

平成 16 年度化学物質安全確保・国際規制対策推進等  
調査報告書  
化学物質排出量等管理マニュアル

平成 17 年 3 月

社団法人 化学工学会

## はじめに

化学物質の利用は、現代社会における豊かで便利な生活を支えているといえるが、このことは、一方で化学物質による健康障害、環境汚染といった問題も引き起こしており、使用される多種多様な化学物質をいかに管理すべきかについて社会的な関心が集まっている。このような背景の中、化学物質の有害性を環境・安全・健康という多角的な側面から捉え、化学物質のライフサイクルにわたって科学的方法論に基づいて総合的に管理する「化学物質の総合安全管理」の必要性が提唱されている。1992年にリオデジャネイロで開催された地球サミットで出されたアジェンダ 21 第 19 章には PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) 制度が提言された。その後、1996年に OECD 理事会より PRTR 制度の導入推進の勧告が加盟国におこなわれた。これを受けて、我が国でも平成 11 年 7 月に「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」が公布され、平成 12 年 3 月から施行されている。この法律は、人の健康や生態系への有害性に懸念がある化学物質の環境への排出量、移動量の届出 (PRTR 制度) を義務付け、事業者の化学物質の自主管理を促進するものである。今後この法律のもとに自主管理に軸足を置いた化学物質管理を着実に実施し定着していくことが、将来に向けて豊かな社会を持続していくためのポイントとなると考えられる。

上述の法律で求められている、指定化学物質の排出量及び移動量の把握については、現在いくつかの具体的なマニュアルが公開されており、事業者も排出量及び移動量の把握にあたって、それらを利用することが可能となっている。一方、この法律の目的である把握された排出量及び移動量のデータ等を用いて化学物質の管理の改善を自主的に進める点については、政府から指針が示されているものの、具体的方法を示したマニュアルはほとんど見あたらない。そこで、経済産業省から化学工学会が委託を受け、本委員会を設置し、化学物質の管理の改善についての具体的な解説をおこなうマニュアルの作成に取り組んだ。今年度は、主要な工程として「めっき工程」、「洗浄工程」、「有機合成工程」の 3 つの工程を取り上げ、化学物質の管理の改善について具体的に解説したマニュアルを作成した。

作成したマニュアルが、化学物質の的確な管理の推進に役立つことを望んでいる。

最後になりましたが、マニュアルの作成においてワーキンググループに参加された関係者をはじめ多くの方々にご協力いただきました。ここにお礼申し上げます。

PRTR 管理マニュアル検討委員会・作成ワーキンググループ  
委員長 土橋 律 (東京大学大学院工学系研究科助教授)

**平成 16 年度 経済産業省 化学物質国際規制対策推進等  
(化学物質排出量等管理マニュアル) 実施体制**

経済産業省は、社団法人化学工学会に化学物質排出量等管理マニュアルの作成を委託した。化学工学会は、化学物質排出量等管理マニュアル作成ワーキンググループ、並びに取りまとめを行う化学物質排出量等管理マニュアル検討委員会を設置した。

**化学物質排出量等管理マニュアル検討委員会**

(委員長)	土橋 律	東京大学大学院工学系研究科 助教授
(委員)	吉永 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科 助教授
	石崎 直温	社団法人日本化学工業協会環境安全部兼化学品管理部 部長
	手塚 和彦	イー・アンド・イーソリューションズ株式会社 環境第 1 事業部環境管理計画室 室長
	佐藤 興	化学安全技術研究所 所長
	大歳 幸男	イー・ネット・コミュニケーションズ 代表
(オブザーバー)		
	山田 博	経済産業省製造産業局化学物質管理課 課長補佐
	箱嶋 美咲	経済産業省製造産業局化学物質管理課管理係
	中谷 行宏	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 主任
	大島 昭三	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
	苑田 毅	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
	堂腰 範明	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
(事務局)		
	佐藤 朋有	社団法人化学工学会 部長
	北川 浩	社団法人化学工学会
	松崎 俊秀	社団法人化学工学会

## 化学物質排出量等管理マニュアル作成ワーキンググループ

(委員長)	土橋 律	東京大学大学院工学系研究科 助教授
(委員)	吉永 淳	東京大学大学院新領域創成科学研究科 助教授
	石崎 直温	社団法人日本化学工業協会環境安全部兼化学品管理部 部長
	手塚 和彦	イー・アンド・イーソリューションズ株式会社 環境第1事業部環境管理計画室 室長
	佐藤 興	化学安全技術研究所 所長
	大歳 幸男	イー・ネット・コミュニケーションズ 代表
(業界委員)		
(めっき工程)		
	川上 洋一	合資会社東亜鍍金工場 社長
	和田 洋六	日本ワコン株式会社 取締役技術部長
	武田 光史	全国鍍金工業組合連合会 技術顧問
(洗浄工程)		
	小田 重男	株式会社トクヤマ機能材料品質保証グループ 主任
	北村 健郎	旭硝子株式会社化学品カンパニー事業統括本部 CS推進グループ リーダー
	中嶋 生朗	キャノン株式会社グローバル環境推進本部環境・統括技術本部 グリーン調達推進部 課長
	山下 俊一	クロロカーボン衛生協会 技術部長
(有機合成工程)		
	山村 重夫	日本化薬株式会社市場開発グループ グループ長兼開発チーム長
	四海 潔	元三井化学株式会社
(オブザーバー)		
	山田 博	経済産業省製造産業局化学物質管理課 課長補佐
	箱嶋 美咲	経済産業省製造産業局化学物質管理課管理係
	中谷 行宏	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 主任
	大島 昭三	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
	苑田 毅	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
	堂腰 範明	独立行政法人製品評価技術基盤機構化学物質管理センター リスク管理課 技術専門職員
(事務局)		
	佐藤 朋有	社団法人化学工学会 部長



北川 浩	社団法人化学工学会
松崎 俊秀	社団法人化学工学会

# 目 次

## 第Ⅰ節 化学物質排出量等管理マニュアルについて

第1章 化学物質排出量等管理マニュアルについて	5
1. はじめに	5
2. 管理体系	5
3. 管理計画の策定	8
3. 1. 概 要	8
3. 2. 管理計画のイメージ	8
3. 3. 管理計画策定の考え方	9
3. 4. MSDS（化学物質安全データシート）の活用	9
3. 5. 管理計画の策定と推進	12
3. 6. 中期計画のイメージ	13
4. 管理体制	14
4. 1. 概 要	14
4. 2. 管理体制のイメージ図	14
5. 設備の改善その他の指定化学物質等の管理対策	16
5. 1. 概 要	16
6. 回収・再利用その他の指定化学物質等の使用の合理化	17
6. 1. 概 要	17
7. 教育・訓練	18
7. 1. 概 要	18
7. 2. 教育・訓練の例	19
8. 情報の収集と整理	20
8. 1. 概 要	20
8. 2. 情報管理のフロー	21
9. 国民の理解の増進	22
9. 1. 概 要	22
9. 2. リスクコミュニケーション	22
9. 3. リスク管理とリスクコミュニケーションのイメージ	23
9. 4. リスクコミュニケーションのイメージ	23

## 第Ⅱ節 工程別の化学物質排出量等管理マニュアル

第1章 めっき工程の化学物質排出量等管理マニュアル	29
1. はじめに	29
2. 管理計画の策定	29

2. 1. 管理計画策定のためのチェックリストの例	29
2. 2. 管理・改善目標の例	31
2. 3. 管理・改善計画のイメージ	31
3. 指定化学物質を取り扱う施設・場所	31
3. 1. 各施設共通事項	32
3. 2. 貯蔵及び保管	32
3. 3. 作業施設（前処理工程－めっき工程－後処理工程）	33
4. 管理対策の実施	33
4. 1. 作業要領の策定	34
4. 2. 点検要領の策定	37
4. 3. 点 検	37
4. 4. 原材料の購入	39
4. 5. 指定化学物質等の管理	40
4. 5. 1. 浴管理	40
4. 5. 2. 排水処理	41
5. 改善・使用の合理化の事例	47
5. 1. 工程改善等による排出量の抑制事例	47
5. 1. 1. めっき液の汲み出し低減対策	47
5. 1. 2. 水洗工程の改善	48
5. 1. 3. 地下浸透防止対策	49
5. 1. 4. 溶剤脱脂工程の密閉化	50
5. 1. 5. めっき設備、付属設備の事故防止対策	51
5. 2. 回収・再利用等使用の合理化による排出の抑制事例	53
5. 2. 1. めっきスラッジのリサイクル	53
5. 2. 2. 有機溶剤の排ガス処理	53
5. 2. 3. めっき液の回収利用	54
5. 2. 4. 金属の電解回	54
参考資料	56
参考資料 1. めっき工程に使われる代表的な処理液組成	56
参考資料 2－1. 化学物質等安全データシート（MSDS）	
めっき液の事例	58
参考資料 2－2. 化学物質等安全データシート（MSDS）	
クロメート剤の事例	61
参考資料 3. めっき工程における PRTR 排出量・移動量算出	
方法の概要	65
参考資料 4. 参考にした資料	77

1. はじめに	81
2. 管理計画の策定	81
2. 1. 管理計画策定のためのチェックリストの例	81
2. 2. 大気への排出実態の把握	83
2. 3. 管理・改善目標の例	83
2. 4. 管理・改善計画のイメージ	84
3. 指定化学物質を取り扱う施設・場所	84
3. 1. 取り扱う施設・場所	84
3. 1. 1. 共通事項	84
3. 1. 2. 貯蔵施設・場所	88
3. 1. 3. 作業施設・場所	89
4. 管理対策の実施	90
4. 1. 作業要領の策定等	92
4. 2. 点検要領の策定等	97
4. 2. 1. 点検管理要領の策定等	97
4. 2. 2. 貯蔵施設・場所及び貯蔵容器の点検管理	104
4. 2. 3. 作業施設の点検管理	105
4. 2. 4. 作業場所の点検管理	105
4. 3. 移替作業	106
4. 4. 使用	107
4. 5. 作業環境測定	113
4. 6. 装置の洗浄	114
5. 改善・使用の合理化の事例	115
5. 1. 工程改善等による排出量の抑制事例	115
5. 1. 1. 施設の構造等の改善措置	115
5. 1. 2. 漏出処理	116
5. 1. 3. 塩素系溶剤の大気への排出削減	116
5. 1. 4. 塩素系溶剤の排水の処理及び管理	135
5. 2. 使用済み塩素系溶剤の再生利用及び回収再利用	142
5. 2. 1. 再生利用	142
5. 2. 2. 回収再利用	146
参考資料	147
参考資料1. 塩素系溶剤の性状	147
参考資料2. 関係法令	155
参考資料3. 大気・水及び土壌の塩素系溶剤の分析方法	158
参考資料4. 塩素系溶剤の排出口濃度の測定法	160
参考資料5. 脱脂洗浄における塩素系溶剤の取扱量、排出量及び 移動量の簡易算出マニュアル	162

