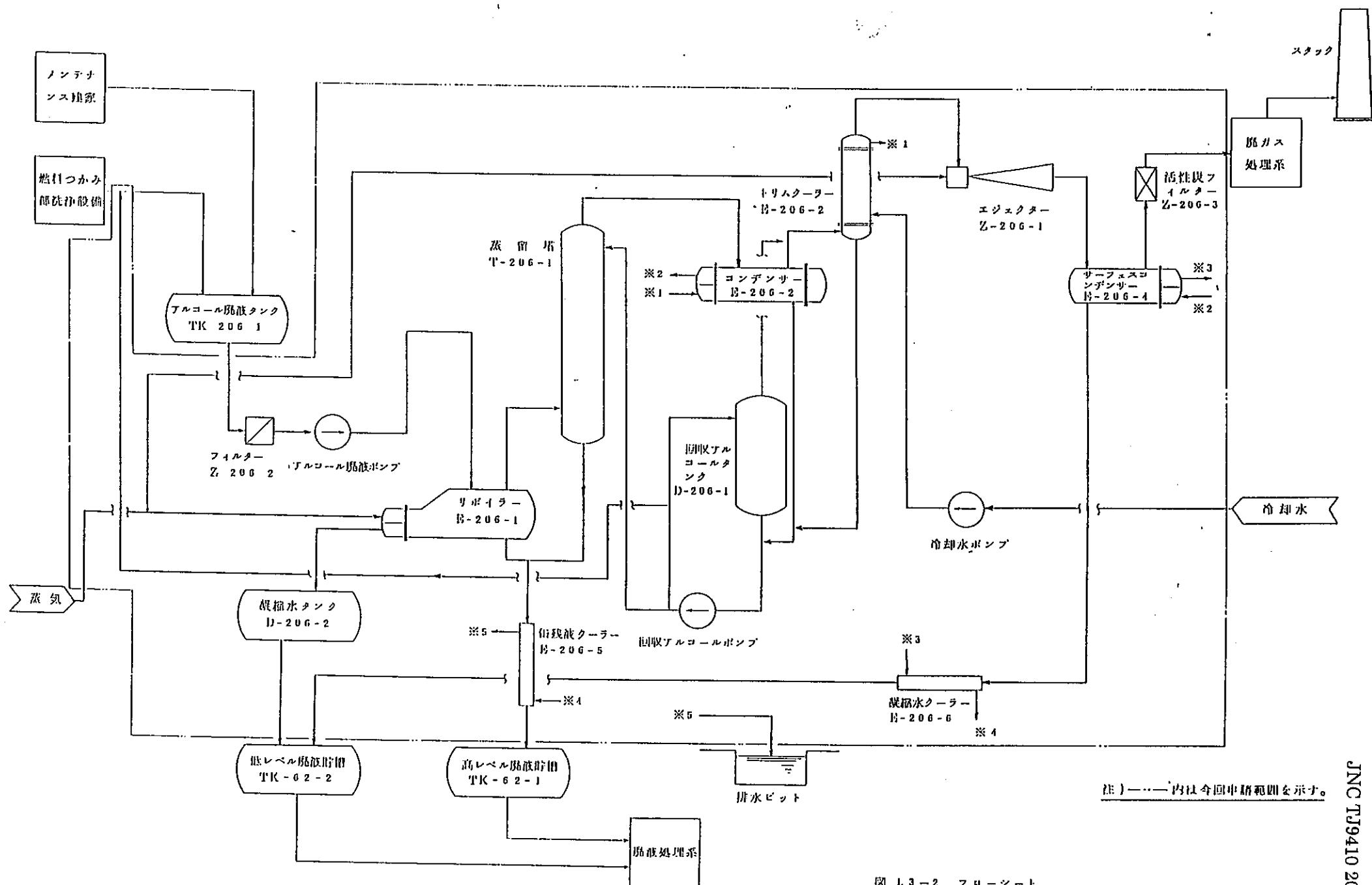


図 1.3-2 フローシート

2 アルコール廻液処理装置の設計

2.1 準拠すべき法令・規格及び基準

以下の法令・規格及び基準に基づき設計を行う。

(1) 昭和32年6月10日法律第166号

「核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律」

(2) 昭和40年6月15日通商産業省令第61号

「電気設備に関する技術基準を定める省令」

(3) 日本工業規格 (JIS)

(4) 日本電気規格調査会標準規格 (JEC)

(5) 日本電機工業会標準規格 (JEM)

(6) 昭和23年7月24日法律第186号

「消防法」

(7) 昭和40年6月15日通商産業省令第62号

「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」

(8) 昭和45年9月3日通商産業省令第81号

「電気工作物の密接に関する技術基準を定める省令」

(9) 昭和45年9月3日通商産業省告示第501号

「発電用原子力設備に関する構造等の技術基準」

(10) 日本建築学会「鋼構造設計基準」

(11) 昭和34年2月24日労働省令第3号

「ボイラー及び圧力容器安全規則」

(12) 昭和34年3月27日労働省告示11号

「圧力容器構造規格」

(13) 昭和25年5月24日法律第201号

「建築基準法」

(14) ASME SECTION III 1977

(15) 日本電気学会電気技術基準調査委員会

「原子力発電所耐震設計技術指針」

2.2 設計仕様

2.2.1 設計条件

(1) 処理方式

水及びナトリウムを含むアルコール廻液を蒸留し、廻液中からアルコールを分離

回収する。回収されたアルコールはNa機器洗浄に再使用される。廃液中のナトリウムはカセイソーダとして蒸留残液中に残る。操作方法は回分(Batch)方式とし、1回の運転を8時間とする。

(2) アルコール廃液処理装置の処理能力

処理能力： 300L/Batch

(3) アルコール廃液の放射性物質濃度及び発生量

放射性物質濃度： $3 \times 10^{-2} \mu\text{Ci}/\text{mL}$

発生量： 約950L/2ヶ月

(4) 回収アルコールの純度及び回収率

回収アルコール純度： 90 Vol %以上

アルコール回収率： 95%以上

ただし、アルコール廃液中のアルコールが83 Vol %～86 Vol %の時に上記純度及び回収率が得られるものとする。

(5) 耐震条件

主要機器及び配管の耐震クラス B

(a) 設計水平震度

建築基準法及び建設省告示1074号に定められる震度Coを1.5倍した建物の水平震度をさらに1.2倍し、これに伝波系数(地盤系数)の1.0を乗じた値 $1.5 \times 1.2 \times 1.0 \times Co$ として求めた値を設計水平震度とする。設計水平震度を表221-1に示す。

表 2.2.1-1

対称機器	Co	設計水平震度
リボイラー	0.20	0.36
コンデンサー	0.20	0.36
トリムクーラー	0.21	0.378
サーフェスコンデンサー	0.20	0.36
缶蒸液クーラー	0.21	0.378
凝縮水クーラー	0.20	0.36
蒸留塔	0.21	0.378
回収アルコールタンク	0.20	0.36
凝縮水タンク	0.20	0.36
フィルター	0.20	0.36
活性炭フィルター	0.20	0.36
プロセス系配管	0.21	0.378

(2) 設計重直震度

考慮しない。

(6) 遮蔽設計条件

アルコール廃液処理装置設置場所である原子炉附属建物地下2階廃液タンク室を放射線量区分C区域とし、装置の中で最も放射能濃度が高くなるリボイラーの、表面より1m離れた場所での空間線量率が32mrem/hr以下となるよう遮蔽設計を行う。またアルコール廃液処理装置遮蔽操作場所である原子炉附属建物地下2階補機冷却系機器室（廃液タンク室隣）の放射線量区分をA区域とし空間線量率が2mrem/hrを越えないよう遮蔽設計を行う。

(7) 温度・圧力条件

主要機器及び主要配管の温度・圧力条件を表2.2.1-2、表2.2.1-3に示す。

表 221-2

機 器 名	温 度 (℃)		压 力 (kg/cm²G)				
	設計温度	運転温度	設計圧力		運転圧力		
			内圧	外圧	内圧	外圧	
リボイラー	胴側	150	65	6.0	1.03	2.5	0.26
	管側	150	133	3.0	1.03	2.0	0.26
	チューブ	150	133	4.03	7.03	2.26	2.5
コンデンサー	胴側	150	50	6.0	1.03	2.5	0.26
	管側	50	36	4.0	—	3.4	—
	チューブ	150	50	5.03	6.0	3.66	—
トリムクーラー	胴側	40	18	4.0	—	3.4	—
	管側	150	45	6.0	1.03	—	0.26
	チューブ	150	45	6.0	5.03	—	3.66
サーフェスコンデンサー	胴側	170	102	6.0	—	0.1	—
	管側	40	18	4.0	—	3.4	—
	チューブ	170	102	4.0	6.0	3.3	0.1
缶残液クーラー	胴側	50	36.5	4.0	—	3.0	—
	管側	80	65	3.0	4.0	2.5	0.5
蒸留水クーラー	胴側	50	36	4.0	—	3.1	—
	管側	170	100	6.0	4.0	0.1	3.0
蒸留塔	150	65	6.0	1.03	—	0.26	
回収アルコールタンク	150	50	6.0	1.03	—	0.26	
蒸留水タンク	150	90	3.0	1.03	2.5	0.26	
フィルター	40	20	3.0	1.03	0.1	—	
活性炭フィルター	170	35	6.0	—	0.1	—	

表 221-3

配管ライン	温 度 (℃)		压 力 (kg/cm ² G)			
	设计温度	运转温度	设计压 力		运 转压 力	
			内 压	外 压	内 压	外 压
既設アルコールタンク →リボイラー	40	20	3.0	1.03	2.5	0.26
リボイラー →蒸留塔	90	65	3.0	1.03	2.5	0.26
蒸留塔 →コンデンサー	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
コンデンサー →トリムクーラー	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
回収アルコールタンク →トリムクーラー	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
コンデンサー →回収アルコールタンク	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
トリムクーラー →回収アルコールタンク	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
回収アルコールタンク →蒸留塔	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
回収アルコールポンプ →回収アルコールタンク	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
回収アルコールポンプ →既設燃料つかみ部洗浄設備	70	50	3.0	1.03	2.5	0.26
蒸留塔 →リボイラー	90	65	3.0	1.03	2.5	0.26
リボイラー →缶残液クーラー	90	65	3.0	1.03	2.5	0.26
トリムクーラー →ニジュクター	40	18	3.0	1.03	2.5	0.26
ニジュクター →サーフェスコンデンサー	150	Max 150	3.0	—	0.1	—
サーフェスコンデンサー →既設廃ガス処理設備	40	35	3.0	—	0.1	—
リボイラー →凝縮水タンク	150	Max 150	3.0	1.03	2.5	0.26
凝縮水タンク →既設低レベルタンク	100	60	3.0	1.03	2.5	0.26
サーフェスコンデンサー →凝縮水クーラー	100	Max 100	3.0	—	0.1	—
凝縮水クーラー →既設低レベルタンク	100	60	3.0	—	0.1	—
缶残液クーラー →既設高レベルタンク	80	60	3.0	—	2.5	—
リボイラー 既設アルコール廃液タンク	70	50	3.0	—	2.5	—
凝縮水タンク ニジュクター	130	100	3.0	1.03	2.5	0.26

(8) インターコック条件

アルコール廻液処理装置運転に関し、誤操作及び事故の発生を防止するために次のインターロックを設ける。

- (a) 運転時においてリボイラー液位異常、蒸留塔圧力異常、冷却水流量異常、還流液流量異常、計装用空気圧力異常、遮断弁作動位置異常及びポンプ異常の場合には操作盤に運転異常の警報を出す機構を設ける。

警報設定値を表 221-4 に示す。

表 221-4

警報条件	設定値
リボイラー液位 「低」	40%
リボイラー液位 「高」	85%
蒸留塔圧力 「高」	280 Torr
冷却水流量 「低」	5 m³/hr
還流液流量 「低」	160 L/hr
計装用空気圧力 「低」	5.0 kg/cm²G
アルコール廻液ポンプ電流 「低」	1.5 A
還流液ポンプ電流 「低」	2.5 A
冷却水ポンプ電流 「低」	2.5 A

- (b) リボイラー液位異常、冷却水流量異常、還流液流量異常及び計装用空気圧力異常について、表 221-5 に示す設定値を越えた場合には運転を停止する機構を設ける。

表 221-5

運転停止条件	設定値
リボイラー液位 「低・低」	30%
リボイラー液位 「高・高」	95%
冷却水流量 「低・低」	4 m³/hr
還流液流量 「低・低」	110 L/hr
計装用空気圧力 「低・低」	4.5 kg/cm²G

- (c) アルコール廻液処理装置設置室内の可燃性ガス（アルコール蒸気）濃度が上昇した場合警報を出す機構を設ける。また運転中であれば運転を停止する。

警報及び運転停止の設定値を表 221-6 に示す。

表 221-6

警報・運転停止条件	設定値
可燃性ガス濃度 「高」	爆発下限値の 20%

- (d) アルコールが漏洩し、火災が発生した場合には、火災感知器で感知し、アルコール露液処理室内換気用給排気ダクトを自動的に閉鎖すると同時に室内に設置された消火設備よりハロンガスを放出させる。
- また運転中に火災が発生した場合、運転を停止する。
- (e) 中央制御室に異常の一括警報、運転中表示、蒸留運転終了表示を出す機構を設ける。
- (f) 計量用空気圧力喪失時、停電時に遮断弁は安全側に作動するようにする。

この時の遮断弁の開閉状態を表221-7に示す。

表221-7

弁番号	開閉状態	弁番号	開閉状態
V-206-1	閉	V-206-12	閉
V-206-2	開	V-206-13	閉
V-206-3	開	V-206-14	閉
V-206-4	開	V-206-15	閉
V-206-5	閉	CV-206-1	閉
V-206-6	閉	CV-206-2	閉
V-206-7	閉	CV-206-3	閉
V-206-8	閉	CV-206-4	閉
V-206-9	開	CV-206-5	閉
V-206-10	閉	CV-206-6	閉
V-206-11	閉	CV-206-7	閉

222 主要部

(1) リボイラー

基數	1基
型式	ケトル型熱交換器
概略寸法	Φ350mm×L1250mm×t6.0mm
主要材質：本体	SUS304
：伝熱管	Ni201

(2) コンデンサー

基數	1基
型式	管型多管式
概略寸法	Φ300mm×L2500mm×t10.3mm
主要材質：本体	SUS304TP
：伝熱管	SUS304TB

(3) トリムクーラー

基 数	1 基
型 式	縦型多管式
板厚寸法	$\phi 100\text{mm} \times H 1500\text{mm} \times t 6.0\text{mm}$
主要材質 : 本体	STPG38
: 伝熱管	SUS304TB

(4) サーフェスコンデンサー

基 数	1 基
型 式	横型多管式
板厚寸法	$\phi 300\text{mm} \times L 1500\text{mm} \times t 10.6\text{mm}$
主要材質 : 本体	SUS304TP
: 伝熱管	SUS304TB

(5) 缶残液クーラー

基 数	1 基
型 式	縦型二重管式
板厚寸法	$\frac{1}{2}B \times 1\frac{1}{2}B \times H 1040\text{mm}$
主要材質 : 本体	STPG38
: 伝熱管	SUS304TP

(6) 混雑水クーラー

基 数	1 基
型 式	横型二重管式
板厚寸法	$\frac{1}{2}B \times 1\frac{1}{2}B \times L 1040\text{mm}$
主要材質 : 本体	STPG38
: 伝熱管	SUS304TP