参考資料 6. 化学物質等安全データシート (MSDS)	
塩化メチレンの事例	176
参考資料 7. 塩素系溶剤製造販売業者・輸入業者及び商品名一覧	195
参考資料 8. HCF C系溶剤	197
参考資料 9. 水系洗浄剤	199
 第 3 章 有機合成工程の化学物質排出量等管理マニュアル	203
1. はじめに	203
2. 管理計画の策定	203
2. 1. 現状確認	203
2. 2. 資料の整備	204
2. 3. 管理計画の策定	206
2. 3. 1. 管理計画策定の手順	206
2. 3. 2. 管理計画策定手順の説明	206
3. 管理対策の実施	208
3. 1. 全般及び反応工程	209
3. 1. 1. 反応工程構成図	209
3. 1. 2. 現場点検チェックリストの例	210
3. 1. 3. 現場点検の全般的注意事項	211
3. 1. 4. 集合処理と発生源管理	212
3. 1. 5. 原料貯蔵関係注意事項	212
3. 1. 6. 反応関係注意事項	213
3. 1. 7. 設備の管理	214
3. 2. 蒸留工程	215
3. 2. 1. 蒸留工程構成図	215
3. 2. 2. 現場点検チェックリストの例	216
3. 2. 3. 蒸留工程注意事項	217
3. 2. 4. 設備の管理	218
3. 3. ろ過工程	220
3. 3. 1. ろ過工程構成図	220
3. 3. 2. 現場点検チェックリストの例	221
3. 3. 3. ろ過工程注意事項	222
3. 3. 4. 設備の管理	224
4. 管理改善・使用の合理化の事例	225
4. 1. 改善事例	225
4. 2. 改善事例の概要	227
4. 3. 改善スケジュールの例	230
参考資料	232

参考資料 1－1. 有機合成モデルフローシート	232
参考資料 1－2. 反応工程と単位操作	233
参考資料 1－3. 気相水素還元反応フローシート	234
参考資料 1－4. 酸化反応フローシート	235
参考資料 2. 反応、蒸留、ろ過の分類	236
参考資料 3. ろ過器の種類	237
参考資料 4. 参考にした資料	238

参考資料 指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び 第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針	239
(平成 12 年 3 月 30 日環境庁・通産省告示 1)	

## 第 I 節 化学物質排出量等管理マニュアルについて

## 第1章 化学物質排出量等管理マニュアルについて



## 第1章 化学物質排出量等管理マニュアルについて

### 1. はじめに

事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境保全上の支障を未然に防止するため、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」第3条の規定に基づき、「指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針」（平成12年3月30日環・通告1）（以下「化学物質管理指針」という。）が定められている。

化学物質管理指針では、事業者は化学物質の管理及び環境の保全に関する関係法令を遵守することはもとより、本指針に留意して、事業所における指定化学物質等の取扱い実態に即した方法により、指定化学物質等の取扱いに関する管理を実施するよう努めることとしている。

したがって、本指針が求めている要求事項を満足していれば、環境の保全を実施するために構築されたその管理システムは本指針に則ったものと言える。

この化学物質排出量等管理マニュアルは、本指針を概観するとともに、各工程に密接に関わる第1節第1章3項から6項における管理の事例を紹介したものである。

#### 留意事項

本化学物質排出量等管理マニュアルは、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」第3条の規定に基づく「化学物質管理指針」に留意した、事業者による指定化学物質等の適正な管理及び使用の合理化の自主的な取り組みを行う際の手引きを目的として作成されたものである。

ここでは、事業者は、労働安全衛生法、毒物及び劇物取締法等の化学物質の安全に関する法令や水質汚濁防止法、大気汚染防止法等の環境保全に関する法令等その他の法令を遵守して事業活動を行っていることを前提としていることに留意されたい。

### 2. 管理体系

指定化学物質を取り扱う事業者は、化学物質の環境への排出量の削減を図ることより環境に対する負荷の低減を図るなど化学物質の適正な管理が求められているが、これを実効を上げながら実施していくためには、

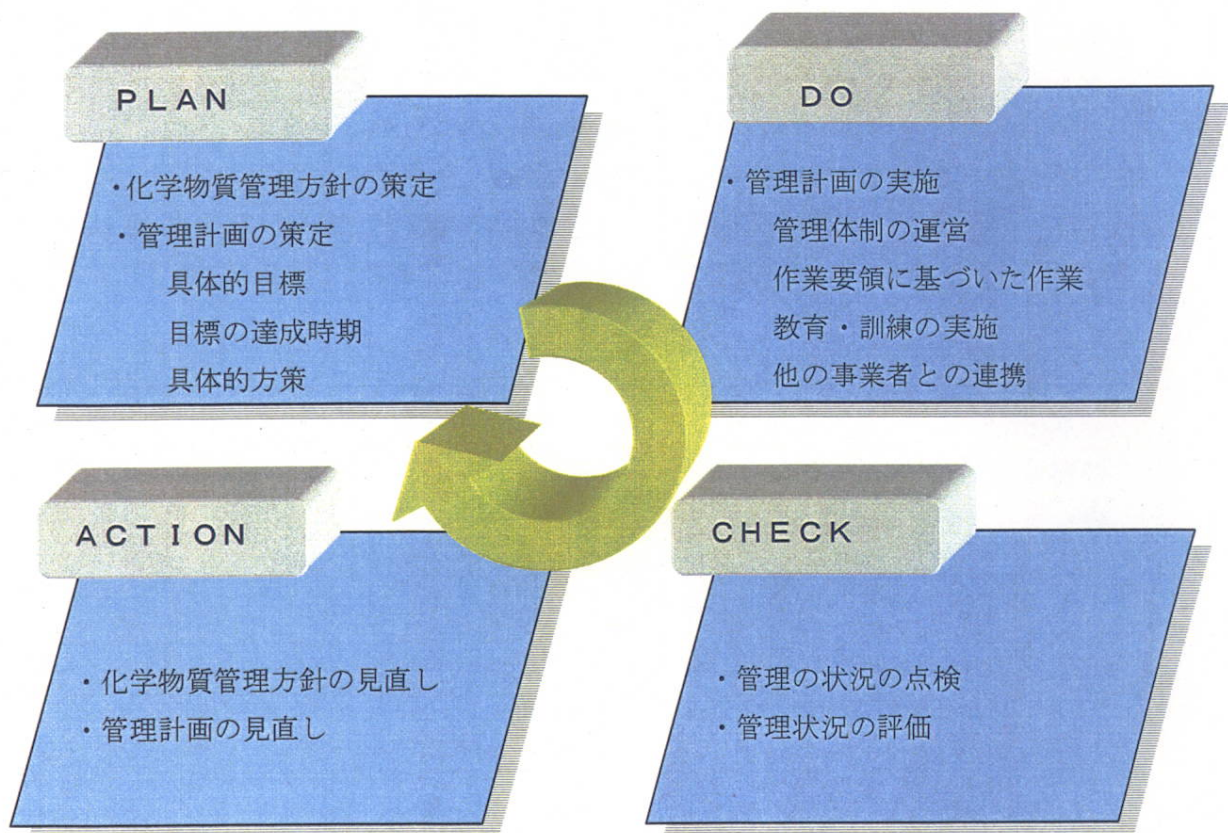
- ・ 化学物質管理の方針を定め
- ・ それに基づいた管理計画を定め
- ・ 管理計画を実施し
- ・ 管理状況の評価を行い
- ・ 化学物質管理の方針・管理計画の見直し

を、継続的に行っていくことが重要である。

このためには、化学物質管理方針の策定（PLAN）→管理計画の策定・実施（DO）→管理状況の点検・評価（CHECK）→管理計画の改善・見直し（ACTION）という一連の手続きに沿って進めることが実効性のある化学物質の管理となる。

この観点から見ると、化学物質管理指針が求めている事項は、化学物質の管理に焦点が当てられているものの、本質的には環境マネジメントシステムISO14000の要求事項と大きな相違はないものと考えられる。（巻末の化学物質管理指針参照）

### 管理体系図





## 化学物質管理指針の要求事項

### 化学物質管理指針

指定化学物質等の製造、使用その他の取扱いに係る設備の改善その他の指定化学物質等の管理に関する事項

- 一 化学物質の管理の体系化
  - (1) 化学物質管理の方針の策定
  - (2) 管理計画の策定
  - (3) 管理計画の実施
    - ア 組織体制の整備
    - イ 作業要領の策定
    - ウ 教育訓練の実施
    - エ 他の事業者との連携
  - (4) 管理の状況の評価及び方針等の見直し
- 二 情報の収集、整理等
  - (1) 指定化学物質等の取扱量の把握
  - (2) 指定化学物質等及び管理技術に関する情報の収集
- 三 管理対策の実施
  - (1) 設備点検の実施
  - (2) 指定化学物質を含有する廃棄物の管理
  - (3) 設備の改善等による排出の抑制
    - ア 水及び土壌への浸透等の防止構造
    - イ 大気への揮発等による排出の抑制構造
    - ウ 排ガス処理設備又は排水処理設備の設置
    - エ 指定化学物質等の取扱いに係る施設及び設備の維持及び管理
  - (4) 主たる工程に応じた対策の実施

指定化学物質等の製造の過程における回収・再利用その他の指定化学物質等の使用の合理化に関する事項

- 一 化学物質の管理の体系化、情報の収集、整理等
- 二 化学物質の使用の合理化対策
  - (1) 工程の見直し等による使用の合理化
    - ア 製品等の歩留まりの向上
    - イ 代替物質の使用及び代替技術の導入
    - ウ 回収及び再利用の促進
  - (2) 主たる工程に応じた対策の実施

指定化学物質等の管理の方法及び使用の合理化並びに第一種指定化学物質の排出の状況に関する国民の理解の増進に関する事項

- (1) 体制の整備
- (2) 情報の提供等
- (3) 国民の理解の増進のための人材の育成

指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報の活用に関する事項

- (1) 体制の整備等
- (2) 情報の活用

### 3. 管理計画の策定

指定化学物質等取扱事業者は化学物質管理の方針に即して、指定化学物質等の管理の改善を行うための具体的目標を設定するとともに、これを達成する時期及び具体的方策を定めた管理計画を策定すること。

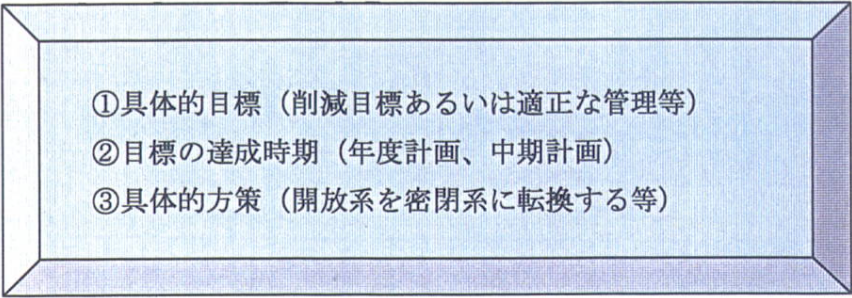
#### 3. 1. 概要

化学物質管理の方針に基づいた指定化学物質等の管理の改善を具体的に実施するためには、製造工程に関する内部情報やMSDS（化学物質等安全データシート）、市民からの苦情等の外部情報を活用することにより環境負荷を適正に把握することが重要である。

把握した環境負荷の現状を分析して、原材料の購入段階、保管段階、使用・製造段階、リサイクル、廃棄段階の全工程に関する、利用可能な最良の技術BAT（Best Available Technology）と実施コストを勘案して、実施可能な改善方策を検討する。

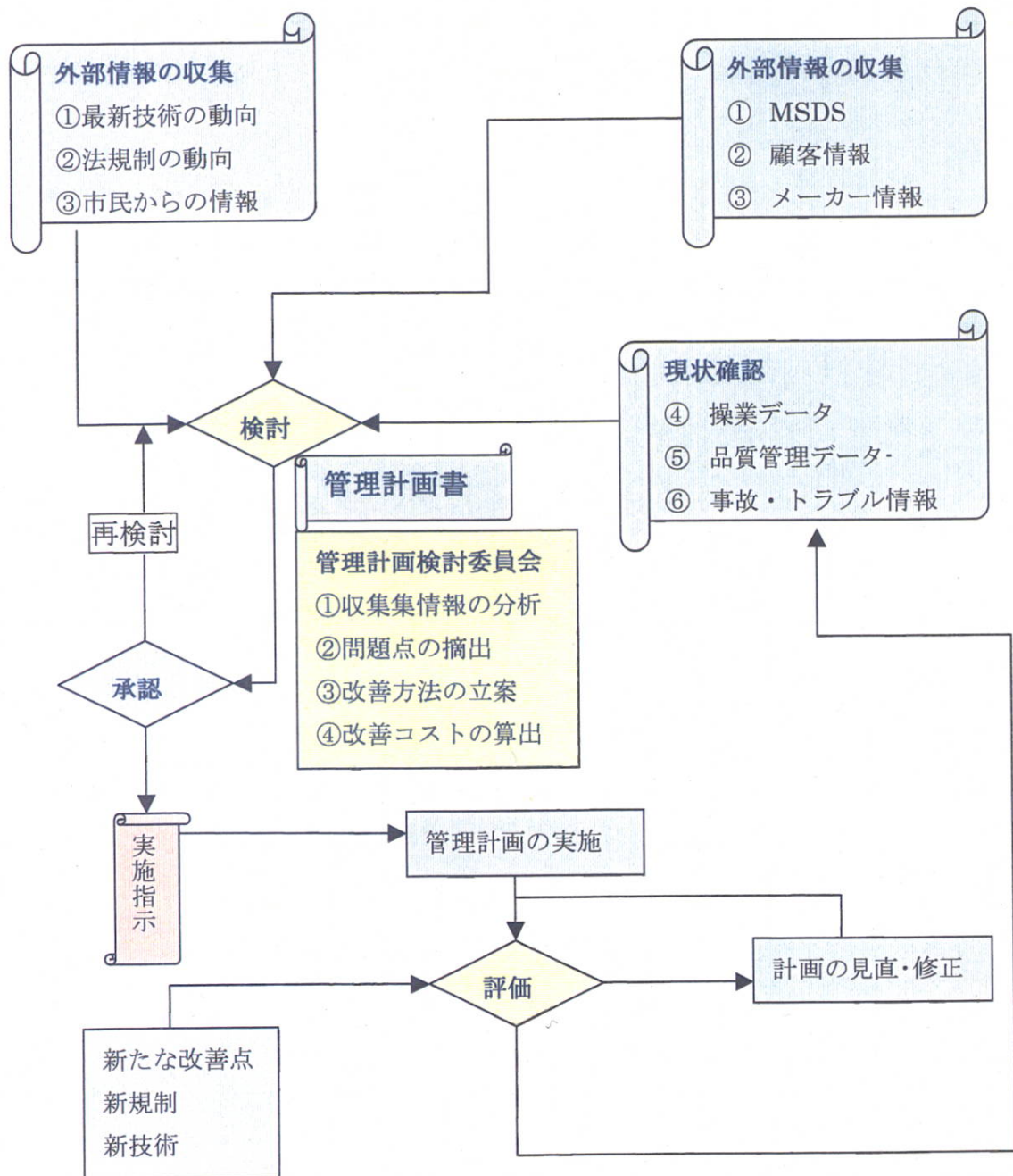
この具体的な方策により改善される指定化学物質等の削減あるいは適正な管理に関する目標を設定するとともに、目標達成のための実施スケジュールを設定する。

#### 3. 2. 管理計画のイメージ

- 
- ① 具体的目標（削減目標あるいは適正な管理等）
  - ② 目標の達成時期（年度計画、中期計画）
  - ③ 具体的方策（開放系を密閉系に転換する等）



### 3. 3. 管理計画策定の考え方



### 3. 4. 管理の状況の評価及び方針の見直し

設定された管理方針、管理計画及び作業要領は、管理計画策定のフローと同様の手順で、継続的に評価と見直しを行う。この手順はそれぞれP-D-C-AサイクルのCHECKとACTIONに当たるものである。評価した結果に基づいて、結果を反映させる形で管理方針、管理計画及び作業要領を見直すとともに、必要があれば実施体制も評価結果を反映させて見直しを行う。

### 3. 4. MSDS（化学物質等安全データシート）の活用

指定化学物質等取扱事業者は、提供された指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報（MSDS）の効率的な活用を図ること。

#### （1）MSDSの概要

指定化学物質等の排出量の把握等により指定化学物質等の管理を適正に実施するため、提供されたMSDSの効率的な活用が図られるような対策を取ることが必要である。

MSDSには、以下の事項が記載されている。

- ①製品名、含有する対象化学物質の名称・政令上の号番号・種類、含有率（有効数字2けた）
- ②MSDSを提供する事業者の名称、住所、担当者の連絡先
- ③化学物質が漏出した際に必要な措置
- ④取扱上及び保管の注意
- ⑤物理的・化学的性状
- ⑥安定性・反応性
- ⑦有害性・暴露性
- ⑧廃棄上及び輸送上の注意

その他以下の事項についても記載されていることがあります。

- ⑨有害性・暴露性の概要
- ⑩応急措置、火災時に必要な措置、労働者に対する暴露防止措置等
- ⑪適用される法令
- ⑫ ⑨～⑪の他、MSDSを提供する事業者が必要と認める事項

#### （2）MSDS（化学物質等安全データシート）の入手経路

## MSDSの入手経路

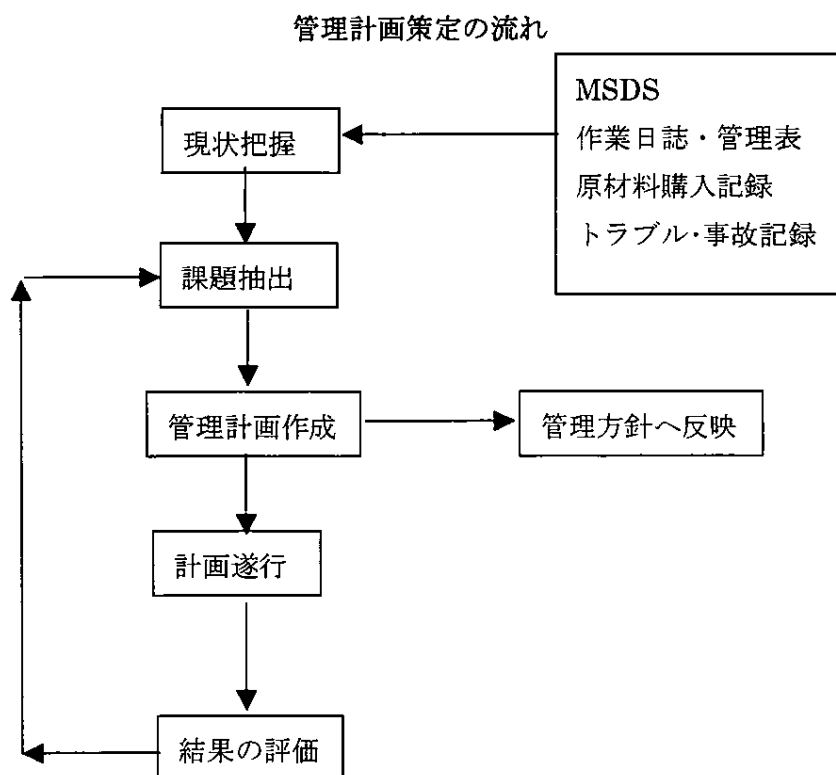


MSDS: Material Safety Data Sheet (化学物質等安全データシート)



### 3. 5. 管理計画の策定と推進

指定化学物質等の管理を適切に実施し、効果的な改善を行うために管理計画を作成することが有効である。



#### (1) 現状の把握

①事業所における化学物質等の管理状況を確認把握することが第一歩。

- ・各工程における使用している原材料の種類、量
- ・指定化学物質等の保管状況（保管場所、化学物質等の種類、量、保管方法）
- ・指定化学物質等の使用状況（種類毎の使用工程・量）
- ・排出状況（漏洩・発散による排出、排気・排水への排出・廃棄物の量）

②指定化学物質等の管理体制の現状

- ・管理責任者・担当者の配置状況
- ・管理責任者・担当者の権限と責任の付与状況
- ・事故等の緊急時に備えた体制の現状
- ・連絡・調整担当の配置又は指名

#### (2) 課題抽出

①原材料受入より最終製品の仕上がり出荷まで各工程における指定化学物質等の取り扱い、排出、移動、漏洩、等を把握し、管理のポイントを明確にする。

②改善すべき課題を明確にし、管理計画に盛り込む。

③管理方針へ反映する。



### 3. 6. 中期計画のイメージ

中期的な展開スケジュールを作成し、年度ごとに計画の進捗状況を把握・評価する。  
必要があれば、中期計画を見直す。

項 目	実 施 方 策	2XX5年度	2XX6年度	2XX7年度	2XX8年度
設備の改善	工場床面の塗装	α 区画	β 区画	γ 区画	
	換気ラインの設備見直し	設備検討・設計	α 区画工事	β、γ 区画工事	
	排ガス処理設備の設置		設備検討	設計	設備設置
工程の改善	作業手順の見直し・標準化	廃棄物管理	保管工程	塗装工程	製造工程
	塗装装置への局所廃棄フードの設置	設備検討・設計	設備設置		
使用減量化対策	塗料の原料検討	塗布量削減技術の検討	水系塗料導入検討、試験		
日常管理業務	従業員教育・訓練	継続実施 (年1回以上)	継続実施	継続実施	継続実施
	情報収集・整理	情報収集	MSDSデータベース構築(原料)	MSDSデータベース構築(製品)	
	化管法に基づく排出量等の把握及び報告	継続実施	継続実施	継続実施	継続実施
	施設の保守・点検	点検マニュアル作成・実施	継続実施	継続実施	継続実施

中期計画策定のメリットは資源（資金、人材等）を効率的に配分することができ、指定化学物質等の適正な管理及び使用の合理化を段階的に進めていくことができることである。

中期計画により、当初は比較的取り組みやすい作業工程における改善対策から実施して、計画的に資源を化学物質の管理に配分することにより、徐々にプロセスの改善等コストのかかる対策の実施が展望できる。