(7) 蒸留塔

基 数	1 基
型 式	堅円筒型充填式
充填物	カスケードミニリンク
板厚寸法	$\phi 300\text{mm} \times H 2780\text{mm} \times t 10.3\text{mm}$
主要材質	SUS304TP

(8) 回収アルコールタンク

基 数	1 基
-----	-----

型式	堅円筒型
板厚寸法	$\phi 600\text{mm} \times H 1100\text{mm} \times t 5.0\text{mm}$
主要材質	SUS 304
(9) 桶縫水タンク	
基數	1基
型式	横円筒型
板厚寸法	$\phi 700\text{mm} \times L 2000\text{mm} \times t 5.0\text{mm}$
主要材質	SUS 304
(10) エジェクター	
基數	1基
主要材質	SUS 304
操作真空度	175mmHg
(11) フィルター	
基數	1基
型式	堅円筒型 カートリッジ式
板厚寸法	$\phi 150\text{mm} \times H 265\text{mm} \times t 5.0\text{mm}$
主要材質：本体	SUS 304 TP
：エレメント	SUS 316
(12) 活性炭フィルター	
基數	1基
型式	堅円筒型
板厚寸法	$\phi 100\text{mm} \times H 750\text{mm} \times t 4.0\text{mm}$
充填物	活性炭（破碎炭）グラスウール
主要材質	SUS 304
(13) アルコール戻液ポンプ	
基數	1基
型式	横型遠心式 キャンドミーダ
主要材質：ケーシング	SCS 13
：インペラ	SCS 13
空量・揚程	$1.36\text{m}^3/\text{hr} \times 14.5\text{mH}$
電動機	0.75 kW 3相籠形誘導電動機

04 回収アルコールポンプ

基 数 1基
 型 式 横型遠心式キャンドミータ
 主要材質：ケーシング SCS13
 　　：インペラ SCS13
 容量・揚程 1.48m³/hr × 24mH
 電動機 1.5kW 3相籠形誘導電動機

05 冷却水ポンプ

基 数 1基
 型 式 横型遠心式キャンドミータ
 主要材質：ケーシング SCS13
 　　：インペラ FC25
 容量・揚程 6.6m³/hr × 20mH
 電動機 1.5kW 3相籠形誘導電動機

04 配管類

(a) 主要配管

呼び径 (B)	材 質	肉厚mm (Sch)
$\frac{1}{2}$	SUS304TP	2.8 (40)
	STPG38	3.7 (80)
$\frac{3}{4}$	SUS304TP	2.9 (40)
	STPG38	3.9 (80)
1	SUS304TP	3.4 (40)
	STPG38	4.5 (80)
$\frac{1}{2}$	SUS304TP	3.7 (40)
	STPG38	5.1 (80)
2	SUS304TP	3.5 (20s)
3	STPG38	5.5 (40)
4	SUS304TP	4.0 (20s)

(b) 主要弁

弁番号	呼び径(B)	種類	材質
HV-206-1	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-2	$\frac{3}{4}$	ダイヤフラム弁	SCS13
HV-206-3	$\frac{3}{4}$	ボール弁	SCS13
HV-206-4	$\frac{3}{4}$	三形弁	SUS304
HV-206-5	$\frac{1}{2}$	ダイヤフラム弁	SCS13
HV-206-6	$\frac{1}{2}$	ダイヤフラム弁	SCS13
HV-206-7	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-8	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-9	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-10	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-11	1	ボール弁	SCS13
HV-206-12	$1\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-13	$\frac{3}{4}$	三形弁	FCMB35
HV-206-14	1	三形弁	FCMB35
HV-206-15	$\frac{1}{2}$	仕切弁	FCMB35
HV-206-16	$\frac{3}{4}$	ダイヤフラム弁	SCS13
HV-206-17	$\frac{3}{4}$	三形弁	FCMB35
HV-206-18	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-19	$\frac{1}{2}$	仕切弁	FCMB35
HV-206-20	$1\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-21	$1\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-22	$1\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-23	$\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-24	$\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-25	$\frac{1}{2}$	三形弁	FCMB35
HV-206-26	1	三形弁	FCMB35
HV-206-27	1	ボール弁	SCS13
HV-206-28	1	ボール弁	SCS13
HV-206-29	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-30	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
HV-206-31	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13

弁番号	呼び径(B)	種類	材質
V-206-1	$\frac{3}{4}$	ボール弁	SCS13
V-206-2	4	ボール弁	SCS13
V-206-3	$1\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-4	$1\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-5	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-6	$\frac{3}{4}$	ボール弁	SCS13
V-206-7	1	ボール弁	SCS13
V-206-8	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-9	$1\frac{1}{2}$	ボール弁	SCPH2
V-206-10	1	仕切弁	SCPH2
V-206-11	$\frac{3}{4}$	ボール弁	SCS13
V-206-12	1B	ボール弁	SCS13
V-206-13	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-14	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
V-206-15	$\frac{1}{2}$	ボール弁	SCS13
CV-206-1	$1\frac{1}{2}$	仕切弁	SCPH2
CV-206-2	$\frac{3}{4}$	仕切弁	SCS13
CV-206-3	$\frac{3}{4}$	アングル弁	SCS13
CV-206-4	$\frac{3}{4}$	仕切弁	SCPH2
CV-206-5	$\frac{3}{4}$	仕切弁	SCS13
CV-206-6	$\frac{3}{4}$	仕切弁	SCPH2
CV-206-7	1	仕切弁	SCS13
SV-206-1	$1\frac{1}{2} \times 3$	全量式・密閉型	SCPH2
SV-206-2	$\frac{1}{2} \times \frac{3}{4}$	全量式・密閉型	SCPH2

(注) HV: 手動弁

V : 空気作動弁

CV: コントロール弁

SV: 安全弁

(c) その他

エルボ, チーズ, レジューサー, フランジ, ストレーナー, ステームトラップ,
オリフィス, サイトグラス 1式

d) 盤及び計装類

(a) 操作盤, 計装盤

基數	操作盤	1面
	計装盤	1面
型式	自立密閉型	
寸法	操作盤	W700mm×H1800mm×D800mm
	計装盤	W700mm×H1800mm×D800mm

(b) 計装類

流量指示積算計	1式
流量指示調節計	1式
流量指示調節警報計	1式
流量指示警報計	1式
液面指示調節警報計	2式
液面指示警報計	1式
圧力指示調節計	1式
圧力指示警報計	4式
圧力指示計	1式
圧力指示調節警報計	2式
1・2打点式温湿度記録計	1式
液位密度記録計	1式

e) 行帯設備

(a) 画 痕

基 數	1式
材 質	SS41
附 屬 品	防火扉

(b) 排気設備

基 數	1式
型 式	スピイラルダクト
材 質	三鉄板
附 屬 品	ダンバ及びダンバ開閉用モーター

(c) 消火設備

基 数	1 式
型 式	放出口固定全域放出型
構成部品	ハロン容器ユニット
	起動装置
	放出器
	配 管
	制 御 盤
	火災感知器
消火剤充填量	200kg (ハロンガス)
(d) 可燃性ガス検知器	
基 数	3 基
型 式	接触燃焼方法
指示レンジ	爆発下限値の0~100%

2.3 各部の主要材料

アルコール廃液処理装置の材料は最高使用圧力、最高使用温度、耐震性、耐蝕性などの使用条件に対して十分な強度を有する材料を使用する。

詳細は表2.3-1に示す。

第1部 指針類

(参考)

昭和56年7月20日原予力安全委員会決定文

発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針について

当委員会は、昭和56年6月12日付で、原子炉安全基準専門部会から提出のあつた
標記指針に関する報告書について、その内容を検討した結果、別添のとおり、「発電
用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を定める。

従来、当委員会は、発電用原子炉施設の耐震設計に関する安全審査を行うに当たって、昭和53年1月8日の決定に基づき、昭和53年9月29日に原子力委員会が策定した
「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を用いてきたところであるが、今後
は、これに代えて、別添の「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針」を用いる
こととする。

発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針

○発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針

(昭和55年11月6日)
原子力安全委員会決定

一部改訂 平成2年8月30日 原子力安全委員会

I. まえがき

火災に対して設計上考慮すべき内容については、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針」に示されている。

本指針は、上記安全設計審査指針を受け、発電用軽水型原子炉施設の安全機能維持の観点から、火災防護に関して考慮すべき項目をとりまとめたものである。

なお、許可申請の内容が本指針に適合しない場合があつたとしても、それが技術的な改良、進歩等を反映して、本指針が満足される場合と同等の安全性を確保し得ると判断される場合、これを排除しようとするものではない。

II. 用語の定義

本指針及び解説において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- (1) 「火災区域」 耐火壁、隔壁、間隔又は、それらの組合せによつて、他の区域と分離され、火災防護の見地から、1つの単位と考えられる空間をいう。
- (2) 「耐火壁」 床、壁、天井、扉等耐火構造の一部であつて、1時間以上の耐火能力を有するものをいう。
- (3) 「隔壁」 火災の波及を防止するための不燃性構造物をいう。
- (4) 「消防装置」 消火器具、消火栓設備、自動消火設備及び遠隔手動消火設備をいう。
- (5) 「火災検出装置」 火災の発生の検出を行い、警報等を行う設備をいう。
- (6) 「火災荷重」 ある空間内に保持されている可燃性材料の潜在的発熱量をそ

- の空間の火災荷重といふ。
- (7) 「不燃性」 火災により燃焼しない性質をいう。
- (8) 「難燃性」 火災により著しい燃焼をせず、また、加热源を除去した場合にその燃焼能が広がらない性質をいう。
- (9) 「可燃性材料」 不燃性材料以外の材料をいう。

III. 火災防護に関する審査指針

火災により原子炉施設の安全性が損なわれることを防止するためには、安全機能の重要度に応じて、以下の火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の3方策を適切に組合せた設計でなければならない。

1. 火災発生防止

- 1-1 原子炉施設の設計にあたり、その運動時にはもとより故障時に有り火災の発生を防止するための予防措置が講じられていること。
- 1-2 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、実用上可能な限り不燃性又は難燃性材料を使用する設計であること。
- 1-3 原子炉施設内の構築物、系統及び機器は、落雷・地震等の自然事象により火災を生ずることがないよう防護した設計であること。

2. 火災検知及び消火

- 2-1 火災検出装置及び消火装置は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を假定し、早期消火を行える設計であること。
- 2-2 消火装置は、その破損、誤動作又は誤操作によって安全機能を失わない設計であること。
- 2-3 消火装置は、火災と同時に有意に起こると考えられる自然事象によつても、その性能が著しく阻害されることがない設計であること。

3. 火災の影響の軽減

- 3-1 安全機能を有する構築物、系統及び機器を含む区域は、その重要度に応じ、隣接区域の火災による影響も含めて火災の影響の軽減対策が講じられていること。
- 3-2 原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災に対しても、この火災により原子炉に外乱が及び、かつ、安全保護系、原子炉停止系の作動を要求される場合には、単一故障を假定しても、原子炉を高温停止できる設計であること。

と。

低温停止に必要な系統は、原子炉施設内のいかなる場所の想定される火災によつても、その機能を失わない設計であること。

解 説

本指針を適用するに当たつて、運用上の注意事項、解説又は指針を満足するための要求事項を明らかにしておく必要があると考えられるので、解説を以下のとおり掲げる。

なお、要求事項の中には、基本設計の段階においてそれが満足されているか否かを確認することが可能でないものもあるが、それらについては詳細設計以降の段階において確認される必要がある。(例えは、指針1-1の①と②、指針1-2の①～③、指針2-1の①～⑩並びに指針3-1の①～⑨をいり。)

1. 指針全般

本指針は、原子炉施設において火災防護の見地から、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の3方策を組合せて、原子炉施設の安全性を確保する基本的な設計方針を審査する際に、考慮すべき事項を示したものである。

火災発生防止、火災の早期検知・対応の対策を施しても、なお、火災の発生を想定するものではあるが、同一施設内での同時に無関係な複数箇所での火災発生や有様に起ることは考えられない自然現象及び他の異常事象と同時に無関係な火災が発生することは仮定しなくともよい。また、想定する火災の態様は存在する可燃性材料、発火源の種類及び性質を考慮するものとする。

2. 火災発生防止

指針1-1

「干防措置」の具体例としては、着火性又は引火性の液体又は気体を内包する系統の漏洩防止、電気系統の地絡、短絡等に起因する過熱による過熱の防止などが挙げられる。

特に水素に関連した設備には次のような事項を満足することが必要である。

- (1) 水素の供給設備については、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内蔵する火災区域外の隔壁された場所で、かつ、よく換気された場所に設けなければならない。

また、水素を使用する機器、系統では水素の圧力、純度等を監視し、安全上の対策が考慮されなければならない。

- (2) 放射線分解に伴う水素により火災発生の危険性がある場合には、再結合器の

発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針

使用又は適切な換気、或は他の適切な方法によつて火災防護の観点から対策がなされなければならない。バッテリ室で発生する水素については、水素の蓄積を防止するために換気設備を設けなければならぬ。

指針1-2

指針1-2を満足するための設計上の要求事項は次のとおりである。

- ① 使用又は貯蔵している物質の可燃性及び火災により生ずる2次的悪影響の可能性を考慮して、不燃性材料及び難燃性材料の選択と使用を行わなければならぬ。
- ② 安全機能を有する構築物、系統及び機器を設置している区域のうち、手動消火のための接近が出来ない場所で、かつ遠隔消火装置がない場合には可燃性材料の集積を行わないよう設計上の配慮をしなければならない。
- ③ 火災区域内で油のような可燃性材料を使用する場合には、火災区域内貯蔵庫は運搬車の要求に見合う最低限とし、多量の可燃性材料の供給設備は、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内蔵する火災区域外に設けなければならない。
- また、防火対策や乾式又は不燃性油の使用等を考慮しなければならない。

指針1-3

「落雷・地震等の自然現象により火災を生ずることがないより防護した設計」とは、安全機能を有する構築物、系統及び機器を内蔵した建家又は区域には、避雷設備を設けること、安全機能を有する構築物、系統及び機器に適切な耐震設計を行うこと等を意味する。

3. 火災検知及び消火

指針2-1

「悪影響を限定し」とは、想定火災の影響の範囲の拡大を防止し、指針3-2の要求が満足されるとともに、放射性物質の制御されない放出を防止することをいり。

「早期消火を行える設計」とは、次の事項を考慮した設計を意味する。

- ① 火災検出装置は、各火災区域における火災の影響及び性質並びに放射線、温度、湿度、空気流等の環境条件を考慮したものでなければならない。
- ② 火災検出装置は、常用電源が喪失した場合でも機能を失つてはならない。
- ③ 火災検出装置は原則として個室等で適切に監視できるようになつていなけ

ねばならない。

- (4) 火災検出装置は、必要に応じスプリンクラ、換気設備及び防火ダンバ等を制御、作動させねばならない。
- (5) 消火用水供給系の水源は信頼性のあるものであり、かつ十分な容積を持つものでなければならない。
- (6) 消火用水供給系は、必要とする量の消火用水を供給できるように設計しなければならない。同供給系の主配管をサービス水系または水道水系の配管と共用する場合は、同供給系の信頼度の低下をきたさないよう配慮されなければならない。