## 4. 管理体制

指定化学物質等取扱事業者は、管理計画を確実かつ円滑に実施するため、指定化学物質等を取り扱う事業所において、管理計画の実施に明確な責任を持ち、管理計画に盛り込まれた措置の実施の権限が与えられた責任者及び担当者を指名すること等により、全ての関係する部門において計画に盛り込まれた措置が確実に実施される体制を整備すること。

### 4. 1. 概要

指定化学物質等取扱事業者は、ISO14000の要求事項におけるように指定化学物質等の取扱いに関する管理計画に対して責任と権限を付与した管理責任者を指名する  
また、管理責任者の指示により管理計画を着実に実施し、管理責任者に進捗状況を報告する管理担当者を指名する。

管理責任者は管理計画の進捗状況を勘案し、経営トップに管理計画の見直し等を進言し、経営トップは本社機能における経営・環境会議等の場で管理計画の進捗状況の評価を行い、必要に応じて管理方針、管理計画を見直す。

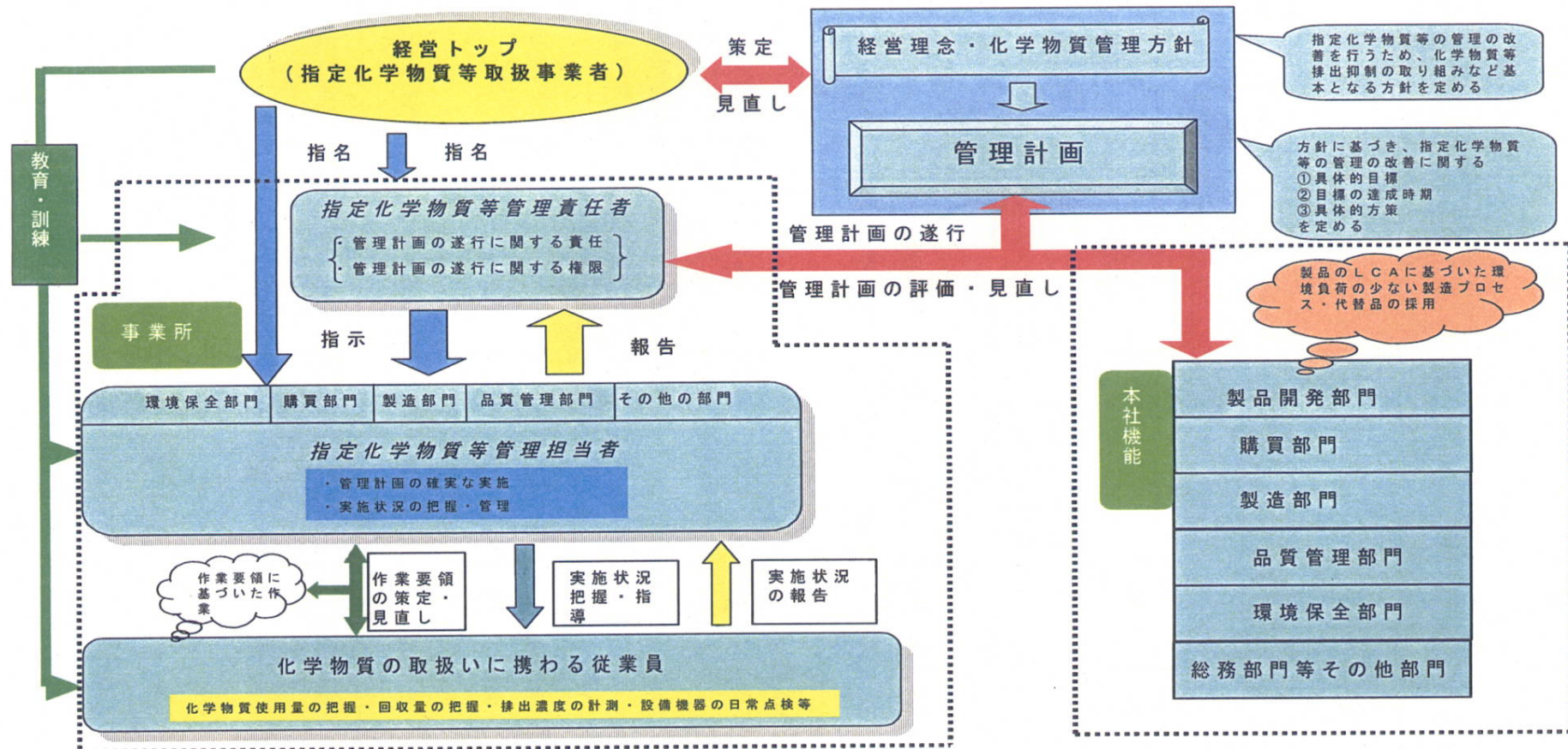
製造現場においては、承認された、指定化学物質の管理の規定を盛り込んだ作業要領に基づき作業を実施する。

指定化学物質等取扱事業者は、環境保全の問題を生じさせないように、従業員に対して管理方針、管理計画及び作業要領を周知させ、必要な教育・訓練を実施する。

### 4. 2. 管理体制のイメージ図



# 化学物質管理体制のイメージ図



## 5. 設備の改善その他の指定化学物質等の管理対策

指定化学物質等取扱事業者は、把握又は収集した情報に基づいて、取り扱う指定化学物質等について、その有害性、物理的・化学的性状、排出量並びに排出ガス及び排出水中の濃度等を勘案しつつ適切な手法により、以下の管理対策の実施に取り組むこと。

- (1) 設備点検等の実施
- (2) 指定化学物質等を含有する廃棄物の管理
- (3) 設備の改善等による排出の抑制
- (4) 工程に応じた対策の実施

### 5. 1. 概要

事業者が取り扱う指定化学物質等の性状に関する情報を収集し、得られた情報に基づいて、その性状に適した管理を実施することが、効率的な指定化学物質等の管理につながる。

#### (1) 設備点検等の実施

設備の損傷、腐食等による指定化学物質等の漏洩を防ぐため、実施するものである。

#### (2) 指定化学物質等を含有する廃棄物の管理

廃棄物の減量化と廃棄までの適正な管理を行うとともに、廃棄物処理業者へ廃棄物に含まれる指定化学物質等の情報を提供し、廃棄物を適切に処理できる業者によるマニフェスト管理に基づく適正な廃棄物処理が必要とされる。

#### (3) 設備の改善等による排出の抑制

- ・水及び土壌への浸透を防止する構造であること。
- ・大気への揮発による排出を防ぐ構造であること。
- ・排ガス処理装置又は排水処理設備の設置するように努めること。

#### (4) 工程に応じた対策の実施

工程ごとの実態に応じて、取り扱い工程の見直し等の対策を実施するものである。



## 6. 回収・再利用その他の指定化学物質等の使用の合理化

指定化学物質等取扱事業者は、把握又は収集した情報に基づいて、取り扱う指定化学物質等について、その有害性、物理的・化学的性状、排出量並びに排出ガス及び排出水中の濃度等を勘案しつつ適切な手法により、以下の使用の合理化対策の実施に取り組むこと。

- (1) 工程見直し等による使用の合理化
- (2) 工程に応じた対策の実施

### 6. 1. 概要

事業者が取り扱う指定化学物質等々の性状に関する情報を収集し、得られた情報に基づいて、その性状に適した指定化学物質等を取扱うことにより、指定化学物質等の回収・再利用等の使用に関する合理化を行うものである。

#### (1) 工程見直し等による使用の合理化

- ・製品の歩留まりの向上（歩留まりを上げて、製品ロスを少なくすることにより、指定化学物質等の使用量の削減を図るものである。）
- ・代替物質の使用及び代替技術の導入（指定化学物質等に替わる物質が使用できるプロセスを導入し、指定化学物質等の使用量の削減を図るものである。）
- ・回収及び再利用の促進（指定化学物質等の排出量や濃度に応じて効率的な回収方法を採用し、指定化学物質等を再利用することにより指定化学物質等の使用量の削減を図るものである。）

#### (2) 工程に応じた対策の実施

工程ごとの実態に即して作業方法の改善等の対策を実施するものである。

## 7. 教育・訓練

指定化学物質取扱事業者は、化学物質等の管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することの重要性を踏まえ、方針、管理計画及び作業用要領を周知徹底するとともに、これらの確実かつ円滑な達成又は実施を確保するため、指定化学物質等を取り扱う者、指定化学物質等を排出する工程に従事する者及び管理部門の従業員等全ての関係者に対して、その内容に係る教育、訓練を継続的に実施すること。

### 7. 1. 概要

課題の抽出、管理計画の推進、改善の実施、外部からの問い合わせへの対応等に関しては、組織的な対応と同時に従業員一人一人その任務を負っている。そのため教育・訓練若しくは研修を通して個人及び事業所全体の環境及び指定化学物質等に関する知識・資質の向上を図ることが重要である。

#### (1) 管理責任者の資質の向上

管理責任者は、指定化学物質等の管理施策を実施する上で中心的・指導的役割を果たすため、指定化学物質等取扱事業者は、管理責任者が自らの資質を向上させることができるよう、セミナーへ参加する等化学物質の管理に関する最新の情報を得る機会を与える。

#### (2) 従業員の資質の向上

指定化学物質等の管理に事業所全体で取り組んでいく場合、従業員一人一人がその担当者となるため、各人の資質向上が事業所全体としての資質の向上につながる。

- ・勉強会等を通じて、共通認識・情報の共有を図る。
- ・OJT (On the Job Training) による訓練・指導。
- ・掲示等による意識の向上。

#### (3) 教育・訓練の場

- ・定例の会議の中に指定化学物質等の管理等を議題とする
- ・作業場における業務引継ぎや朝礼・終礼の中に指定化学物質等の管理の話題を盛り込む。
- ・強調月間・週間等で特別な教育の場を設定することも出来る。
- ・掲示・回覧物による意識の高揚を図る。



## 7. 2. 教育・訓練の例

### (1) 教育の内容、対象者の例

教 育 の 内 容	教育対象者		
	作業者	スタッフ	販売
1. トップ方針、管理・改善計画等にかかわるもの 教育及び訓練年間計画書の周知	○	○	○
2. MSDS 等取り扱う化学物質の性状に関わるもの	○	○	○
3. 取り扱う化学物質の危害防止に関わるもの	○	○	
4. 管理の改善、排出・移動の減量化のための技術・手法 作業要領、資材・設備にかかわるもの	○	○	
5. 緊急時の訓練に関わるもの	○	○	○

〇〇株式会社

総務部人事担当

○印は必須

その他の教育訓練の内容としては、

- ① 指定化学物質等の管理に関する住民への情報提供及び住民との相互理解の推進のための手法
- ② その他指定化学物質等の適正管理及び住民の理解の増進を行う上で必要な事項  
などが挙げられる。

### (2) 「教育及び訓練年間計画」の一例

2XXX年度『教育及び訓練年間計画』

項 目	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
安全管理委員会	○			○			○			○			○			○			○			○			○			○			○			○		
新入社員研修		○																																		
社員研修								○									○									○										○