また、消防ポンプ系は多用途又は多様性をもたせ、かつ、故障時の警報を制御室で示さなければならぬ。

さらに、消防ポンプ系は、常用電源が喪失した場合でも機能を失つてはならない。

- (7) 消火栓は全ての火災区域の消防活動に対処できるよう配置しなければならない。

- (8) 電気ケーブルが密集し、かつ、人が容易に接近できない区域に消防装置を設置する場合には、水スプリンクラ系を用いなければならない。

ただし、密閉された区域で、ガススプリンクラ系の効果が期待できる場合には、ガススプリンクラ系を用いてよい。

- (9) ガススプリンクラ系を採用する場合には、系の作動時に立入者の安全をかかるために早期に警報を発生させなければならない。

- (10) 水スプリンクラ系及びガススプリンクラ系を採用する場合には、安全機能を有する構築物、系統及び機器がその散布により安全機能を著しく阻害されないようにしなければならない。

また、汚染の可能性のある水のプラント外への流出を防止しなければならない。

指針2-3

「火災と同時に有意に起こると考えられる自然事象」とは、火災と一緒に発生する確率が有意である地震等の独立事象をいう。

「その性能が著しく阻害される」とは、想定火災に対処する消防能力が喪失することをいう。

4. 火災の影響の軽減

指針3-1

「その重要度」とは、原子炉の停止及び除熱の観点からの安全上の重要度をいう。

「火災の影響の軽減対策」とは、次のような事項を考慮した設計を意味する。

- ① 安全機能を有する構築物、系統及び機器を含む区域のうち、火災の影響を受けるおそれのある所では、適切な区画により火災区域を設定しなければならない。
- ② 各火災区域について、③に述べるより耐火壁によつて隣接区域間の延焼防止を行ひか、若しくは、④に述べるより耐火壁、隔壁、間隔及び消火装置の組合せによつて隣接区域間及び火災区域内の延焼防止を行うことにより、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する火災の影響を軽減し、指針3-2に述べた要求を満足しなければならない。ただし、制御室以外では可搬型消火器の効果を期待してはならない。
- ③ 火災の影響を軽減するために耐火壁のみを期待する火災区域では、火災区域の中又は周辺の可燃性材料の種類及び量から算定した火災荷重に基づいて必要な耐火壁能力を決定しなければならない。
- この場合にも原則として消火装置を設けることが好ましい。消火装置を設ける場合には、実験的に明らかにされれば消火装置の効果を見込んで難燃性ケーブル及び延焼防止剤を塗布したケーブルの火災荷重を評価してよい。
- ④ 火災の影響を軽減するため耐火壁、隔壁、間隔及び消火装置の組合せを利用する火災区域では、これらの効果を評価しなければならない。この評価は、火災区域の中及び周辺の可燃性材料の種類、量及び配置を考慮して妥当と認められる手法又は火災事故・実験に基づく適切なデータを用いて行わなければならぬ。
- ⑤ 上記③及び④の評価に当たつては、消火装置の単一故障を仮定するとともに熱、煙、流出流体等の影響や断線、爆発等の2次効果を十分考慮しなければならない。
- なお、これらの評価に用いた条件は、原子炉施設の運転管理にあたつて遵守される必要がある。

- (6) 換気系は、他の火災区域の火、熱、又は煙が安全機能を有する構築物、系統及び機器の存在する火災区域に悪影響を及ぼさないようにしなければならない。また、これに係わるフィルタを火災の延焼から防護するために適切な方法を用いなければならない。
- (7) 電気ケーブルや引火性液体の密集区域及び制御室のような通常運転員が駐在する区域では火災によって発生する煙を処理できるような設計をしなければならない。
- (8) 火災区域内又はその近傍で起る火災に関連した爆発の潜在的可能性は実行可能な限り排除しなければならない。
- (9) 原子炉施設近傍には可燃性材料の丘を少なくし、また、外部で発生した火災による熱、煙により必要な安全機能が損なわれることのないよう設計をしなければならない。

指針3-2

「想定される火災」とは、原子炉施設の設計の妥当性を評価する観点から、安全評価上考慮すべき頻度で発生する火災、例えは油等の引火性材料の火災、又は、電気機器及び電気ケーブルの電気火災等をいう。

「单一故障を仮定」とは、想定される火災により出力運転中の原子炉に外乱が及び、原子炉を速やかに停止し、かつ、停止状態を維持する必要が生じた場合、高温停止のため新たに作動が要求される安全保護系、原子炉停止系の機器に動作的单一故障を仮定することを要求するものであつて、作動状態に変更がない当該系統の機器の单一故障を仮定することを要求するものではない。例えば、作動状態にあるポンプの機能喪失は仮定しなくともよい。

「高温停止できる」とは、想定される火災の原子炉への影響を考慮して、高温停止状態の達成に必要な系統及び機器がその機能を果たすことができるこことをいう。

(参考)

昭和55年1月6日付け原子力安全委員会決定文

発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針について

当委員会は、昭和55年10月14日付で原子力安全基準専門部会から「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」について報告を受けた。

当委員会は、同報告書の内容を検討した結果、次のとおり「発電用軽水型原子炉施設の火災防護に関する審査指針」を定める。

なお、本指針については、今後の知見の増大に応じ、適宜見直しを行うものとする。

「発電用軽水炉型原子炉施設に関する安全設計審査指針より」

JNC-TJ9410-2000-002
添付資料-7

第1部 指針類

- (1) 「多様性」とは、同一の機能を有する異なる性質の系統又は機器が二つ以上あることをいう。
- (2) 「独立性」とは、二つ以上の系統又は機器が設計上考慮する環境条件及び運転状態において、共通要因又は從属要因によって、同時にその機能が阻害されないことをいう。
- (3) 「燃料の許容設計限界」とは、原子炉の設計と関連して、燃料の損傷が安全上許容される程度であり、かつ、堆積して原子炉の運転をすることができる限界をいう。

IV. 原子炉施設全般

指針1. 準拠規格及び基準

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、設計、材料の選定、製作及び検査について、それらが果たすべき安全機能の重要度を考慮して適切と認められる規格及び基準によるものであること。

指針2. 自然現象に対する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度及び地盤によって機能の喪失を起こした場合の安全上の影響を考慮して、耐震設計上の区分がなされたとともに、適切と考えられる設計用地盤力に十分耐えられる設計であること。
2. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、地盤以外の想定される自然現象によって原子炉施設の安全性が損なわれない設計であること。重要度の特に高い安全機能を有する構築物、系統及び機器は、予想される自然現象のうち最も貴重と考えられる条件、又は自然力に事故荷重を適切に組み合せた場合を考慮した設計であること。

指針3. 外部人為事象に対する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、想定される外部人為事象によって、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること。
2. 原子炉施設は、安全機能を有する構築物、系統及び機器に対する第三者の不法な接近等に対し、これを防御するため、適切な措置を講じた設計であること。

福井用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針

指針4. 内部発生飛来物に対する設計上の考慮

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、原子炉施設内部で発生が想定される飛来物に対し、原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること。

指針5. 火災に対する設計上の考慮

原子炉施設は、火災発生防止、火災検知及び消火並びに火災の影響の軽減の3方策を適切に組み合わせて、火災により原子炉施設の安全性を損なうことのない設計であること。

指針6. 環境条件に対する設計上の考慮

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能が期待されているすべての環境条件に適合できる設計であること。

指針7. 共用に関する設計上の考慮

安全機能を有する構築物、系統及び機器が2基以上の原子炉施設間で共用される場合には、原子炉の安全性を損なうことのない設計であること。

指針8. 運転員操作に対する設計上の考慮

原子炉施設は、運転員の誤操作を防止するための適切な措置を講じた設計であること。

指針9. 信頼性に関する設計上の考慮

1. 安全機能を有する構築物、系統及び機器は、その安全機能の重要度に応じて、十分に高い信頼性を確保し、かつ、維持し得る設計であること。
2. 重要度の特に高い安全機能を有する系統については、その構造、動作原理、果たすべき安全機能の性質等を考慮して、多面性又は多様性及び独立性を備えた設計であること。
3. 前項の系統は、その系統を構成する機器の单一故障の仮定に加え、外部電源が利用できない場合においても、その系統の安全機能が達成できる設計であること。

指針10. 試験可能性に関する設計上の考慮

安全機能を有する構築物、系統及び機器は、それらの健全性及び能力を確認するために、その安全機能の重要度に応じ、適切な方法により、原子炉の運転中又は停止中に試験又は検査ができる設計であること。

○高速増殖炉の安全性の評価の考え方

[昭和55年11月6日]
〔原子力安全委員会決定〕

〔平成元年3月27日 原子力安全委員会
平成2年8月30日 原子力安全委員会〕

1. まえがき

本専門部会は、高速増殖炉原子力施設の安全性を評価する際の基本的考え方について調査審議を行った。

この調査審議に当たっては、高速実験炉「當陽」の経験を踏まえるとともに、諸外国における高速増殖炉の安全性評価の考え方を参考とし、また、当面、安全性評価の対象として考えられる液体金剛冷却高速増殖炉として現在計画中の高速増殖炉原型炉「もんじゅ」を急頭において検討を行った。

しかしながら、高速増殖炉は、現在、研究開発段階にある分野であり、安全性評価の実績も少く、安全性の評価の考え方について本報告においては概説的に記述するにとどまつており、今後の安全審査等の積重ねにより安全性の評価の考え方及び方法についてより一層具体化・詳細化を行い、その確立を図る必要がある。

なお、本専門部会において、現在、別途調査審議が進められている各種指針については、今後具体的な書面に当たつて、その調査審議結果を十分に参考すべきである。

2. 検討結果

(1) 液体金剛冷却高速増殖炉(以下「LMFBR」という。)は、①原子炉冷却系は低圧、高溫の使用条件で設計されているが、冷却材であるナトリウムの沸点が高いので冷却材最高使用温度が沸騰温度より十分低い。②燃料にプルトニウム-ウラン混合酸化物を使用し、高速中性子による反応を生体とした増殖可能な炉心であつて、出力密度及び熱強度が高い。③プラントとしてみた場合には、原子炉冷却系と蒸気系の間に中间冷却系を有し、また、ナトリウム波面上にはカバーガス系を有している等、軽水型原子炉と異なる多くの特徴を有している。

従つて安全性の評価に当たつては、これらの特徴を十分踏まえて原子炉施設の位置、構造及び設備が損害の防止上支障がないものであることを評価する必要がある。

高速増殖炉の安全性の評価の考え方

(2) 我が国におけるLMFBRの運転までの経験としては、高速実験炉「當陽」があるが、LMFBRの開発は、我が国の自主技術によるプロジェクトとして国際協力も行いながら広範な関連研究開発が進められており、これら研究開発及び建設、運転を通じて多くのデータ、解析手法の使用経験等が蓄積されてある。

安全性の評価に当たつては、これまでのデータ、解析手法等の実績について、十分考慮するとともに適切な余裕を見込んで評価する必要がある。

(3) LMFBRの安全性の評価に当たつて、既存の各種安全審査指針との関係は次のとおりである。

- ① 原子力安全委員会が決定した安全審査指針のうち、次のものについては、LMFBRにそのまま適用されるものである。
 - ① 「原子力立地審査指針及びその適用に関する判断のめやすについて」
 - ② 「プルトニウムに関するめやす線量にハーベ」
 - ③ 「発電用原子力施設の安全評価に関する指針にハーベ」
- ② また、発電用軽水型原子力施設を対象とした次の指針についても、これらを参考とすべきと考えるが、この場合、特にLMFBRに特徴的な面に関しては別紙にその考え方を示した。
 - ① 「発電用軽水型原子炉が施設に関する安全設計審査指針について」
 - ② 「発電用軽水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針について」
 - ③ 「発電用軽水型原子炉施設に関する耐震設計審査指針について」
- ③ 更に、LMFBR原子炉施設からの通常運転時ににおける環境への放射性物質の放出量については、周辺公衆の線量当量が法令に定める周辺監視区域外の線量当量限度を下回ることのみならず、合理的に達成できる限り低く保つよう設計上の対策を講すべきであり、線量評価及び環境への放射性物質の測定方法については、発電用軽水型原子炉施設を対象とした次の指針を参考にしうると考える。
 - ① 「発電用軽水型原子炉施設周辺の線量目標値に対する評価指針にハーベ」
 - ② 「発電用軽水型原子炉施設における放出放射性物質の測定に関する指針について」

(別・紙)

液体金属冷却高速増殖炉(LMFBR)の安全設計と安全評価について

1. LMFBR の安全設計について

LMFBR の安全設計については、「発電用軽水型原子炉施設に関する安全設計審査指針について」及び「発電用原子炉施設に関する耐震設計審査指針について」を参考とし、LMFBR 特有の設計上の特徴に鑑み以下のような点について十分検討を行い、系統及び機器の故障並びに異常の発生を極力小さくするとともに、万一の事故の発生に際し、その拡大を防止し放射性物質の放出を抑制することについて十分に配慮したものとすることが必要である。

(1) 原心

LMFBR の原心は高速中性子を利用し、増殖を目的としたものであつて、原心の中性子束密度、出力密度及び燃料燃焼度が高く、また、このため材料の受ける放射線照射量が大きいことを考慮した設計が必要であること。

反応度の観点からは原心の余剰反応度及び燃焼に伴う反応度変化は小さいが、ナトリウムボイド反応度が原心中心領域で正となりうることに配慮した設計が必要であること。

(2) 燃 料

燃料要素は高温ナトリウム中に使用され、かつ、燃焼度が高いため燃料被覆管の内圧によるクリープ効果及びスエリング効果を考慮した設計が必要であること。

核的熱的特性については、燃料集合体の変形を考慮し、また、流路閉塞を防止する設計が必要であること。

(3) ナトリウム

原子炉冷却材として使用されるナトリウムは、沸点が高く、そのため低圧でサブクール度が大きい冷却系の設計が可能であり、熱伝達特性が優れているが、ナトリウムが化学的に活性であるためナトリウム火災対策及びナトリウム液面上のカバーガスの不活性化等を考慮した設計が必要であること。また、ナトリウムと材料の共存性(腐食や質量移行)について配慮し、ナトリウムの凝固、ナトリウムの不透明性及びナトリウムの放射化に関する考慮が必要であること。

(4) ナトリウムボイド

高速増殖炉の安全性の評価の考え方

ナトリウムボイド反応度の影響を考慮して、ナトリウムの沸騰とカバーガス巻き込みの抑制を図ることが必要であること。

(5) 原子炉停止系

原子炉停止系は制御棒により構成されるが、且つに独立な複数の系統により原子炉を確実に停止できるよう信頼性の高い設計が必要であること。

(6) 原子炉冷却材バウンダリ及びカバーガス等のバウンダリ

原子炉冷却材バウンダリは、冷却材の漏洩又はバウンダリの破損の発生する可能性が極めて小さくなるよう考慮された設計であるとともに、冷却材の漏洩が生じた場合、その漏洩を速やかに、かつ、確実に検出できる設計が必要であること。

原子炉カバーガス等のバウンダリは、原子炉カバーガスの漏洩又はバウンダリの破損の発生する可能性が十分小さくなるよう考慮された設計が必要であること。

使用期間中検査については、検査方法及び設計等に鑑み、冷却材としてナトリウムを使用することに対する考慮が必要であること。

(7) 中間冷却系

中間冷却系は、1次冷却系から冷却材が中間冷却系に漏れ出すことのない設計とともに、水・蒸気系側からの中間冷却系への漏洩が生じた場合にも安全性が確保できる設計が必要であること。