(注) 「安全管理委員会」は、指定化学物質等管理責任者、指定化学物質等管理担当で構成されている。

### (3) 教育結果の記録と保存

教育した結果は記録、保存して適時その効果を評価して、教育計画へ反映させることが必要である。

## 8. 情報の収集と整理

指定化学物質等取扱事業者は、第一種指定化学物質の排出量及び移動量を把握し、及び指定化学物質等の管理の改善に資するため、指定化学物質等の取扱量等並びに指定化学物質等を取り扱う施設及び設備の設置、運転の状況を把握すること。

指定化学物質等取扱事業者は、利用可能な文献、データベース等を活用することにより、事業者が取り扱う指定化学物質等の性状及び取り扱い並びにその管理の改善のための技術及び手法に関する情報の収集に努めること。

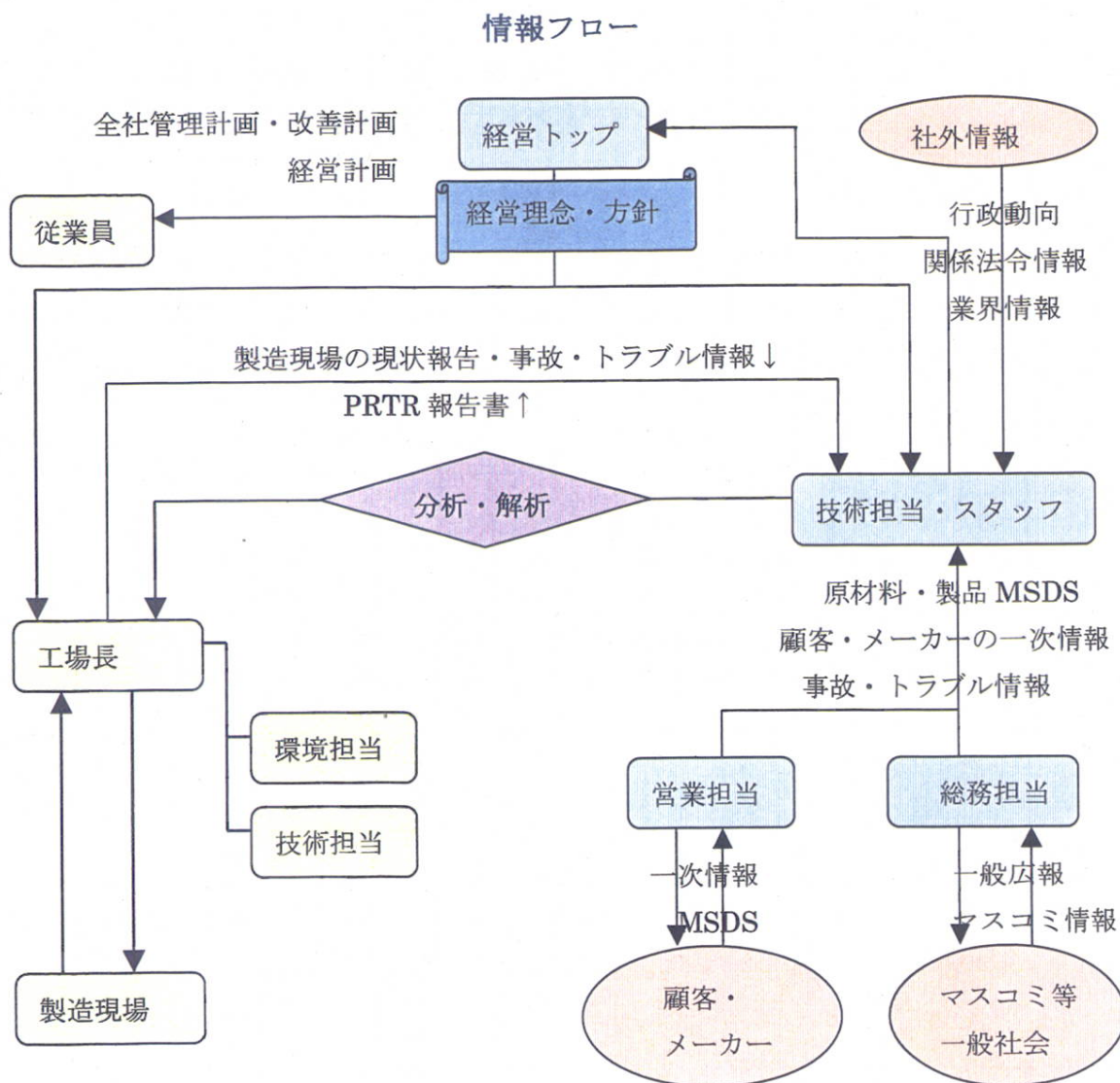
### 8. 1. 概要

指定化学物質等を適切に管理し、排出量等の削減を図るための改善・合理化を行うには、指定化学物質等の排出による環境に対する負荷が、どの程度なのかを適正に把握し、指定化学物質等を取り扱う設備・施設、運転等の状況を的確に把握し、取り扱う指定化学物質等の性状、取り扱い管理の方法、技術の手法等の情報を収集し管理・改善・合理化の推進に活用する必要がある。

情報の管理は、指定化学物質等を原材料として購入する部門が入手したMSDSデータの技術担当への報告、顧客と接する営業担当からの技術担当への顧客情報の報告、技術担当による社外情報の収集、総務担当による一般広報及び製造現場における現状報告、トラブル・事故情報を総合的に分析・解析することが必要である。



## 8. 2. 情報管理のフロー



## 9. 国民の理解の増進

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等の管理活動に対する国民の理解を深めるため、必要な情報を自ら適切に提供するための窓口を明確化する等、その体制を整備すること。

指定化学物質等の事業所内における管理の状況等に関し、報告書の作成・配布、説明会の実施等による事業所周辺の住民への情報の提供等に努めることにより、国民の理解の増進を図ること。

国民の理解の増進を図るための人材の育成を図ること。

### 9. 1. 概要

化学物質は人類にとって図り知れない恩恵を与えているものの、取扱方法によっては、人の健康と生態系に対する有害性（ハザード）を有するものである。

したがって、この有害性と暴露量（接触や吸引により化学物質に曝される程度）を考慮に入れたリスク管理を恒常的に行い、人の健康や生態系を損なわないようにすることが必要である。

指定化学物質等取扱事業者は、こうした指定化学物質等の管理の状況に関する情報を国民（周辺住民等）に適切に提供することが求められている。

国民には化学物質を使用することにより恩恵を受ける人がいる一方で、化学物質を製造する事業所の影響を受けやすい周辺住民等の人もいる。

特に事業所の影響を受けやすい周辺住民等の理解を得るためには、指定化学物質等取扱事業者はリスク管理の取組みに関して、周辺住民との対話等により適切な情報を提供することが不可欠となる。

### 9. 2. 化学物質の管理の状況に関する情報の提供

国民の理解の増進を図るためには、化学物質の管理の状況に関する正確な情報をメディアの活用を図るなどの手段を用い、適切に提供することが必要である。このためには、

- ・国あるいは国際機関の化学物質に関するデータベースを利用して、化学物質の有害性等の正確な情報を活用して、正確な情報を入手する。（例えば、国内では独立行政法人 製品評価技術基盤機構が指定化学物質に関する情報をインターネットのホームページ上で提供している。）
- ・情報の提供に当たっては、情報の受け手が市民かセミプロであるNGOか等を勘案して、正確さを失わず、かつ、理解しやすい情報を受け手に提供し、不明な点は不明として明確にしておくことが重要である。

- ・情報を提供する手段は、事業者のホームページ等に掲載する等インターネット等のメディア（情報媒体）を活用する。
- ・MSDS等の製品に関する情報の提供や使用製品の表示・取扱説明書の提供も有効な情報を提供する手段である。
- ・中小事業者の場合で事業者単独での情報の提供が困難な場合は、加盟している団体を通じた情報の提供も有効である。

### 9. 3. リスクコミュニケーション

リスクコミュニケーションを円滑に進めるためには、対話形式によるコミュニケーションが有効であり、これを進めるに当たっては、進行役と説明役が不可欠であり、これらの人材育成が国民の理解の増進につながる。

#### 「進行役」

- ・中立的な立場で対話を進行する
- ・参加者全員に気を配り相互の関係を活性化する
- ・問題点を抽出、整理・分析する能力を持つ
- ・問題点に関する専門性を持つ

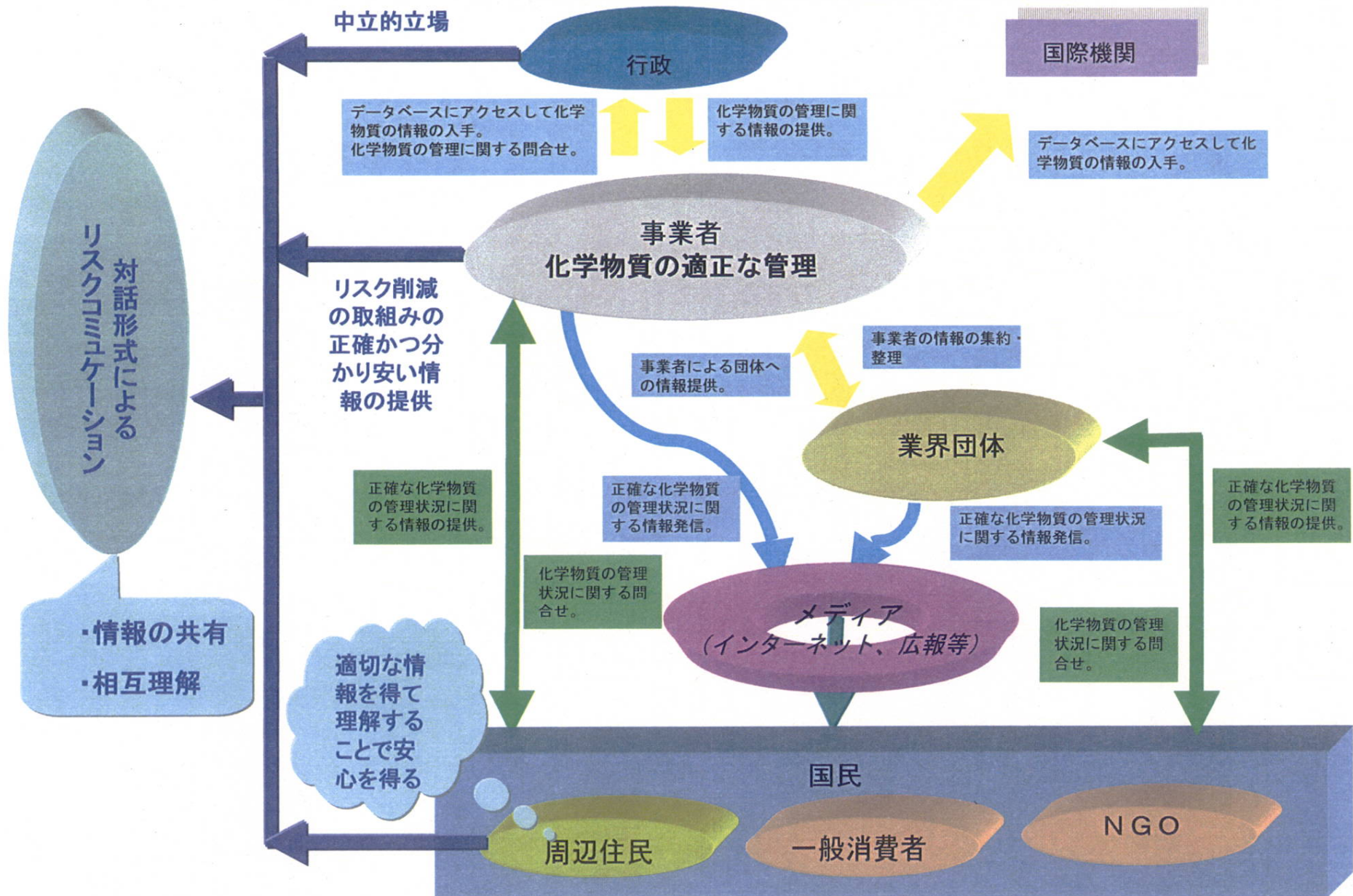
#### 「説明役」

- ・基礎的質問に自ら説明できる
- ・化学物質及びリスクに関する基礎知識を有している
- ・市民の抱える不安や疑問を理解できる

### 9. 4. リスクコミュニケーションのイメージ



# リスクコミュニケーションのイメージ図



## 第Ⅱ節 工程別の化学物質排出量等管理マニュアル

## 第1章 めっき工程の化学物質排出量等管理マニュアル

## 第1章 めっき工程の化学物質排出量等管理マニュアル

### 1. はじめに

めっき関連事業所においては、研磨・前処理・めっき・後処理の各工程において溶剤が取り扱われ、めっき液等に有機溶剤、無機化合物等多種の指定化学物質等を取り扱っている。これらの化学物質には、人体や環境に悪影響を及ぼすものもあるため、関連諸法令や条例等により、事業所における適正な管理が求められている。

本マニュアルは、「化学物質管理指針」（平成12年3月30日環・通告1）を概説した第1節第1章「化学物質排出量等管理マニュアルについて」の内、めっき工程に固有な第2項から第6項までについて記述し、事業者が事業所のめっき工程における指定化学物質等の適正な管理および使用の合理化を図るためのマニュアルを策定する際のガイドラインとすることを目的とする。

### 2. 管理計画の策定

管理・改善計画策定にあたっては、目標を明確にして組織的、継続的な取り組みが必要である。

適時実施効果の確認を行い、評価し次の段階へ進むこと（P・D・C・A サイクル）が重要となる。

管理計画策定段階においては、事例に示すチェックリスト等を使用し、現状把握の結果と照合して課題を明確にする。

#### 2. 1 管理計画策定のためのチェックリストの例

##### ① 管理体制について

No	項 目	チェック結果
1	指定化学物質等の取り扱い責任者は指名されているか（職務・責任・権限）	
2	指定化学物質等の取扱いは指名されているか（職務・責任・権限）	
3	作業要領は工程ごとに作成されているか	
4	指定化学物質等の在庫管理は適正に行われているか（点検・記録）	
5	教育・訓練は実施されているか（実施結果・記録）	
6	指定化学物質等に関わる情報は整理されているか	
7	広報担当者は指名されているか（職務・権限・責任）	
8	対外窓口は明確になっているか	
9	対外窓口は公開されているか	

② 施設全般についての例

No	項 目	施設	チェック結果
1	床は不浸透性の材料になっているか	共通	
2	側溝の傾斜は十分取られているか	共通	
3	必要な個所に貯めます等を設置しているか	共通	
4	排水経路は排水処理に適したように区分されているか	共通	
5	必要な場所に換気装置が設置してあるか	貯蔵保管	
6	化学物質の性質に応じて分けられているか	貯蔵保管	
7	必要な場所に換気装置が設けてあるか	作業施設	

③ 処理・めっき設備に関するチェックリストの例

No	項 目	チェック結果
1	槽、配管等の材質は腐食に耐えられる材質か	
2	床にクラックはないか	
3	排気ダクト端に洗浄集塵装置は設置されているか	
4	排気ダクトの液溜りはないか	
5	浴液の回収装置は設置されているか	
6	緊急ピットの容量は、槽容量、工程内の浴液保有量に対し十分か	
7	凝集沈殿槽等の水処理装置は設置されているか	
8	オーバーフロー液・ドレン液の送液はパイプ配管となっているか	
9	配管は流れる化学物質別に色分け、表示等で識別されているか	
10	アルカリ系の配管は掃除できる構造になっているか	
11	床と槽底部の間隔は確保されているか	
12	めっき治具にクラックや接点部に剥離はないか	

③ 化学物質の取り扱いに関するチェックリストの例

No	項 目	チェック結果
1	汲み出し液の水きり時間は適当か	
2	各工程洗浄水を最小化する管理はなされているか	
3	回収しためっき成分は有効に利用されているか	
4	重金属を含む汚泥の資源化は実施されているか。	
5	MSDS は完備され、整理されているか	



## 2. 2 管理・改善目標の例

### ① 指定化学物質等の管理に関わる役割を定め責任を明確にする。

工場長等各級管理者の指定化学物質等の取り扱いに関する役割と権限ならびに責任の確認と明確化。

各技術スタッフの指定化学物質等の取り扱いに関する役割と権限ならびに責任の確認と明確化。

### ② \*\*年度内に事業所内で取り扱う指定化学物質等の種類・量そのフローを明確にする。

### ③ \*\*年度内に事業所内で取り扱う指定化学物質等の MSDS を完備し、以後毎年更新する。

### ④ \*\*年度内に発生する廃棄物の発生量を初年度の\*\*%に削減する。

### ⑤ \*\*年度内に浴液等の指定化学物質等使用量を初年度の\*\*%に削減する。

## 2. 3 管理・改善計画のイメージ

	初年度	2 年次	3 年次
管理計画	① 管理体制の確立	① 管理体制の見直し	① 次期計画の策定 ISO14000 取得へ
	② 教育・訓練体制の確立	② 教育・訓練推進 結果と評価	② 次期計画の策定
改善計画	① 設備点検体制の確立	① 設備点検の推進	① 次期計画の策定 点検・更新のシステム化
	② 設備更新計画策定	② 更新計画推進 ③ 結果の評価	
改善計画	① 化学物質使用量調査・削減計画の策定。	① 削減計画遂行・評価 目標⇒***	① 次期計画の策定 次期目標設定
	② 廃棄物量の調査・削減計画の策定	② 削減計画遂行・評価 目標⇒***	② 次期計画の策定 次期目標設定
	③ 汲み出し液削減計画策定 浸漬時間と液切り時間の調査 上記各目標の設定	③ 削減計画遂行・評価 目標⇒***	③ 次期計画の策定 次期目標設定

## 3. 指定化学物質等を取り扱う施設・場所

めっき工場の現場は、水を多量に使用し、加熱溶液が多くミスト、ガス等を多く発生する個所が多い。施設外への指定化学物質等の排出、移動を確実に管理し、作業環境を適切に維持するために、施設の材質、構造、レイアウト等それらの要因に対応した配慮が必要である。

### 3. 1 各施設共通事項

- ① ワーク・各種処理剤・電解液等の資材受入から製品の搬出まで移動経路が交差しないように配慮をすること。
- ② 床は滑りにくい材質として、浴剤等に含まれる指定化学物質等が浸透しない材質を選定すること。  
十分に厚みを取りコンクリートをほどこしたアスファルト、耐酸紙、耐酸布等を中間膜として張りその上に耐酸レンガを敷き、目張りを耐酸セメントで行う等。
- ③ 必要な場合には、取り扱う化学物質の量及び作業に対応して、施設・場所の周囲に防液堤、側溝又は貯めます等を設置する等指定化学物質等の大量流出を防止すること。
- ④ 排水溝は、シアン化合物と酸が混合し有害ガスが発生しないよう、また排水処理がしやすいように経路を分けて設置すること。
- ⑤ 排水処理施設への送液は、異種排水の混合防止と地下浸透防止の為、排水溝による送液は避けて、配管による送液が望ましい。

#### 経路を分ける基本

シアン系	・シアン系排水（水洗排水等濃度の薄いもの） ・シアン系濃厚廃液
クロム系	・クロム系排水 ・クロム系濃厚廃液
酸・アルカリ系	・酸・アルカリ系排水（シアン・クロム系以外のお水洗排水） ・酸・アルカリ系濃厚廃液

#### 共同排水処理センターへの配管経路の事例

シアン系、クロム系、特殊クロム系、メルト系、りん系、一般系の6経路に区分

### 3. 2 貯蔵及び保管

- ① 盗難防止用の鍵を掛ける設備を有すること。  
鍵を掛けられないものについては、堅固な柵又はそれに順ずるものを周囲にめぐらし、盗難の防止に資する構造であること。
- ② 有機溶剤等を貯蔵・保管する場合は、必要に応じて全体換気装置・局所換気装置を設置すること。
  - ・ 一時保管場所等 局所排気装置
  - ・ 倉庫等 全体換気装置
- ③ 混合による危険を防止するために、化学物質の性質に応じて場所を分けて貯蔵・保管出来ること。
- ④ 液状の化学物質でドラム缶等の容器に貯蔵、保管する場合は、施設外への流出を防止する

ために、貯蔵する場所の周囲に溝を設け、貯めますを設置すること。

- ⑤ タンクに保管、貯蔵する場合は大量流出防止のため、容量に見合った防液堤を設けること。

### 3. 3 作業施設（前処理工程—めっき工程—後処理工程）

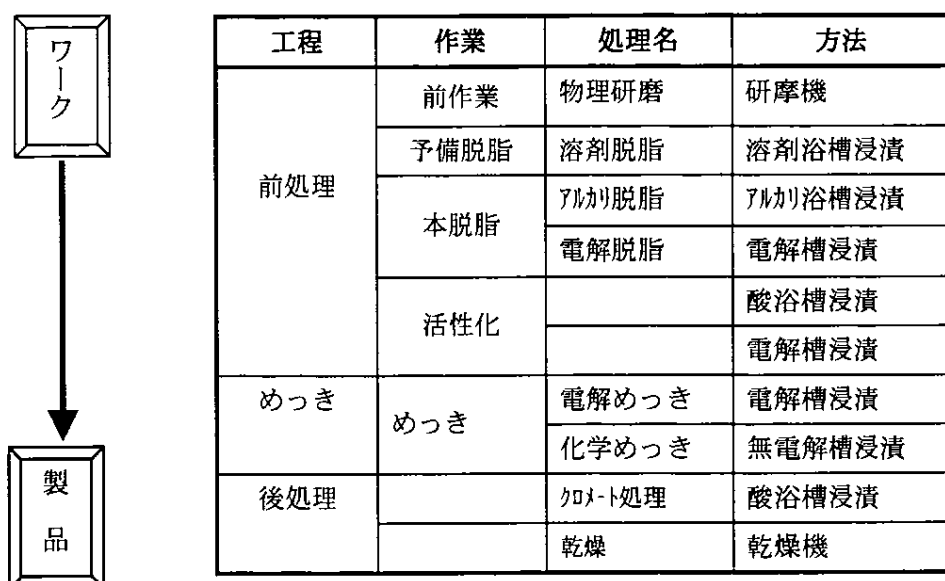
- ① ワーク並びに資材の搬入・槽間移動等がスムーズに行われる様に通路を確保すること。
- ② 作業に支障のないように作業エリアを確保すること。
- ③ 通路・作業場所・保全エリア・資材の一次置き場は個別に確保することが望ましい。
- ④ 有機溶剤使用及び粉塵発生場所等必要な個所には局所換気装置、吸排塵設備を設けること。
- ⑤ 作業槽等からの大量流出を防止するために最も大きい容量の槽に見合った容量の緊急ピットを設けること。