(8) 前吸熱の除去

1次冷却系等において、万一、冷却材の流量喪失や流出が生じた場合でも冷却機能を確保し、前吸熱を除去しうる設計が必要であること。

(9) 格納容器

格納容器は、想定される事故条件において放射性物質の放散を抑制することが可能であること。

(10) 高温構造

高温ナトリウム下で使用する機器の設計に当たっては、構造材料のクリープ特性に対する考慮が必要であること。また、オーステナイト系ステンレス鋼が使用される場合には、オーステナイト系ステンレス鋼の熱膨脹率がフェライト系鋼等他の材料に比べて大きく、また、ナトリウムの熱容量が小さいので構造材料の温度変化及び変化率も大きく、従つて定期的及び過渡的熱応力の対策が必要であること。

(1) 耐候性

機器、配管等の設計に当たつては、軽水炉との構造上の相違（低E、薄肉、高温構造）を考慮した耐候設計とすることが必要であること。

また、系統、機器の耐候設計上の重要度分類は、LMFBRの設計の特徴を十分踏まえて行う必要があること。

II. LMFBR の安全評価について

LMFBRの安全評価に当たつては、「発電用液水型原子炉施設の安全評価に関する審査指針について」(以下「安全評価指針」という。)を参考とし、これにLMFBRの特徴を加えて評価を行うことが必要である。以下はこのような観点から想定すべき事象、判断の基準等の基本的考え方を示したものである。

- (1) LMFBR原子炉施設の設計の基本方針の妥当性を確認するため、「運転時の異常な過渡変化」及び「事故」として各種の代表的事象を選定し評価を行う。
- (2) これらの代表事象の選定に当たつては、LMFBRの特徴を考慮し、「運転時の異常な過渡変化」としては(2.1)の各事象を、また、「事故」としては(2.2)の各事象を選定して評価を行う。

(2.1) LMFBRの「運転時の異常な過渡変化」

(1) 原心内の反応度又は出力分布の異常な変化

(例)

- ・未臨界状態からの制御棒引抜き
- ・出力運転中の制御棒引抜き
- ・制御棒落下

(2) 原心内の熱発生又は熱除去の異常な変化

(例)

- ・1次冷却材流量増大
- ・1次冷却材流量減少
- ・外部遮断喪失
- ・2次冷却材流量増大
- ・2次冷却材流量減少
- ・主給水流量増大
- ・主給水流量減少
- ・負荷喪失

(3) ナトリウムの化学変化

(例)

- ・蒸気発生器伝熱管からの小油洩

(4) その他必要と認められる運転時の異常な過渡変化

(2.2) LMFBRの「事故」

(1) 原心内の反応度の増大

(例)

- ・制御棒急遽引抜き事故

(2) 原心冷却能力の低下

(例)

- ・1次主冷却系循環ポンプ軸封着事故

- ・1次冷却材油洩事故

- ・冷却材流路閉塞事故

- ・2次主冷却系循環ポンプ軸封着事故

- ・2次冷却材油洩事故

- ・主給水ポンプ軸封着事故

- ・主蒸気管破損事故

(3) 燃料取扱いに伴う事故

(例)

- ・燃料取扱取扱事故

- ・燃料取扱い装置の事故

(4) 廃棄物処理設備に関する事故

(例)

- ・気体廃棄物処理系破損事故

(5) ナトリウムの化学反応

(例)

- ・1次ナトリウム補助設備からのナトリウム漏洩事故

- ・蒸気発生器伝熱管破裂事故

(6) 原子炉カバーガス系に関する事故

(例)

- ・1次アルゴンガス漏洩事故

(7) その他必要と認められる事故

(3) 上記(2)のLMFBR の「運転時の異常な過渡変化」及び「事故」についての評価に関する判断の基準を以下に示す。

(3.1) 運転時の異常な過渡変化

想定した事象の発生に伴う過渡現象は、かん心が損傷に至る前に収束され、炉心は通常運転に復帰できる状態が維持されなければならない。それぞれの事象に応じてこのことを判断する基準は、以下のとおりとする。

- (1) 燃料被覆管の機械的破損しないこと。
- (2) 冷却材の漏洩しないこと。
- (3) 燃料最高温度が燃料溶融温度を下回ること。

(3.2) 事故

想定した事故事象によって外乱が原子力施設に加わっても、事象に応じて炉心の溶融の恐れがないこと及び放射線による敷地周辺への影響が大きくならないよう核分裂生成物放散に対する障壁の設計が妥当であることを確認しなければならない。このことを判断する基準は、以下のとおりとする。

- (1) かん心は大きな損傷に至ることなく、かつ、十分な冷却が可能であること。
- (2) 原子炉格納容器の漏洩率は、適切な値以下に維持されること。
- (3) 周辺の公衆に対し、著しい放射線被ばくのリスクを与えないこと。

なお、これらの判断基準による評価の他にも必要に応じ LMFBR の特徴を踏まえ評価を行うものとする。

(4) 「運転時の異常な過渡変化」及び「事故」の解析に当たっては、LMFBR の特徴を踏まえ以下の諸点について考慮するとともに、「安全評価指針」のII. の「5. 解析に当たって考慮すべき事項」を参考とする。

(4.1) 核的因素

かん心中心領域でナトリウムボリヤー係数が正となりうこと。

(4.2) 热流力的因素

熱の発生と除却のバランスが崩れる状態として、熱発生の増加となる反応度の投入、熱除去の低下となる局部事故に特に配慮が必要であること。

(4.3) 機械的因素

- (1) 冷却系が高温でかん心出入口の温度差が大きく、また、ナトリウムの熱伝導特性が優れているので大きな熱応力が発生すること。
- (2) ナトリウム蒸気に対する機械的な影響に対する考慮が必要であること。
- (3) かん心における高強度中性子照射量が大きいこと及びクリープ特性を常に考慮し

ておく必要があること。

(4) 冷却材漏洩事故を想定する場合の配管破損の形態と大きさに関しては、十分な検討が必要であること。

(4.4) 化学的因素

ナトリウムによる腐食、ナトリウム-水反応、ナトリウム火災、ナトリウム-コンクリート反応、ナトリウムと保溫材の反応、ナトリウムの上う素トラッピング能力等について配慮が必要であること。

(5) 前記(2.2)にいう「事故」より更に難発生頻度は低いが結果が重大であると想定される事象においては、LMFBR の運転実績が僅少であることに鑑み、その起因となる事象とこれに続く事象経過に対する防護対策との関連において十分に評価を行い、放射性物質の放出が適切に制御されることを確認する。

(6) LMFBR 原子炉施設の立地条件の適否を判断するために、「原子炉立地審査指針」に従つて重大事故及び仮想事故について評価を行う。

この場合、立地条件の適否を評価する観点から想定する必要のある事象を対象とし、前項(5)までに考慮した事象の中から放射性物質の放出の拡大の可能性を考慮し、技術的に最大と考えられる放射性物質の放出量を想定して重大事故の評価を行う。更に、仮想事故についても同様の観点から重大事故としてとりあげた事象等を踏まえてより多くの放射性物質の放出量を仮想して評価を行う。

(参考)

昭和55年11月6日付け原子力安全委員会決定文

高速増殖炉の安全性の評価の方について

当委員会は、昭和55年10月14日付けで原子炉安全基準専門部会から、「高速増殖炉の安全性の評価の方について」報告を受けた。

当委員会は同報告の内容を検討した結果、当面、高速増殖炉の安全審査に当たり、これを適用することは妥当と認める。

なお、今後の安全審査等の慣習上により高速増殖炉の安全性に関する指針等の策定に資することとする。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

○試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

(昭和六十二年三月二十五日)

(總理府令第十一号)

改正 昭和六三年 七月二六日總理府令第四一号
平成 二年一二月一七日同 第六〇号
同 四年 三月二六日同 第四号

核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(昭和三十二年法律第百六十六号)第二十七条第三項第二号の規定に基づき、試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令を次のように定める。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

目次

- 第一章 総則(第一条—第十一条)
- 第二章 試験研究用原子炉に係る原子炉施設(第十二条—第三十条)
- 第三章 研究開発段階原子炉に係る原子炉施設(第三十一条—第四十一条)
- 第四章 ナトリウム冷却型高速炉に係る原子炉施設(第四十二条—第五十一条)

附則

第一章 総則

(適用範囲)

第一条 この府令は、核原料物質、核燃料物質及び原子炉の規制に関する法律(以下「法」という。)第二十三条第一項第三号及び第四号に掲げる原子炉並びにその附属施設について適用する。

(定義)

第二条 この府令において、次の各号に掲げる用語の意義は、それぞれ当該各号に定めるところによる。

- 一 「試験研究用原子炉」とは、法第二十三条第一項第三号に掲げる原子炉(第三号に規定するものを除く。)をいう。
- 二 「研究開発段階原子炉」とは、法第二十三条第一項第四号に掲げる原子炉(次号に規定するものを除く。)をいう。
- 三 「ナトリウム冷却型高速炉」とは、法第二十三条第一項第三号及び第四号に掲げる原子炉のうち、一次冷却材としてナトリウムを用い、かつ、その原子核分裂の連鎖反応が主として高速中性子により行われるものをいう。
- 四 「安全設備」とは、次に掲げる設備であつて、その故障、損壊等により公衆に放射線障害を及ぼすおそれを直接又は間接に生じさせるものをいう。
 - イ 一次冷却設備、制御設備その他の運転時において原子炉の安全を確保する上で必要な設備及びこれらの附属設備(原子炉容器を除く。)
 - ロ 非常用冷却設備(非常用炉心冷却設備を含む。以下同じ。)、安全保護回路、非常用制御設備、非常用電源設備その他の原子炉施設の故障、損壊等の際に原子炉の安全を確保する上で必要な設備及びこれらの附属設備
 - ハ 原子炉格納容器及びその附属設備
- 五 「放射線」とは、試験研究の用に供する原子炉等の設置、運転等に関する規則(昭和三十二年總理府令

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

第八十三号。以下この条において「規則」という。)第一条の二第一号に掲げる放射線をいう。

- 六 「放射性廃棄物」とは、規則第一条の二第二号に掲げる放射性廃棄物をいう。
- 七 「燃料体」とは、規則第一条の二第三号に掲げる燃料体をいう。
- 八 「管理区域」とは、規則第一条の二第四号に掲げる管理区域をいう。
- 九 「周辺監視区域」とは、規則第一条の二第六号に掲げる周辺監視区域をいう。
- 十 「放射線業務従事者」とは、規則第一条の二第七号に掲げる従事者をいう。

(昭六三總府令四一・一部改正)

(特殊な方法による施設)

第三条 この府令の規定によらないで原子炉施設を施設することにつき特別の理由がある場合にあつては、科学技術庁長官(以下「長官」という。)の認可を受けて、この府令の規定によらないで原子炉施設を施設することができる。

- 2 前項の認可を受けようとする者は、その理由及び施設方法を記載した申請書に関係図面を添付して申請しなければならない。

(原子炉施設の機能)

第四条 原子炉施設は、通常運転時において原子核分裂の連鎖反応を安全に持続することができ、かつ、原子炉施設に故障が発生した場合において原子核分裂の連鎖反応を無制御に継続することができないものでなければならない。

- 2 船舶に施設する原子炉施設は、波浪により生じる動搖、傾斜その他の要因により機能が損なわれることがないものでなければならない。

(機能の確認等)

第五条 原子炉施設は、原子炉容器その他の原子炉の安全を確保する上で必要な設備の機能の確認をするための検査又は試験及びこれらの機能を健全に維持するための保守又は修理ができるものでなければならない。

(耐震性等)

第六条 原子炉施設(船舶に施設するものを除く。次項において同じ。)は、これに作用する地震力による損壊により公衆に放射線障害を及ぼすことがないように施設しなければならない。

- 2 前項の地震力は、原子炉施設の構造及びこれが損壊した場合における災害の程度に応じて、基礎地盤の状況、その地方における過去の地震の記録に基づく震害の程度、地震活動の状況その他の要因を考慮して算定しなければならない。

- 3 原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器に近接する船体の部分は、衝突、座礁その他の要因による原子炉格納容器の機能の喪失を防止できる構造でなければならない。

(材料、構造等)

第七条 原子炉施設に属する容器、管、弁及びポンプ(以下「機器」という。)並びにこれらを支持する構造物並びに燃料体、減速材及び反射材を支持する構造物のうち、原子炉施設の安全を確保する上で重要なもの(以下この項において「機器等」という。)の材料及び構造は、当該機器等がその設計上要求される強度を確保できるものでなければならない。

- 2 原子炉施設には、原子炉施設の安全を確保する上で重要な機器に作用する圧力の過度の上昇を適切に防止する性能を有する逃がし弁、安全弁、破壊板又は真空破壊弁(第十一条において「逃がし弁等」という。)を必要な箇所に設けなければならない。

- 3 原子炉施設に属する機器のうち、原子炉施設の安全を確保する上で重要なものは、適切な耐圧試験又は漏えい試験を行つたとき、これに耐え、かつ、著しい漏えいがないように施設しなければならない。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

4 原子炉施設に属する容器であつて、その材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがあるものの内部には、監視試験片を備えなければならない。

(しやへい)

第八条 原子炉を設置する工場又は事業所(原子力船を含む。)内の外部放射線による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところによりしやへい設備を施設しなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要なしやへい能力を有するものであること。
- 二 開口部又は配管その他の貫通部がある場合であつて放射線障害を防止するために必要がある場合には、放射線の漏えいを防止するための措置が講じられているものであること。
- 三 自重、熱応力その他の荷重に耐えるものであること。

(換気)

第九条 原子炉施設内の放射性物質により汚染された空気による放射線障害を防止する必要がある場所には、次に掲げるところにより換気設備を施設しなければならない。

- 一 放射線障害を防止するために必要な換気能力を有するものであること。
- 二 放射性物質により汚染された空気が逆流するおそれがない構造であること。
- 三 ろ過装置を設ける場合にあつては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。
- 四 吸気口は、放射性物質により汚染された空気を吸入し難いように施設すること。

(放射性物質を含む系統の隔離)

第十条 放射性物質を含む一次冷却材その他の流体を内包する容器又は管に放射性物質を含まない流体を導く管には、逆止め弁を設けなければならない。ただし、放射性物質を含む流体が放射性物質を含まない流体を導く管に逆流するおそれがない場合は、この限りでない。

(放射性物質による汚染の防止)

第十二条 原子炉施設は、通常運転時において機器から放射性物質を含む流体が漏えいする場合には、これを安全に廃棄しうるように施設しなければならない。

2 原子炉施設は、逃がし弁等から排出される流体が放射性物質を含む場合には、これを安全に廃棄しうるように施設しなければならない。

3 原子炉施設は、原子炉を設置する工場又は事業所の外に排水を排出する排水路(湧水に係るものであつて、放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に開口部がないものを除く。以下この項において同じ。)の上に、当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内の床面がないように施設しなければならない。ただし、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備が設置される施設(液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。)以外の施設であつて当該施設の放射性物質により汚染するおそれがある管理区域内に当該排水路の開口部がない場合並びに当該排水路に放射性物質を含む排水を安全に廃棄する設備及び第二十七条第二号に掲げる事項を計測する設備を施設する場合は、この限りでない。

4 原子炉施設のうち、人が頻繁に入り出す建物又は船舶の内部の壁、床その他の部分であつて、放射性物質により汚染されるおそれがあり、かつ、人が触れるおそれがあるものの表面は、放射性物質による汚染を除去しやすいものでなければならぬ。