## 4. 管理対策の実施

代表的なめっき加工工程を下記に示す。化学物質の取り扱い、業界の実態から物理研磨と乾燥は本マニュアルでは触れていないが、少量発生する研磨廃棄物はその性質に合わせて適切に処理をする必要があるものもある。

各工程は、作業（処理目的）と処理の組み合わせで構成されており、各処理の後に水洗工程が入る。

#### めっき作業工程の概要



各作業間の水洗は省略

事業者による指定化学物質等の管理の活動において、国が定めた化学物質管理指針で言う

「管理対策の実施」と「化学物質の使用の合理化対策」とは密接に関連していることから、両者を厳密に区分して取り扱うことは煩雑さを増し、理解の促進の支障となるおそれがある。

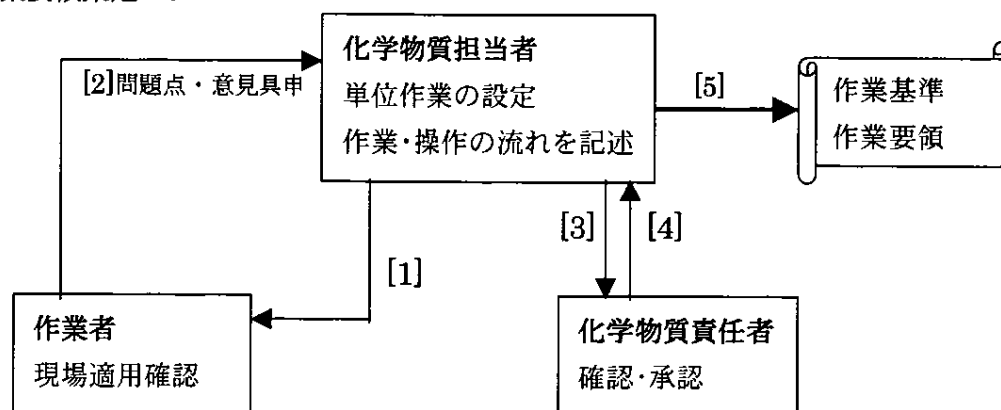
この観点から、本マニュアルでは、両者の内容を包括する形で、「管理対策の実施」として化学物質管理に必要となる事項を紹介する。

#### 4. 1 作業要領の策定

指定化学物質等を適正に使用し、製品仕上りの品質を確保するために作業を標準化し作業要領として成文化して、関係者に理解させておくことが重要である。

管理計画を推進し、管理対策を実施してゆく過程においても作業が定められた要領に従い、浴液等が正確に処方され、工程が正しく操作されていることが前提となる。

##### 作業要領策定のフロー

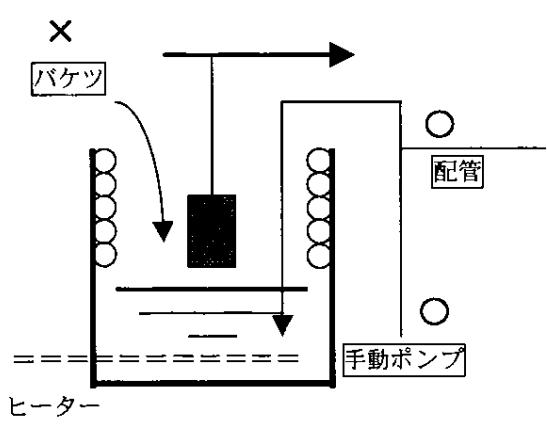


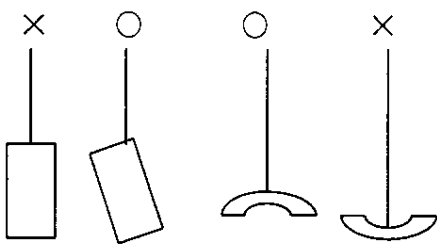
[ ] 流れの順番を示す。

- ① 作業要領を定めて、これを従業員に徹底させること。
  - ・ 教育
  - ・ 現場へ掲示 等
- ② 作業要領は適切に見直しを行うこと。
  - ・ 作業方法が変わった時
  - ・ 設備、原材料、資材等が変わった時 等
- ③ 策定のルール・方法が定められていること。
- ④ 指定化学物質等の取り扱い管理に関しポイント、急所が明確になっていること。

作業要領の例：前処理工程溶剤脱脂

\*\*\*工場\*\*\*課

前処理溶剤脱脂洗浄作業要領			
作業の概要		作成：〇〇年〇〇月〇〇日	承認
作業名：予備洗浄作業 **槽でトリクロエチレンを用い ワークに付着した汚れを 除去する作業 作業人数 2人		改定：〇〇年〇〇月〇〇日	
		使用溶剤 トリクロエチレン	
		保護具	有機ガス用防毒マスク、保護手袋
			不浸透性の保護衣
		資格・免許	有機溶剤作業主任者
	作業手順	急所	急所の理由
作         業         準         備	1. 局所排気装置を点検稼動する。	(1) 吸引状況を確認	①作業者の呼吸位置での確認 ②設備作業前点検表
	2. 溶剤を補給する	(1) タンクよりの配管若しくは溶剤用手動ポンプでドラム缶より張り込む。補給はパイプ先端部を液中に入れ行う	①補給中の漏洩飛散を防止すること。  
	3. ドラム缶は終了後直ちに密閉する。		
	4. 洗浄槽を点検する。	(1) 作業前点検を行うとともに作業中も随時点検する。	
	5. 冷却水を通水する。	(1) 設定：**℃確認 (2) サイトグラスで通水確認	①冷却水を通水することにより、溶剤蒸気を凝結させて発散を防止する。
	6. 溶剤液量調整、確認	(1) 液量が規定レベルに達しているか確認。	(洗浄槽基準) 液層レベル：基準線±*レベル 液層温度：**℃～**℃
	7. 加熱ヒーターON	(1) 温度の確認	①傷、損傷は無いか。
	8. ワーク引っ掛け	(1) 目視	
	9. 治具の確認 準備作業終了		

	作業手順	急所	急所の理由
洗 浄 作 業	1. ワークを引っ掛 治具にセットす る。	(1) 溶剤のくみ出し量を 極力少なくするよう 工夫する。 (2) 作業中洗浄槽内に 落下しないよう、确实 にセットする。	①ワークに傾斜をつけるようにセットする。 ②液溜りが出来ないようにセットする 
	2. 搬送装置にセット し、洗浄作業開始	(1) 作業中監視事項 ・液温 ・pH ・水、異物の混入 ・溶剤還流状況 (2) 浸漬時間は仕上がり の状況を見て、設定範囲 内で調整する。	(基準) 液温： **℃±**℃ pH： **±** ①トリクロロエチレンは約120℃で分解が始まる。 ②トリクロロエチレンは水の混入により分解し、素材を腐食 する。 ③トリクロロエチレンは分解するとPH値が低下する。 (浸漬時間) **分±**分
	3. 洗浄槽からワーク を取り出す。	(1) 槽上で液切りをし 次工程へ	(液切り時間) **秒 以上 (水洗槽浸漬時間) **秒
作 業 終 了 後	1. 加熱ヒーターOFF 2. 冷却水停止 3. 仕上がりワーク の確認 4. 浴槽状況の確認 5. 設備の終業点検 6. 発生した廃棄物 を記録	(1) 数量、歩留まり (1) 分析、pH (1) 浴槽回り、局所排 気装置、搬送機等 (1) 類別に区分して 廃棄物置き場へ	①不良品と監視データの関連記録 ①設備点検表 (廃棄物の区分) A：有価売却廃棄物 B 焼却廃棄物 C：処理委託廃棄物
作業場の異常時の報告先			
1. 設定条件、作業に関して 技術スタッフ ○○○○課			
2. 機械、設備に関して 保全担当 ○○○○課			
3. 仕上がり品質に関して 品質管理担当 ○○○○課			
緊急事態は緊急時対応マニュアルによる。			

## 4. 2 点検要領の策定

貯蔵場所、建屋、各工程の設備等がその目的とする機能を発揮できる状態にあるかを常に確認する必要がある。また、指定化学物質等が適正に取り扱われているかを確認する意味においても点検は重要な役割を果たす。

各施設について点検要領を策定し、点検すべき箇所、点検項目・頻度等を明確にし点検要領を策定すること。

## 4. 3 点検

### 4. 3. 1 各施設共通施

- ① 建屋の床、壁等に損傷が無いこと。
- ② 防液堤、側溝又は貯めます等の破損、損傷が無いこと。
- ③ 排水溝及びその他の施設に破損、損傷の無いこと。

### 4. 3. 2 貯蔵及び保管

(1) 容器・タンク：(本体、防液堤、液面計、バルブ、配管、ポンプ)

- ① ひび割れ、腐食、損傷の有無の確認。
- ② ポンプ、計器類等付属機器作動の確認。漏洩検知器等自動検知器等の作動の確認。
- ③ 漏洩、流出の有無の確認。
- ④ 防液堤の雨水はその都度排水すること。

(2) 容器：(ドラム缶、18L 缶等)

- ① 蒸散を防止するため密栓しておくこと。
- ② 漏れ、あふれ、飛散の有無の確認。
- ③ 地下への浸透を予知するため床、側溝のひび割れ、損傷の確認。

(3) 倉庫

- ① 天井、外壁、内壁等のひび割れ、腐食、損傷等状態を定期的に点検すること。
- ② 化学物質類ごとに必要な区分けをして保管されていること。

### 4. 3. 3 めっき各工程の点検⇒4. 5 指定化学物質等の管理

前処理、めっき、後処理の各工程の点検については、「4. 5. 1 浴管理」の項で記述する。

点検表の例

職責確認

工場資材課

点検担当

点 検 項 目		方法	判定基準	結果	緊急措置実施日時	処置日
容器・タンク	漏出有無	目視	漏出無し			
	損傷腐食	目視	損傷腐食無し			
ポンプ・計器類	損傷腐食	目視	損傷腐食無し			
防液堤	排水要否	目視	空であること			
容器（ドラム缶・18L 缶等）	漏出有無	目視	漏出無し			
	損傷腐食	目視	損傷腐食無し			
	密栓状況	目視	密栓している			
倉庫：床壁天井	損傷腐食	目視	損傷腐食無し			
倉庫 貯蔵区分	種別区分	目視	所定位置保管			
整理・整頓の状況	物の放置	目視	所定位置保管			
<p>2. 実施した緊急措置 月 日実施</p> <p>3. 恒久対策 月 日 実施・実施予定</p>						