第二章 試験研究用原子炉に係る原子炉施設

(試験研究用原子炉に係る原子炉施設)

第十二条 試験研究用原子炉に係る原子炉施設は、この章の規定により施設しなければならない。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

(安全設備)

第十三条 安全設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 二以上の原子力施設(加工施設、原子炉施設、再処理施設、廃棄物埋設施設、廃棄物管理施設及び使用施設等をいう。)において共用しないこと。ただし、原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。
- 二 原子炉の安全を確保する機能を維持しうるよう、当該安全設備自体又は当該安全設備が属する系統として多重性を有すること。ただし、原子炉格納容器その他多重性を有することなく原子炉の安全を確保する機能を維持しうる設備にあつては、この限りでない。
- 三 火災により損傷を受けるおそれがある場合には、可能な限り不燃性又は難燃性の材料を使用するとともに、必要に応じて防火壁の設置その他の適切な防火措置を講ずること。
- 四 蒸気タービン又はポンプの損壊に伴う飛散物により損傷を受けるおそれがある場合には、防護施設の設置その他の適切な損傷防止措置を講ずること。

(平四總府令四・一部改正)

(炉心等)

第十四条 燃料体、減速材及び反射材の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

- 2 燃料体、減速材及び反射材は、自重、最高使用圧力その他の荷重に耐えるものでなければならない。
- 3 燃料体、減速材及び反射材並びにこれらを支持する構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

(熱しやへい材)

第十四条の二 原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがある場合には、これを防止するため、次に掲げるところにより熱しやへい材を施設しなければならない。

- 一 熱応力による変形により原子炉の安全に支障を及ぼすおそれがないこと。
- 二 冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないこと。

(平二總府令六〇・追加)

(核燃料物質取扱設備)

第十五条 核燃料物質取扱設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 通常運転時において取り扱う必要がある燃料体又は使用済燃料(以下この条及び次条において「燃料体等」と総称する。)を取り扱う能力を有するものであること。
- 二 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
- 三 燃料体等の崩壊熱を安全に除去しうるものであること。
- 四 取扱いの際に燃料体等が破損するおそれがないこと。
- 五 燃料体等を封入する容器は、取扱いの際の衝撃及び熱に耐え、かつ、容易に破損しないものであること。
- 六 前号の容器は、燃料体等を封入した場合に、その表面及び表面から一メートルの距離における線量当量率がそれぞれ長官の定める線量当量率を超えないものであること。ただし、管理区域内においてのみ使用されるものについては、この限りでない。
- 七 燃料体等を取り扱うための動力の供給が停止した場合に、燃料体等を安全に保持しているものであること。

(昭六三總府令四一・一部改正)

(核燃料物質貯蔵設備)

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

第十六条 核燃料物質貯蔵設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 燃料体等が臨界に達するおそれがないこと。
 - 二 燃料体等の崩壊熱を安全に除去しうるものであること。
- 2 使用済燃料その他高放射性の燃料体等を貯蔵する核燃料物質貯蔵設備は、前項に定めるところによるほか、次に掲げるところにより施設しなければならない。
- 一 燃料体等の被覆が著しく腐食することを防止しうるものであること。
 - 二 使用済燃料その他高放射性の燃料体等を液体中で貯蔵する場合は、前号に掲げるところによるほか、次に掲げるところによること。
- イ 液体があふれ、又は漏えいするおそれがないものであること。
 - ロ 液体の漏えいを適切に検知しうるものであること。

(一次冷却材)

第十七条 一次冷却材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

(一次冷却材の排出)

第十八条 放射性物質を含む一次冷却材(次条第一項第四号の設備から排出される放射性物質を含む流体を含む。)を通常運転時において系統外に排出する場合には、これを安全に廃棄しうるように施設しなければならない。

(冷却設備等)

第十九条 原子炉施設には、次に掲げる設備を施設しなければならない。ただし、原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。

- 一 原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材その他の流体を循環させる設備
 - 二 液体の一次冷却材を用いる原子炉にあつては、運転時における原子炉容器内の液位を自動的に調整する設備
 - 三 密閉容器型原子炉(燃料体及び一次冷却材が容器(原子炉格納施設を除く。)内に密閉されている原子炉をいう。)にあつては、原子炉容器内の圧力を自動的に調整する設備
 - 四 一次冷却材に含まれる放射性物質及び不純物の濃度を原子炉の安全に支障を及ぼさない値以下に保つ設備
 - 五 原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備
 - 六 原子炉施設の故障、損壊等が生じたときに想定される最も厳しい条件の下において原子炉容器内において発生した熱を除去できる非常用冷却設備
- 2 前項の設備は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

(平二總府令六〇・一部改正)

(液位の保持)

第二十条 液体の一次冷却材を用いる原子炉に係る原子炉施設にあつては、一次冷却材の流出を伴う異常が発生した場合において原子炉容器内の液位の過度の低下を防止し、炉心全体を冷却材中に保持する機能を有する設備は、原子炉施設の故障、損壊等に伴う温度の変化その他の要因による荷重の増加に耐えるものでなければならない。

(平二總府令六〇・一部改正)

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

(原子炉冷却材圧力バウンダリ)

第二十条の二 原子炉冷却材圧力バウンダリ (一次冷却設備に係る設備の損壊等に伴い自動的に弁が閉鎖されることにより、圧力障壁を形成する部分をいう。以下同じ。) を有する原子炉施設にあつては、当該原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、原子炉施設の故障、損壊等に伴う衝撃、反応度の変化その他の要因による荷重の増加に耐えるものでなければならない。

(平二總府令六〇・追加)

(計表)

第二十一条 原子炉施設 (次項に該当するものを除く。) には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて替えることができる。

- 一 熱出力及び炉心における中性子束密度
- 二 炉周期
- 三 制御棒(固体の制御材をいう。以下同じ。)の位置
- 四 一次冷却材に関する次の事項
 - イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
 - ロ 原子炉容器内における温度、圧力、流量及び液位
- 2 気体の一次冷却材を用いる原子炉に係る原子炉施設であつて熱交換器を有するもの(以下「ガス冷却型原子炉に係る原子炉施設」という。)には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて替えることができる。
 - 一 前項第一号から第三号までに定める事項
 - 二 一次冷却材に関する次の事項
 - イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
 - ロ 原子炉容器の入口及び出口における温度、圧力及び流量
 - 三 二次冷却材に関する次の事項
 - イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
 - ロ 一次冷却材の熱を取り出す熱交換器の入口及び出口における温度並びに入口における圧力及び流量
- 3 原子炉施設には、その設備の機能の喪失、誤操作その他の要因により原子炉の安全を著しく損なうおそれが生じたとき、第二十七条第一号の放射性物質の濃度若しくは同条第三号の線量当量が著しく上昇したとき又は液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備から液体状の放射性廃棄物が著しく漏えいするおそれが生じたときに、これらを確実に検知して速やかに警報する設備を施設しなければならない。

(昭六三總府令四一・平二總府令六〇・一部改正)

(安全保護回路)

- 第二十二条 原子炉施設**には、原子炉の出力の著しい上昇、地震の発生その他の要因により原子炉を安全に運転することができなくなるおそれが生じたときに、原子炉を停止するための設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させる安全保護回路を施設しなければならない。
- 2 原子炉施設には、原子炉施設の故障、損壊等により多量の放射性物質が漏えいする可能性が生じたときに、これを抑制又は防止するための設備を速やかに作動させる必要がある場合には、当該設備の作動を速やかに、かつ、自動的に開始させる安全保護回路を施設しなければならない。
 - 3 前二項の安全保護回路は、原子炉の安全を確保する上で必要な場合には、運転条件に応じてその作動設定値を変更しうるものでなければならない。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する総理府令

(制御設備等)

第二十三条 制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 運転時において、燃料の許容設計限界(原子炉を継続して安全に運転する上で、安全設計上許容される燃料体の損傷の限界をいう。以下同じ。)を超えることなく原子炉を臨界未満にすることができ、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できるものであること。
 - 二 原子炉施設の故障、損壊等が生じた場合において、速やかに原子炉を臨界未満にすることができ、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できるものであること。
 - 三 制御棒を用いる場合にあつては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有すること。
 - 四 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるものであること。
- 2 非常用制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
- 一 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることなく原子炉を臨界未満にすることができるものであること。
 - 二 制御設備とは独立に施設すること。
- 3 制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 4 制御材を駆動する設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
- 一 原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動しうるものであること。
 - 二 制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。
 - 三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することができないものであること。

(原子炉制御室等)

第二十四条 原子炉施設には、原子炉制御室を施設しなければならない。

- 2 原子炉制御室には、原子炉を適切に運転しうるように、原子炉の運転状態を表示する装置、原子炉の安全を確保するための設備を操作する装置、異常を表示する警報装置その他の原子炉の安全を確保するための主要な装置を集中して施設しなければならない。
- 3 原子炉制御室及びこれに連絡する通路には、原子炉施設の故障、損壊等が生じた場合において、放射線業務従事者が原子炉の運転の停止その他の措置を探るために支障なく原子炉制御室に入り、かつ、一定期間とどまることができるよう、しやへい設備の設置その他の適切な放射線防護措置を講じなければならない。
- 4 原子炉施設には、火災その他の要因により原子炉制御室が使用できない場合に、原子炉制御室以外の場所から原子炉の運転を停止し、かつ、安全な状態に維持することができる設備を施設しなければならない。ただし、原子炉の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。

(昭六三総府令四一・一部改正)

(廃棄物処理設備)

第二十五条 放射性廃棄物を廃棄する設備(放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。)は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 周辺監視区域の外の空気中及び周辺監視区域の外側の境界における水中の放射性物質の濃度が、それぞれ長官の定める濃度限度を超えないように原子炉施設において発生する放射性廃棄物を廃棄する能力

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

を有するものであること。

- 二 放射性廃棄物以外の廃棄物を廃棄する設備と区別して施設すること。ただし、放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を流体状の放射性廃棄物を廃棄する設備に導く場合において、流体状の放射性廃棄物が放射性廃棄物以外の流体状の廃棄物を取り扱う設備に逆流するおそれがないときは、この限りでない。
 - 三 化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないものであること。
 - 四 気体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排気口以外の箇所において气体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。
 - 五 气体状の放射性廃棄物を廃棄する設備にろ過装置を設ける場合にあつては、ろ過装置の放射性物質による汚染の除去又はろ過装置の取替えが容易な構造であること。
 - 六 液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備は、排水口以外の箇所において液体状の放射性廃棄物を排出することがないものであること。
- 2 液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備(液体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備を除く。以下この項において同じ。)が設置される施設(液体状の放射性廃棄物の漏えいが拡大するおそれがある部分に限る。)は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
- 一 施設内部の床面及び壁面は、液体状の放射性廃棄物が漏えいし難いものであること。
 - 二 施設内部の床面は、床面の傾斜又は床面に設けられた溝の傾斜により液体状の放射性廃棄物がその受け口に導かれる構造であり、かつ、液体状の放射性廃棄物を廃棄する設備の周辺部には、液体状の放射性廃棄物の漏えいの拡大を防止するための堰が施設されていること。
 - 三 施設外に通じる出入口又はその周辺部には、液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいすることを防止するための堰が施設されていること。ただし、施設内部の床面が隣接する施設の床面又は地表面より低い場合であつて液体状の放射性廃棄物が施設外へ漏えいするおそれがないときは、この限りでない。

(昭六三總府令四一・一部改正)

(保管廃棄設備)

- 第二十六条 放射性廃棄物を保管廃棄する設備は、崩壊熱及び放射線の照射により発生する熱に耐え、かつ、化学薬品の影響その他の要因により著しく腐食するおそれがないように施設しなければならない。
- 2 固体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置される施設は、放射性廃棄物による汚染が広がらないように施設しなければならない。
 - 3 前条第二項の規定は、液体状の放射性廃棄物を保管廃棄する設備が設置されている施設について準用する。

(放射線管理施設)

- 第二十七条 原子炉を設置する工場又は事業所には、次に掲げる事項を計測する放射線管理施設を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する施設をもつて替えることができる。

- 一 放射性廃棄物の排気口又はこれに近接する箇所における排気中の放射性物質の濃度
- 二 放射性廃棄物の排水口又はこれに近接する箇所における排水中の放射性物質の濃度
- 三 管理区域における外部放射線に係る長官の定める線量当量及び空気中の放射性物質の濃度

(昭六三總府令四一・一部改正)

(原子炉格納施設)

- 第二十八条 原子炉施設(次条に該当するものを除く。)にあつては、原子炉格納施設は、その内部を負圧状態に維持しうるものであり、かつ、その内部における原子炉施設の故障、損壊等の際に原子炉格納施設から気体状の放射性物質が排出されることにより公衆に放射線障害を及ぼすおそれがないように、当該放射

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

性物質の排出を抑制しうるものでなければならない。ただし、公衆に放射線障害を及ぼすおそれがない場合にあつては、この限りでない。

(平二總府令六〇・一部改正)

第二十八条の二 ガス冷却型原子炉に係る原子炉施設にあつては、原子炉格納施設は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 原子炉格納施設の内部における原子炉施設の故障、損壊等の際の漏えい率が公衆に放射線障害を及ぼすおそれがないものであり、かつ、その際に生じるものと想定される最大の荷重に耐えるものであること。
 - 二 原子炉格納施設の開口部には、気密性の扉を設けること。
 - 三 原子炉施設の故障、損壊等の際に原子炉格納施設から気体状の放射性物質が漏えいすることにより公衆に放射線障害を及ぼすおそれがないように、当該放射性物質の濃度を低下させる設備を施設すること。
 - 四 原子炉施設の故障、損壊等の際に生じる可燃性ガス及び酸素により原子炉格納施設の安全に支障が生じるおそれがある場合は、当該可燃性ガス及び酸素の濃度を低下させる設備を施設すること。
- 2 前項の原子炉施設に属する原子炉格納容器は、定期的に漏えい率試験ができるものでなければならない。
 - 3 第一項の原子炉施設に属する原子炉格納容器を貫通する管には、当該貫通箇所の内側及び外側の当該貫通箇所に近接した箇所にそれぞれ一個の閉鎖隔離弁（ロック装置が付されているものに限る。）又は自動隔離弁（隔離機能がない逆止め弁を除く。）（以下この条において「隔離弁」と総称する。）を設けなければならない。ただし、当該貫通箇所の内側又は外側において、湿気その他の要因により隔離弁の機能が著しく低下するおそれがある場合には、当該貫通箇所の内側及び外側に替え、当該貫通箇所の他方の側の当該貫通箇所に近接した箇所に二個の隔離弁を設けるものとする。
 - 4 前項の規定にかかわらず、原子炉格納容器を貫通する管であつて、原子炉施設の故障、損壊等の際に損壊するおそれがないもの（一次冷却設備に係る設備に接続するもの並びに原子炉格納容器の内側及び外側に開口部があるものを除く。）及び原子炉施設の故障、損壊等の際に構造上内部に液体が滞留することにより原子炉格納容器内の放射性物質が外部へ漏えいするおそれがないものには、当該貫通箇所の内側又は外側の当該貫通箇所に近接した箇所に一個の隔離弁を設けなければならない。ただし、当該貫通箇所の内側又は外側において、湿気その他の要因により隔離弁の機能が著しく低下するおそれがある場合には、当該貫通箇所の他方の側の当該貫通箇所に近接した箇所に一個の隔離弁を設けるものとする。
 - 5 前二項の規定にかかわらず、原子炉格納施設に属する安全設備に係る管その他隔離弁を設けることにより安全に支障が生じるおそれがある管又は原子炉施設の安全を確保する上で支障がない管には、隔離弁を設けることを要しない。

(平二總府令六〇・追加)

(非常用電源設備)

第二十九条 原子炉施設には、外部電源系統からの電気の供給が停止した場合において、原子炉施設の安全を確保するために必要な設備の機能を維持するために、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する設備を施設しなければならない。ただし、原子炉施設の安全を確保する上で支障がない場合にあつては、この限りでない。

- 2 原子炉の安全を確保する上で特に必要な設備には、無停電電源装置又はこれと同等以上の機能を有する設備を施設しなければならない。

(主要な実験設備)

第三十条 主要な実験設備は、その故障、損壊等により原子炉の安全を損なわないように施設しなければならない。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

らない。

第三章 研究開発段階原子炉に係る原子炉施設

(研究開発段階原子炉に係る原子炉施設)

第三十一条 研究開発段階原子炉に係る原子炉施設は、この章の規定により施設しなければならない。

第三十二条 削除

(平二總府令六〇)

(冷却設備等)

第三十三条 原子炉施設には、次に掲げる設備を施設しなければならない。

- 一 原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材を循環させる設備
 - 二 運転時において一次冷却材が減少した場合に、これを自動的に補給する設備
 - 三 原子炉容器内の圧力を自動的に調整する設備
 - 四 一次冷却材に含まれる放射性物質及び不純物の濃度を原子炉の安全を確保する上で支障を及ぼさない値以下に保つ設備
 - 五 原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備
- 2 前項の設備は、冷却材の循環、沸騰その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

(非常用炉心冷却設備)

第三十四条 原子炉施設には、一次冷却設備がその機能を喪失した場合に原子炉容器内において発生した熱を除去する非常用炉心冷却設備を施設しなければならない。

- 2 非常用炉心冷却設備は、原子炉施設の故障、損壊等が生じたときに想定される最も厳しい条件の下において、燃料材の溶触及び燃料体の著しい破損を防止しうるものであり、かつ、被覆材と冷却材との反応により著しく多量の水素を生じることがないものでなければならない。

(原子炉冷却材圧力バウンダリ)

第三十五条 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、原子炉施設の故障、損壊等に伴う衝撃、反応度の変化その他の要因による荷重の増加に耐えるものでなければならない。

(平二總府令六〇・一部改正)

(蒸気タービン)

第三十六条 蒸気タービン及びその附属設備は、その故障、損壊等により原子炉施設の安全を損なうがないように施設しなければならない。

(計装)

第三十七条 原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて替えることができる。

- 一 热出力及び炉心における中性子束密度
- 二 炉周期
- 三 制御棒の位置及び液体の制御材を使用する場合にあつては、その濃度
- 四 一次冷却材に関する次の事項
 - イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度
 - ロ 原子炉容器の入口及び出口における温度、圧力及び流量
 - ハ 原子炉容器(加圧器がある場合は加圧器)内又は蒸気ドラム内における水位

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

五 二次冷却材に関する次の事項

- イ 含有する放射性物質の濃度
- ロ 蒸気発生器の出口における温度、圧力及び流量
- ハ 蒸気発生器内における水位

(制御設備等)

第三十八条 制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 運転時において、燃料の許容設計限界を超えることなく原子炉を臨界未満にすることができ、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できるものであること。
- 二 原子炉施設の故障、損壊等が生じた場合において、非常用炉心冷却設備と併せて又は単独で、速やかに原子炉を臨界未満にすることでき、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できること。
- 三 制御棒を用いる場合にあつては、一本の制御棒が固着した場合においても、前二号の機能を有すること。
- 四 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるものであること。
- 2 非常用制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
 - 一 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることなく高温状態で原子炉を臨界未満にできるものであること。
 - 二 制御設備とは独立に施設すること。
- 3 制御材は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。
- 4 制御材を駆動する設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。
 - 一 原子炉の特性に適合した速度で制御材を駆動しうるものであること。
 - 二 制御材を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御材が反応度を増加させる方向に動かないものであること。
 - 三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊することができないものであること。
 - 四 原子炉を船舶に設置する場合にあつては、当該船舶が沈没した場合においても、制御棒を挿入した状態で保持できること。

(原子炉格納施設)

第三十九条 原子炉格納施設は、第二十八条の二第一項第一号から第三号までに定めるところによるほか、次に掲げるところにより施設しなければならない。

- 一 原子炉施設の故障、損壊等の際に生じる原子炉格納容器内の圧力及び温度の上昇により原子炉格納施設の安全に支障が生じることを防止するため、原子炉格納容器内において発生した熱を除去する設備(以下「格納容器熱除去設備」という。)を施設すること。
- 二 格納容器熱除去設備は、原子炉施設の故障、損壊等の際に生じる原子炉格納容器内の圧力及び温度につき想定される最も厳しい条件の下においても機能が損なわれないものであること。
- 三 原子炉施設の故障、損壊等の際に生じる水素及び酸素により原子炉格納施設の安全に支障が生じるおそれがある場合は、当該水素及び酸素の濃度を低下させる設備を施設すること。
- 2 原子炉を船舶に設置する場合にあつては、原子炉格納容器には、船舶が沈没した場合に水圧により当該

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

容器が損壊することを防止するための圧力平衡装置を施設しなければならない。

(平二總府令六〇・全改)

(非常用電源設備)

第四十条 原子炉施設(船舶に施設するものを除く。)には、外部電源系統及び当該原子炉施設において常時使用されている発電設備からの電気の供給が停止した場合において、原子炉施設の安全を確保するために必要な設備の機能を維持するために、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する設備を施設しなければならない。

- 2 船舶に施設する原子炉施設には、主電源からの電気の供給が停止した場合において安全を確保するために必要な設備の機能を維持するために、内燃機関を原動力とする発電設備又はこれと同等以上の機能を有する設備を施設しなければならない。
- 3 原子炉の安全を確保する上で特に必要な設備には、無停電電源装置又はこれと同等以上の機能を有する設備を施設しなければならない。

(準用)

第四十一条 第十三条から第十八条まで、第二十一条第三項、第二十二条、第二十四条第一項から第三項まで及び第四項本文、第二十五条から第二十七条まで並びに第二十八条の二第二項から第五項までの規定は、研究開発段階原子炉に係る原子炉施設について準用する。この場合において、第十四条第三項及び第十四条の二第二号中「循環」とあるのは「循環、沸騰」と、第十八条中「次条第一項第四号」とあるのは「第三十三条第一項第四号」と、第二十七条中「工場又は事業所」とあるのは「工場又は事業所(原子力船を含む。)」と、第二十八条の二第五項中「原子炉格納施設」とあるのは「非常用炉心冷却設備に係る管、原子炉格納施設」と、「おそれがある管又は原子炉施設の安全を確保する上で支障がない管」とあるのは「おそれがある管」と読み替えるものとする。

(平二總府令六〇・一部改正)

第四章 ナトリウム冷却型高速炉に係る原子炉施設

(ナトリウム冷却型高速炉に係る原子炉施設)

第四十二条 ナトリウム冷却型高速炉に係る原子炉施設は、この章の規定により施設しなければならない。

(ナトリウムの漏えいによる影響の防止)

第四十三条 原子炉施設がナトリウムの漏えいによる物理的又は化学的影响を受けることにより、原子炉施設の安全に支障が生じるおそれがある場合には、その影響を抑制するための適切な措置を講じなければならない。

(炉心等)

第四十四条 燃料体及び反射材の材料は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

- 2 燃料体及び反射材は、自重、最高使用圧力その他の荷重に耐えるものであり、かつ、冷却材による炉心の冷却機能を損なうおそれがないものでなければならない。
- 3 反射材は、原子炉容器の材料が中性子照射を受けることにより著しく劣化するおそれがある場合には、これを防止できるように施設しなければならない。
- 4 燃料体及び反射材並びにこれらを支持する構造物は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

(ナトリウムの取扱い)

第四十五条 ナトリウムを取り扱う機器は、ナトリウムとの共存性を考慮して適切な材料を使用しなければならない。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

- 2 ナトリウムを取り扱う系統は原則として密閉したものとするとともに、当該系統に属する機器のうち内部に液面を有するものは、その液面上をカバーガス(ナトリウムの自由液面部を覆うことを主たる目的とする不活性ガスをいう。以下同じ。)で覆う構造としなければならない。
- 3 放射性物質を含むナトリウムを通常運転時において系統外に排出する場合には、これを安全に廃棄しうるように施設しなければならない。

(カバーガスの取扱い)

第四十六条 カバーガスは、ナトリウムに対して化学的に安定な性質を有し、かつ、運転時における放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

- 2 カバーガスを取り扱う系統には、圧力が過度に上昇することを防止しうる設備を施設しなければならない。
- 3 放射性物質を含むカバーガスを通常運転時において系統外に排出する場合には、これを安全に廃棄しうるように施設しなければならない。

(冷却設備等)

第四十七条 原子炉施設には、次に掲げる設備を施設しなければならない。

- 一 原子炉容器内において発生した熱を除去することができる容量の冷却材を循環させる設備
 - 二 運転時における原子炉容器内の液位を調整する設備
 - 三 一次冷却材及び原子炉カバーガス(カバーガスのうち、一次冷却材に係るもの)を含まれる放射性物質及び不純物の濃度並びに二次冷却材に含まれる不純物の濃度を原子炉の安全に支障を及ぼさない値以下に保つ設備
 - 四 一次冷却材及び二次冷却材の温度を原子炉の運転に支障を及ぼさない値以上に保つ設備
 - 五 原子炉停止時における原子炉容器内の残留熱を除去する設備
 - 六 原子炉施設の故障、損壊等が生じたときに想定される最も厳しい条件の下において原子炉容器内において発生した熱を除去できる非常用冷却設備。ただし、第一号又は前号に掲げる設備がこれと同等以上の機能を有する場合にあつては、この限りでない。
 - 七 二次冷却材と三次冷却材(二次冷却材の熱を、熱交換器により取り出すための流体をいう。)との化学反応が生じた場合に、その影響を緩和する設備
- 2 前項の設備は、冷却材の循環その他の要因により生じる振動により損傷を受けることがないように施設しなければならない。

(原子炉冷却材圧力バウンダリ等)

第四十八条 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器は、原子炉施設の故障、損壊等に伴う温度の変化その他の要因による荷重の増加に耐えるものでなければならない。

- 2 原子炉冷却材圧力バウンダリを構成する機器には、原子炉冷却材圧力バウンダリの破損が生じた場合においても冷却材の液位を必要な高さに保持するための措置を講じなければならない。
- 3 原子炉カバーガス等のバウンダリ(ナトリウム冷却型高速炉の通常運転時に原子炉カバーガス又は一次冷却材を内包する部分のうち、原子炉冷却材圧力バウンダリを除いたものをいう。)を構成する機器は、原子炉施設の故障、損壊等に伴う温度の変化による荷重の増加に耐えるものでなければならない。

(計装)

第四十九条 原子炉施設には、次に掲げる事項を計測する設備を施設しなければならない。この場合において、当該事項を直接計測することが困難な場合は、これを間接的に計測する設備をもつて替えることができる。

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する総理府令

一 热出力及び炉心における中性子束密度

二 炉周期

三 制御棒の位置

四 一次冷却材に関する次の事項

イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度

ロ 原子炉容器の入口及び出口における温度及び流量

ハ 原子炉容器内及び主要な機器内における液位

五 二次冷却材に関する次の事項

イ 含有する放射性物質及び不純物の濃度

ロ 一次冷却材の熱を取り出す熱交換器の入口における温度及び流量

ハ 主要な機器内における液位

六 原子炉カバーガスに関する次の事項

イ 含有する放射性物質の濃度

ロ 圧力

(制御設備等)

第五十条 制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

一 制御棒を用いるものであること。

二 運転時において、一本の制御棒が固着した場合においても、燃料の許容設計限界を超えることなく原子炉を臨界未満にすることができ、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できるものであること。

三 原子炉施設の故障、損壊等が生じた場合において、一本の制御棒が固着した場合においても、速やかに原子炉を臨界未満にすることができ、かつ、想定される最も低い温度で原子炉を臨界未満に維持できること。

四 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることがないように反応度を制御できるものであること。

2 非常用制御設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

一 通常運転時において、燃料の許容設計限界を超えることなく高温状態で原子炉を臨界未満にできるものであること。

二 制御設備とは独立に施設すること。

3 制御棒は、運転時における圧力、温度及び放射線につき想定される最も厳しい条件の下において、必要な物理的及び化学的性質を保持するものでなければならない。

4 制御棒を駆動する設備は、次に掲げるところにより施設しなければならない。

一 原子炉の特性に適合した速度で制御棒を駆動しうるものであること。

二 制御棒を駆動するための動力の供給が停止した場合に、制御棒が反応度を増加させる方向に動かないものであること。

三 制御棒の落下その他の衝撃により燃料体、制御棒その他の設備を損壊するこがないものであること。

(準用)

第五十一条 第十三条、第十五条から第十七条まで、第二十一条第三項、第二十二条、第二十四条から第二十七条まで、第二十八条の二第一項(同項第四号を除く。)から第五項まで、第三十条、第三十六条並びに

試験研究の用に供する原子炉等の設計及び工事の方法の技術基準に関する總理府令

第四十条第一項及び第三項の規定は、ナトリウム冷却型高速炉に係る原子炉施設について準用する。この場合において、第二十八条の二第四項中「おそれがないもの（一次冷却設備に係る設備に接続するもの並びに原子炉格納容器の内側及び外側に開口部があるものを除く。）及び原子炉施設の故障、損壊等の際に構造上内部に液体が滞留することにより原子炉格納容器内の放射性物質が外部へ漏えいするおそれがないもの」とあるのは「おそれがないもの（一次冷却設備に係る設備に接続するもの並びに原子炉格納容器の内側及び外側に開口部があるものを除く。）」と、第四十条第一項中「原子炉施設（船舶に施設するものを除く。）」とあるのは「原子炉施設」と読み替えるものとする。

（平ニ總府令六〇・一部改正）

附 則

この府令は、公布の日から施行する。

附 則（平成四年三月二六日總理府令第四号）抄

（施行期日）

第一条 この府令は、公布の日から施行する。

様式第3

(正)

危険物変更許可申請書

55年12月10日

大洗町長 殿

申請者

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002

所長: 坂田



郵便番号	300-0002		電話番号(7)4141番
販売名	新規坂田		
販賣場所	茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 大洗銀行		
販賣場所の地域別	防火地帯別	周辺地帯別	
製造所等の別	取扱所	販賣所又は取扱所の区分	一般取扱所
危険物の品名、最大量	別紙に参照	指定数量の 4,5100 倍	
変更の内容	アルコール発泡剤を20号タンクを3基設置する。		
変更の理由	既設20号タンク内に貯留されているアルコール発泡剤を処理しアルコールを再生する装置を新設する。		
着手予定期日	昭和55年10月15日	完了予定期日	昭和56年2月7日
その他必要な項			
* 連絡用印	* 連絡用印	* 手数料	
55.12.10	許可年月日 第 27 号	¥14,000-	
許可書を複数のことを記入すること。			

1. 許可書の大きさは、日本工業規格と同一とする。
 2. 入口表題には、その名前、代表者名、販賣場所の所在地を記入すること。
 3. 印の所、記入しないこと。

様式第2のイ

工場所構造設備明細書
一般取扱所

事業の概要	高速実験炉「常陽」の廻転			
危険物の取扱作業の内容	鉛屬ナリム：ナトリウム冷却型高速炉「常陽」の原子炉 冷却材として取扱。 ネ3石油類：非常吊テクセル電動機ボイラーの冷却材及 機器類の潤滑油冷却材として使用する。 ネ4石油類：機器の潤滑油冷却材として使用する。 アルコール類：機器類の洗浄用として使用する。			
建物の 種別 物質 取扱 登録 登録	階・数 地上十層 地下二層	延床面積 4754.47	延べ面積 20593.31	
	壁 屋根 柱	金筋コンクリート 鋼筋コンクリート 鋼板屋根コンクリート	柱 梁 梁 柱	金筋コンクリート 鋼筋コンクリート 鋼筋コンクリート
今後の 九条規 則の 十箇目 規則	原炉本体 原炉主冷却系設備 補助冷却系設備 ナトリウム純化系設備	ナトリウム元真及びドレン系設備 ナトリウム供給系設備 テクセル発電設備 ボイラー設備		
別紙2参照				
瓦管	ステンレス鋼 鋳鉄管 鉄管	加圧設備	ドニルヒス系設備	
加圧設備	原炉電気ヒーター	発煙設備	ガス	
換気設備	空調換気装置	空氣除湿設備	ガス	
空氣設備	瓦管 電動扇風機 制御用リード 制御用干渉	電動機 瓦管 瓦管 瓦管	電動機その他 電動扇風機 電動扇風機	
煙管設備	瓦管	空氣設備	自動火災報知設備 拡声装置	
消防設備	ハロゲン化物消火設備 消火器 ABC:164本 ガス:100本 ハロゲン:5本			
工事請負者 住所氏名			電話	番号

備考 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。

別紙1 危険物の類、品名、最大数量

類	品名	申請最大数量	
第3類	金属ナトリウム	225,000kg	指定数量の45,000倍
第4類	第3石油類	108,500l	" 54.25倍
第4類	第4石油類	360l	" 0.12倍
第4類	アルコール類	9,000l	" 46.75倍

様式第2のべ

二十九号アシフ

設計監修所
施工監修所

構造設備明細書

事項の概要	高純度脱水装置 アコル発液処理装置 蒸留塔			
設置場所	タンクの脚をコンクリート内の基礎穴より取付			
形状	立置円筒型	底圧 加圧の別	真空 (190 Torr)	
寸法	Φ297.9 × H 2780	容 積	171 L	
材質板厚	SUS 304 TP 10.3 mm			
通気管	管 別	致	内径又は作動圧	
安全装置	管 別	致	作動圧	
覚知装置	圧力計			
給油口の位置	液入口(上部) 1/3 放出口(下部) 1/2, 2長さ(下部) 4/3 放出口(上部) 2/3			
防油蓋	構 造	空 直	並木 設 備	
	コンクリート製の栓を設けり。			
正 翻	空氣配管口 4/3, 3/3, 1/3, 1/3 ノズル 3/3 のステンレス金剛製			
消火栓	八口ケン化物消火装置			
専用機器				
工事請負者			電話	番
住所、氏名				

備考 この用紙の大きさは 日本工業規格B5とすること。

模式第2のべ

二十九

書細明備設備構造

本体の概要	高圧実験用[華陽]アルゴン充てん式回収用ケーブル			
取扱い方 の概要	ケーブルの脚をボルトにより梁台上に取付け、梁台とコニクリート 内の溝に止まりに取付ける。			
形 状	立型円筒型	耐压 加压の別	真空 (190 Torr)	
寸 法	Φ600 × H 1100	容 量	333 l	
材質板厚	SUS304	通気管	内径又は作動片 管 別 数 作動片	
云々	管 別 数 作動片	云々	云々	
支知装置	液面計	給油口の位置	液入口(上部)1, 液入口(側)3/4, 液出口(下部)3/4	
防 過 提	構 造 容 量 設 本 証 類	コニクリート壁の隙を設す。		
回	管	薄鋼管は3号, 1号 5/8, 1/2, のステンレス鋼管		
消 火 設 備	ハロゲン化物消火設備			
専 用 機 器				
全體				
工 事 請 負 者				
住 所 氏 名				
電話				

備考 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。

様式第2のへ

二十九ランフ

エクスメタル株式会社

屋内ダム本部所

構造設備明細書

事項の概要	高速泉駿済陽アルコール充液凍結装置リボルバー			
着脱の方法	アシカの脚をコンクリート内の基礎ボルトにより取付			
形状	横置円筒型	密圧 加圧の別	真空 (10 Torr)	
寸法	Φ350×L1024.5	容 積	54 L	
材質板厚	SUS 304 6mm			
の構成部品	通気管	種 別	容 積	内径又は作動圧
	安全装置	種 別	容 積	作動圧
	気泡計			
給油口の位置	入口(上部) 3/4" : 液出口(F部) 1/2" : 蒸気出口(S部) 4"			
防油提	構 造	容 積	容 積	詳 本 設 備
	コンクリート裏の井戸を設ける			
配 管	接続配管は4", 3", 1 1/2", 1 1/4" のステンレス管			
消防設備	ハロゲン化物消火設備			
の用機器				
工事請負者			電話	
住所・氏名				番

備考 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。

令第9条第20号のタンクの概要

前回申請時のタンク

1次冷却器オーバーフロータンク 1臺

　　タンクトンク 2台

2次冷却器オーバーフロータンク 2台

　　タンクトンク 1台

2次補助冷却器脇張タンク 1台

2次主冷却系各部内容器易燃部冷却装置タンク 1台

・ ティスクカーブリッパル用工具コレタングラッシュ 1台

予熱室ガス系プロワ車両受荷滑油循環用ヘッドタンク 1台

　　" " " " 1台

1次主冷却系ホンブ潤滑用タンク 2台

2次 " " 2台

ボイラーディーゼル燃料用貯油槽 4台

ボイラーホイール用オイルサーキストンク 1台

ディーゼル燃料主タンク 2台

　　" 燃料小出しタンク 2台

アルコール液体タンク 1台

今回変更許可申請のタンク

アルコール液体処理装置リボルバー 1臺

　　蒸留塔 1台

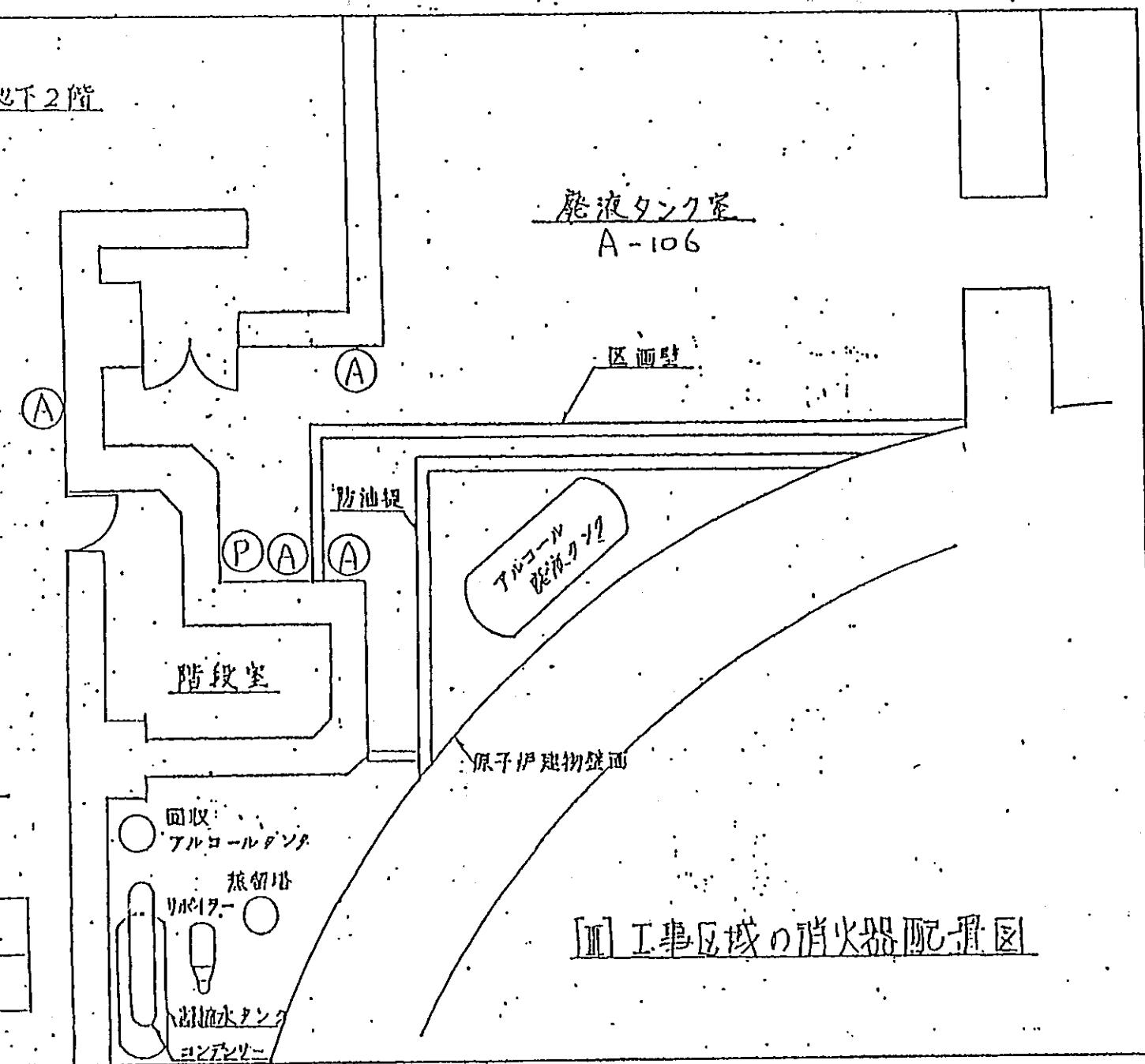
　　" 回收アルコールタンク 1台

原子炉建物地下2階

計器盤 操作盤

補機冷却系検査室
A-104.

(A)	ABC 消火器
(P)	防護具



3

様式第3

(副)

危険物製造所変更許可申請書

年 月 日

大洗町長 殿

茨城県東茨城郡大洗町成田町4002
申請者 動力炉・核燃料開発事業団
生所大洗工学センター大洗実験炉

兵名所長坂田



設置者	生 所	茨城県東茨城郡大洗町成田町4002		電話 029-20 7-4444番
	兵 名	所長坂田		
設置場所	茨城県東茨城郡大洗町成田町4002 高速実験炉			
設置場所の地域別	防火地域別	用途地域別		
製造所等の別	取扱所	貯蔵所又は取扱所の区分	一般取扱所	
危険物の種類、品名、最大数量	引き抜き1.参考	指定数量の4.510.12 吨		
変更の内容	宇20号タンクを1臺新設する。			
変更の理由	機器の洗浄に使用して廃アルコールを貯蔵する。			
変更予定期日	昭和53年3月20日	完成予定期日	昭和53年3月31日	
その他必要な事項	許可年数5. 昭和51年7月19日 販売許可129号			
		第 1677 号 昭和53年 序章のこと 大洗	手取料 14,000 	

- 備考 1 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。
 2 法人にあつては、その名称、代表者氏名、主たる本拠所の所在地を記入すること。

規格第2のへ

二十号ナシフ

屋外フランジ接合部

構造設備明細書

屋内フランジ接合部

事業の概要	高速実験炉建場 アルコール廢液ナシフ		
基礎地盤の概要	ナシフの脚をユニフリート内に基礎ボルトにより取付		
形状	横置円筒型	常圧 加圧の別	加圧 (0.4kg/cm ²)
寸法	Φ1900 × H3940	容積	9000l
材質板厚	SUS304 . 6mm		
通気管	種別	放	消音又は作動弁
安全装置	種別	立	作動圧
	安全弁	1	0.5kg/cm ²
対応装置	液面計		
給油口の位置	入口(上部)1/2B, 出口(下部)1B		
防油堤	構造	逆	容積
	コンクリート構造を設ける		11.5m ³
配管	管路配管は、1/2B, 1B×3, 3/4B, 1/2B のステンレス鋼管		
消防設備	設置場所は ABC 消火器 2台		
その他			
工事請負者	東京都文京区本郷1丁目28番25号		
住所氏名	オルガノ株式会社	電話番号	815-7111番

備考 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。

様式第2のイ

二 造 手 構 造 設 備 明 細 書
(一般取扱方)

事業の概要	高圧電気炉「常陽」の運転				
危険物の取扱作業の内容	鉛アリウム：カリウム冷却電気炉「常陽」の原燃料として取扱う。 テモ石油類：非常用にて発電機ボイラーカ燃料及び本機器起動の潤滑油として使用する。 オキシ石油類：機器部の潤滑油として使用する。 アルコール類：機器部の充満用として使用する。				
建物の構造物	地上4階 地下2階 建地面積 4754.47 m ² はり 鋼筋コンクリート 壁 鋼板鋼筋コンクリート 出入口 間口2.4m 高さ2.8m				
主な取扱設備	原燃料本体	カリウム供給装置	アリウム供給装置	テモ油供給装置	ボイラ-設備
取扱設備	原燃料冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置
取扱設備	荷物冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置
取扱設備	アリウム純化装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置
取扱設備	アリウム充電及びドレン装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置	電動冷却装置
金額タクシードの内訳	引紙 2枚				
配管	ステンレス鋼、普通鋼等の管等加工設備	アセチレンガス管	アセチレンガス管	アセチレンガス管	アセチレンガス管
加熱設備	原燃料用定気ロータ-装置	乾燥設備	なし	なし	なし
換気設備	空調装置(送風)	電動除湿機	なし	なし	なし
電気設備	配線 電源装置 電灯 電動機その他	電源装置 電動機定気ロータ-装置 電動機定気ロータ-装置	電動機定気ロータ-装置	電動機定気ロータ-装置	電動機定気ロータ-装置
産業設備	送電装置	安裝設備	自噴火災警報装置	自噴火災警報装置	自噴火災警報装置
前次設備	前回(ABCD)46本 (A1L...L7S:100本 110ニ:5本)				
工事請負者	東京都文京区本郷1丁目2号番23号		03		
住所氏名	オレカノ株式会社			電話815-7111番	

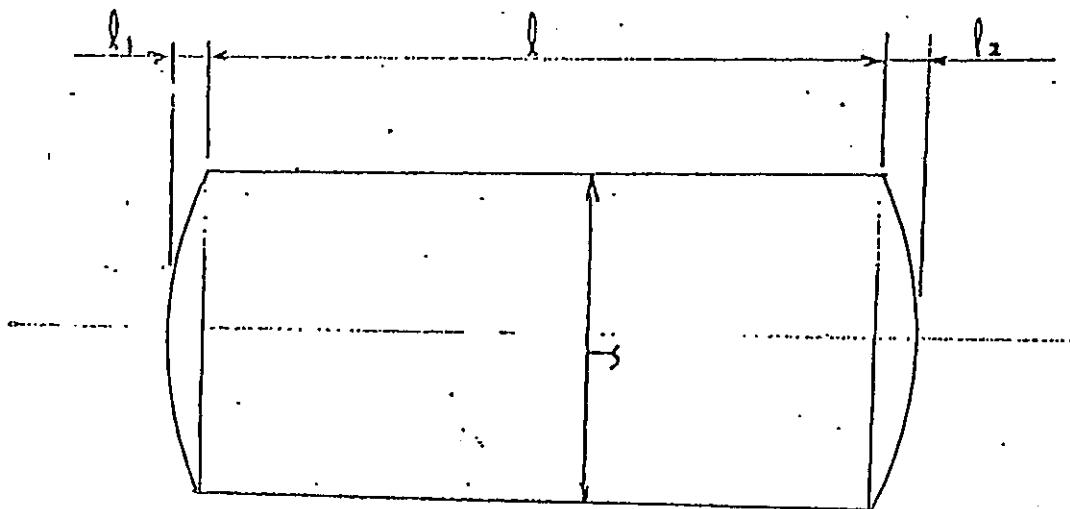
備考 この用紙の大きさは、日本工業規格B5とすること。

危険物の類、品名最大数量

類	品名	前回申請 最大数量	今回申請 最大数量	合計	
第3類	金属ナトリウム	225,000kg	—	225,000kg	指定数量の45,000倍
第4類	第3石油類	108,500l	—	108,500l	〃 54.25倍
第4類	第4石油類	360l	—	360l	〃 0.12倍
第4類	アルコール類	350l	9,000l	9,350l	〃 46.75倍

第2C号タンク 容量計算書

タンク名稱	基數	形状	r (mm)	l (mm)	l_1 (mm)	l_2 (mm)	内容量 (リットル)	空間容量 (リットル)	タンク容量 (リットル)
アルコール溶液タンク	1	横置 内筒型	1900	3040	475	475	9517	517	9000



$$\text{内容量} = \frac{\pi r^2}{4} \left(l + \frac{l_1 + l_2}{3} \right)$$

$$= \frac{\pi}{4} (1900)^2 \left(3040 + \frac{475 + 475}{3} \right)$$

$$= 9517 \times 10^3 \text{ cc}$$

$$= 9517 \text{ l}$$

$$\text{空間容量} = 9517 \times \frac{94.6}{100} \approx 9000$$

$$\text{容率} \leq 64 < 10$$

危険物の規制に関する政令

(製造所の基準)

第九条 法第十条第四項の製造所の位置、構造及び設備(消火設備、警報設備及び避難設備を除く。以下この章の第一節から第三節までにおいて同じ。)の技術上の基準は、次のとおりとする。

- 一 製造所の位置は、次に掲げる建築物等から当該製造所の外壁又はこれに相当する工作物の外側までの間に、それぞれ当該建築物等について定める距離を保つこと。ただし、イからハまでに掲げる建築物等について、不燃材料(建築基準法(昭和二十五年法律第二百一号)第二条第九号の不燃材料のうち、自治省令で定めるものをいう。以下同じ。)で造った防火上有効な塀を設けること等により、市町村長等が安全であると認めた場合は、当該市町村長等が定めた距離を当該距離とすることができる。
 - イ 口からニまでに掲げるもの以外の建築物その他の工作物で住居の用に供するもの(製造所の存する敷地と同一の敷地内に存するものを除く。) 十メートル以上
 - ロ 学校、病院、劇場その他多数の人を収容する施設で自治省令で定めるもの 三十メートル以上
 - ハ 文化財保護法(昭和二十五年法律第二百十四号)の規定によつて重要文化財、重要有形民俗文化財、史跡若しくは重要な文化財として指定され、又は旧重要美術品等の保存に関する法律(昭和八年法律第四十三号)の規定によつて重要美術品として認定された建造物 五十メートル以上
- ニ 高圧ガスその他災害を発生させるおそれのある物を貯蔵し、又は取り扱う施設で自治省令で定めるもの 自治省令で定める距離
- ホ 使用電圧が七千ボルトをこえ三万五千ボルト以下の特別高圧架空電線 水平距離三メートル以上
- ヘ 使用電圧が三万五千ボルトをこえる特別高圧架空電線 水平距離五メートル以上
- 二 危険物を取り扱う建築物その他の工作物(危険物を移送するための配管その他これに準ずる工作物を除く。)の周囲に、次の表に掲げる区分に応じそれぞれ同表に定める幅の空地を保有すること。ただし、自治省令で定めるところにより、防火上有効な隔壁を設けたときは、この限りでない。

区分	空地の幅
指定数量の倍数が十以下の製造所	三メートル以上
指定数量の倍数が十を超える製造所	五メートル以上

- 三 製造所には、自治省令で定めるところにより、見やすい箇所に製造所である旨を表示した標識及び防火に関し必要な事項を揭示した掲示板を設けること。
- 四 危険物を取り扱う建築物は、地階(建築基準法施行令(昭和二十五年政令第三百三十八号)第一条第二号に規定する地階をいう。)を有しないものであること。
- 五 危険物を取り扱う建築物は、壁、柱、床、はり及び階段を不燃材料で造るとともに、延焼のおそれのある外壁を出入口以外の開口部を有しない耐火構造(建築基準法第二条第七号の耐火構造をいう。以下同じ。)の壁とすること。
- 六 危険物を取り扱う建築物は、屋根を不燃材料で造るとともに、金属板その他の軽量な不燃材料でふくこと。ただし、第二類の危険物(粉状のもの及び引火性固体を除く。)のみを取り扱う建築物にあつては、屋根を耐火構造とことができる。
- 七 危険物を取り扱う建築物の窓及び出入口には、甲種防火戸(建築基準法施行令第百十条第一項に規定する甲種防火戸をいう。以下同じ。)又は乙種防火戸(建築基準法施行令第百十条第二項及び第三項に規定する乙種防火戸をいう。以下同じ。)を設けるとともに、延焼のおそれのある外壁に設ける出入口には、隨時開けることができる自動閉鎖の甲種防火戸を設けること。
- 八 危険物を取り扱う建築物の窓又は出入口にガラスを用いる場合は、網入ガラスとすること。

危険物の規制に関する政令

- 九 液状の危険物を取り扱う建築物の床は、危険物が浸透しない構造とするとともに、適当な傾斜をつけ、かつ、ためますを設けること。
- 十 危険物を取り扱う建築物には、危険物を取り扱うために必要な採光、照明及び換気の設備を設けること。
- 十一 可燃性の蒸気又は可燃性の微粉が滞留するおそれのある建築物には、その蒸気又は微粉を屋外の高所に排出する設備を設けること。
- 十二 屋外に設けた液状の危険物を取り扱う設備には、その直下の地盤面の周囲に高さ〇・一五メートル以上の囲いを設け、又は危険物の流出防止にこれと同等以上の効果があると認められる自治省令で定める措置を講ずるとともに、当該地盤面は、コンクリートその他危険物が浸透しない材料で覆い、かつ、適当な傾斜及びためますを設けること。この場合において、第四類の危険物（水に溶けないものに限る。）を取り扱う設備にあつては、当該危険物が直接排水溝に流入しないようにするため、ためますに油分離装置を設けなければならない。
- 十三 危険物を取り扱う機械器具その他の設備は、危険物のもれ、あふれ又は飛散を防止することができる構造とすること。ただし、当該設備に危険物のもれ、あふれ又は飛散による災害を防止するための附帯設備を設けたときは、この限りでない。
- 十四 危険物を加熱し、若しくは冷却する設備又は危険物の取扱に伴つて温度の変化が起る設備には、温度測定装置を設けること。
- 十五 危険物を加熱し、又は乾燥する設備は、直火を用いない構造とすること。ただし、当該設備が防火上安全な場所に設けられているとき、又は当該設備に火災を防止するための附帯設備を設けたときは、この限りでない。
- 十六 危険物を加圧する設備又はその取り扱う危険物の圧力が上昇するおそれのある設備には、圧力計及び自治省令で定める安全装置を設けること。
- 十七 電気設備は、電気工作物に係る法令の規定によること。
- 十八 危険物を取り扱うにあたつて静電気が発生するおそれのある設備には、当該設備に蓄積される静電気を有効に除去する装置を設けること。
- 十九 指定数量の倍数が十以上の製造所には、自治省令で定める避雷設備を設けること。ただし、周囲の状況によつて安全上支障がない場合においては、この限りでない。
- 二十 危険物を取り扱うタンク（屋外にあるタンク又は屋内にあるタンクであつて、その容量が指定数量の五分の一未満のものを除く。）の位置、構造及び設備は、次によること。
- イ 屋外にあるタンクの構造及び設備は、第十一条第一項第四号（特定屋外貯蔵タンクに係る部分を除く。）、第五号から第十号まで及び第十一号から第十二号までに掲げる屋外タンク貯蔵所の危険物を貯蔵し、又は取り扱うタンクの構造及び設備の例（同条第五項の規定により自治省令で定める特例を含む。）によるほか、液体危険物タンクであるものの周囲には、自治省令で定めるところにより、危険物が漏れた場合にその流出を防止するための自治省令で定める防油堤を設けること。
- ロ 屋内にあるタンクの構造及び設備は、第十二条第一項第五号から第九号まで及び第十号から第十一号までに掲げる屋内タンク貯蔵所の危険物を貯蔵し、又は取り扱うタンクの構造及び設備の例によるものであること。
- ハ 地下にあるタンクの位置、構造及び設備は、第十三条第一項（第五号、第九号の二及び第十二号を除く。）、同条第二項（同項においてその例によるものとされる同条第一項第五号、第九号の二及び第十二号を除く。）又は同条第三項（同項においてその例によるものとされる同条第一項第五号、第九号の二及び第十二号を除く。）に掲げる地下タンク貯蔵所の危険物を貯蔵し、又は取り扱うタンクの位置、構造及び設備の例によるものであること。

危険物の規制に関する政令

二十一 危険物を取り扱う配管の位置、構造及び設備は、次によること。

- イ 配管は、その設置される条件及び使用される状況に照らして十分な強度を有するものとし、かつ、当該配管に係る最大常用圧力の一・五倍以上の圧力で水圧試験(水以外の不燃性の液体又は不燃性の気体を用いて行う試験を含む。)を行つたとき漏えいその他の異常がないものであること。
- ロ 配管は、取り扱う危険物により容易に劣化するおそれのないものであること。
- ハ 配管は、火災等による熱によつて容易に変形するおそれのないものであること。ただし、当該配管が地下その他の火災等による熱により悪影響を受けるおそれのない場所に設置される場合にあつては、この限りでない。
- ニ 配管には、自治省令で定めるところにより、外面の腐食を防止するための措置を講ずること。ただし、当該配管が設置される条件の下で腐食するおそれのないものである場合にあつては、この限りでない。
- ホ 配管を地下に設置する場合には、配管の接合部分(溶接その他危険物の漏えいのおそれがないと認められる方法により接合されたものを除く。)について当該接合部分からの危険物の漏えいを点検することができる措置を講ずること。
- ヘ 配管に加熱又は保溫のための設備を設ける場合には、火災予防上安全な構造とすること。
- ト イからへまでに掲げるもののほか、自治省令で定める基準に適合するものとすること。

二十二 電動機及び危険物を取り扱う設備のポンプ、弁、接手等は、火災の予防上支障のない位置に取り付けること。

- 2 引火点が百三十度以上の第四類の危険物(以下「高引火点危険物」という。)のみを自治省令で定めるところにより取り扱う製造所については、自治省令で、前項に掲げる基準の特例を定めることができる。
- 3 アルキルアルミニウム、アルキルリテウム、アセトアルデヒド、酸化プロピレンその他の自治省令で定める危険物を取り扱う製造所については、当該危険物の性質に応じ、自治省令で、第一項に掲げる基準を超える特例を定めることができる。

(昭三五政一八五・昭四〇政三〇八・昭四六政一六八・昭四八政三七八・昭五〇政二九三・昭五一政一五三・昭五二政一〇・昭五九政一八〇・昭六三政三五八・平五政二六八・平一〇政三一・一部改正)

危険物の規制に関する政令

(一般取扱所の基準)

第十九条 第九条第一項の規定は、一般取扱所の位置、構造及び設備の技術上の基準について準用する。

2 次に掲げる一般取扱所のうち自治省令で定めるものについては、自治省令で、前項に掲げる基準の特例を定めることができる。

- 一 吹付塗装作業を行う一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 二 洗浄の作業を行う一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 三 焼入れ作業を行う一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 四 車両に固定されたタンクに危険物を注入する一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 五 容器に危険物を詰め替える一般取扱所
 - 六 危険物を用いた油圧装置又は潤滑油循環装置を設置する一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 七 切削油として危険物を用いた切削装置又は研削装置を設置する一般取扱所その他これに類する一般取扱所
 - 八 危険物以外の物を加熱するため危険物を用いた熱媒体油循環装置を設置する一般取扱所その他これに類する一般取扱所
- 3 高引火点危険物のみを自治省令で定めるところにより取り扱う一般取扱所については、自治省令で、前二項に掲げる基準の特例を定めることができる。
- 4 アルキルアルミニウム、アルキルリチウム、アセトアルデヒド、酸化プロピレンその他の自治省令で定める危険物を取り扱う一般取扱所については、当該危険物の性質に応じ、自治省令で、第一項に掲げる基準を超える特例を定めることができる。

(昭四八政三七八・昭六三政三五八・平一〇政三一・一部改正)

危険物の規制に関する規則

(安全装置)

第十九条 令第九条第一項第十六号(令第十九条第一項において準用する場合を含む。)、令第十一条第一項第八号(令第九条第一項第二十号イにおいてその例による場合及びこれを令第十九条第一項において準用する場合を含む。)、令第十二条第一項第七号(令第九条第一項第二十号ロにおいてその例による場合及びこれを令第十九条第一項において準用する場合並びに令第十二条第二項においてその例による場合を含む。)及び令第十三条第一項第八号(令第九条第一項第二十号ハにおいてその例による場合及びこれを令第十九条第一項において準用する場合並びに令第十三条第二項(令第九条第一項第二十号ハにおいてその例による場合及びこれを令第十九条第一項において準用する場合並びに令第十七条第一項第六号イにおいてその例による場合を含む。)、令第十三条第三項(令第九条第一項第二十号ハにおいてその例による場合及びこれを令第十九条第一項において準用する場合並びに令第十七条第一項第六号イにおいてその例による場合を含む。)及び令第十七条第一項第六号イにおいてその例による場合を含む。)の自治省令で定める安全装置は、次の各号のとおりとする。ただし、第四号に掲げるものは、危険物の性質により安全弁の作動が困難である加圧設備に限つて用いることができる。

- 一 自動的に圧力の上昇を停止させる装置
 - 二 減圧弁で、その減圧側に安全弁を取り付けたもの
 - 三 警報装置で、安全弁を併用したもの
 - 四 破壊板
- 2 令第十五条第一項第四号の自治省令で定める安全装置は、次の各号のとおりとする。
- 一 常用圧力が二十キロバスカル以下のタンクに係るものにあつては二十キロバスカルを超えて二十四キロバスカル以下の範囲の圧力で、常用圧力が二十キロバスカルを超えるタンクに係るものにあつては常用圧力の一・一倍以下の圧力で作動するもの
 - 二 吹き出し部分の有効面積が、容量が二千リットル以下のタンク室(間仕切により仕切られたタンク部分をいう。以下同じ。)に係るものにあつては十五平方センチメートル以上、容量が二千リットルを超えるタンク室に係るものにあつては二十五平方センチメートル以上であるもの
- 3 前二項に掲げる安全装置の構造は、告示で定める規格に適合するものでなければならない。

(昭三五自省令三・昭四六自省令一二・昭五一自省令一八・平元自省令五・平五自省令二二・平一〇自省令六・一部改正)