職責確認

年 月 日

工場

担当

点検事項	貯蔵保管	タンク	作業施設	排水経路	排水経路
漏洩の有無					
通路等の障害					
床等のひび割れ					
防液堤等の損傷					
側溝等の異常					
その他の異常					
<p>1. 異常の内容</p> <p>2. 実施した緊急措置 月 日実施</p> <p>3. 恒久対策 月 日 実施・実施予定</p>					
<p>本点検は作業開始前と終了後に行う</p>					



#### 4. 4 原材料の購入

排出量、移動量を正確に把握し適切な管理をするため、購入原材料の指定化学物質等の含有量、物理化学的性質、人体や環境への有害性、危険性情報などを MSDS 等から正確に確認する必要がある。現在使用中の原材料のみでなく、市場の同種の原材料についても情報収集・蓄積を行い、より安全な環境負荷の低い原材料の購入を積極的に行うことが望まれる。

- ① 受入・払出量は受け入れ払い出しの都度確認・記録し、在庫量を把握しておくこと。
- ② 化学物質の在庫量は、購入先の所在地、運搬方法、操業状況を勘案し極力最小にしておくこと。

#### ※ MSDSの入手

指定化学物質は全てMSDS作成義務がある。購入原材料については原材料メーカーより入手可能である。但し、逐次改定が行われるのが普通なので定期的に取り寄せ最新のものを参考にする必要がある。

また、業界等で取り扱っている化学物質につきホーム・ページ等で公開している業界もある。

#### 原材料等受払管理表の例

〇〇月

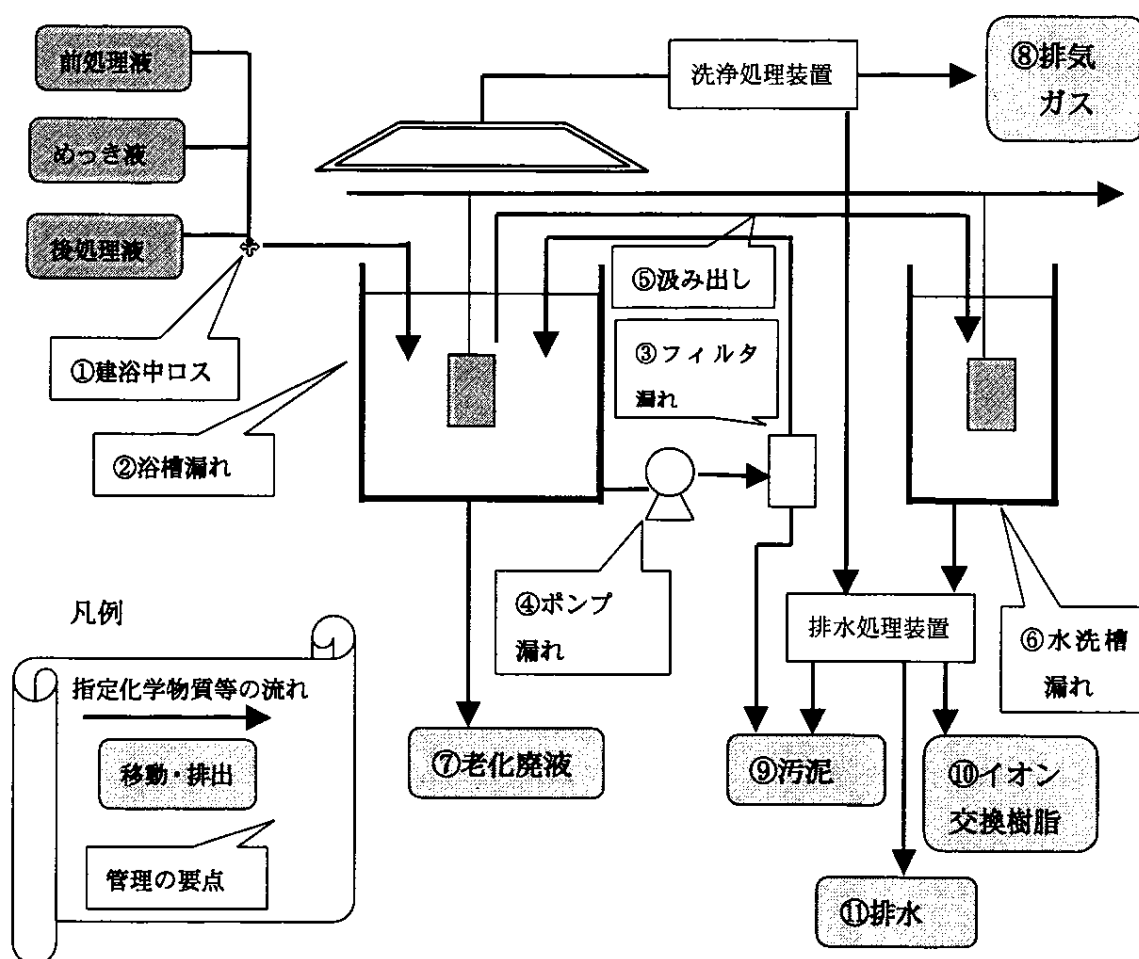
	化学物質名		1	2	3	4日～29日	30	31	合計
処 理 工 程	溶剤 A	受				省略			
		払							
	在庫量								
	溶剤 A	受							
		払							
	在庫量								
	添加剤 A	受							
		払							
	在庫量								

## 4. 5 指定化学物質等の管理

### 4. 5. 1 浴管理

めっき各工程（前処理・めっき・後処理）は、各作業と処理の組み合わせであるが、指定化学物質等の管理に関しては、浴槽と水洗槽の組み合わせとなる。

めっき各工程の指定化学物質等のフロー図と管理の要点



不良品発生や工程異常による指定化学物質等の排出・使用量の増加を防止するため、作業要領に従い正しく作業を行うこと。電流量、浸漬時間、浴液温度、水洗水量等定められた作業基準を正しく設定すること。

#### ① 建浴中のロスの防止

- ・タンクより配管、ポンプにより建浴する場合は、事前に配管継ぎ目、ポンプのシール等を確認し、漏れを防止すること。建浴槽を使用する場合は槽回りの漏れ確認も行う

こと。

- ・ 容器より直接浴槽に建浴する場合は、ハンドポンプ等を使用し浴槽外への飛散を防止すること。
- ・ 使用する指定化学物質等の使用量を確認・記録すること。

② 浴槽よりの漏れの防止

- ・ 作業前に浴槽回りを点検・確認し漏れ、飛散等を防止すること。

③ フィルターよりの漏れの防止

- ・ 作業前にフィルター回りを点検・確認し詰まり、漏れ等を防止すること。
- ・ フィルター交換時は、十分に液切りをして液は浴槽に戻すこと。
- ・ 交換したろ布、ろ過助剤等の指定化学物質等の含有量を確認すること。
- ・ 交換したろ布、ろ過助剤等は、漏れ、飛散の無い状態で保管し、所定の廃棄物処理業者に処理を依頼する。
- ・ 交換したろ布、ろ過助剤等の成分、性状、取り扱いの留意点等を廃棄物処理業者に提供すること。

④ ポンプ漏れの防止

- ・ 作業前にフィルター回りを点検・確認し詰まり、漏れ等を防止すること。

⑤ 汲み出し液の最小化

- ・ 治具ならびに引っ掛けは液溜りが出来ないようにすること。
- ・ 液切り時間を十分に取し、完全に液切りをすること。

⑥ 水洗槽よりの漏れの防止

- ・ 作業前に水洗槽回りを点検・確認し漏れ、飛散等を防止すること。

⑦ 老化廃液の処理

- ・ 老化廃液は漏れ、飛散のない状態で保管し、所定の廃棄物業者に処理を依頼する。
- ・ 老化廃液中の指定化学物質等濃度を確認し（排出係数若しくは分析）、老化廃液発生量とともに記録すること。
- ・ 老化廃液の成分、性状、取り扱いの留意点等を廃棄物処理業者に提供すること。
- ・ タンク、容器等に一時保管し排水処理設備で処理し汚泥として処理することもある。

⑧ 排気

4. 5. 2 排水処理

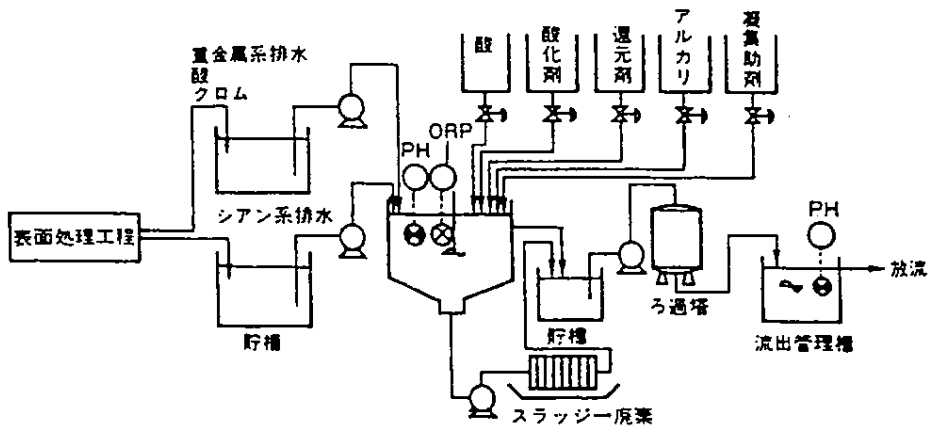
⑨ 汚泥の処理

- ・ 汚泥は漏れ、飛散のない状態で保管し、所定の廃棄物業者に処理を依頼する。
- ・ 汚泥中の指定化学物質等濃度を確認し（排出係数若しくは分析）、汚泥発生量とともに記録すること。
- ・ 老化廃液の成分、性状、取り扱いの留意点等を廃棄物処理業者に提供すること。

⑩ イオン交換樹脂

- ・ 交換したイオン交換樹脂の本数、若しくは重量を確認し、所定の業者に再生を依頼すること。

## 回分処理法標準フロー



- ・各作業槽（処理槽、水洗槽、めっき槽）からの排水は、各排水系列ごとに配管で貯槽に導入すること。排水溝による導入は、他系列の排水の混入や地下浸透の危険性があるので避けること。
- ・床は排水の分別区分ごとに仕切り、互いに混合しない構造とすること。
- ・引っ掛け治具に付着しためっき液が、他系列のめっき浴や水洗水を汚染して分別を悪くするために、十分に洗浄すること。
- ・濃厚廃液を排水処理設備で処理する場合、一旦濃厚液貯槽に受け、濃厚廃液の更新周期内で適正な時間をかけ少量ずつ排水処理設備に送る機構を設けて処理すること。

① めっき設備始業点検表の例

項 目		1	2	3		29	30	31
1. めっき槽液面	1号				省			
	2号							
	3号							
	4号							
	5号							
2. 循環槽液面					略			
3. めっき液温 52～53℃								
4. ろ過機運転								
5. ろ過機バルブ開閉								
6. 湯洗の汚れ								
7. 湯洗の温度 80℃以上								
8. 水道水のバルブ開閉								
9. スカフ・ドレンバルブの開閉								
10. 脱脂液面								
11. 脱脂温度 80℃以上								
12. 排気ファン運転								
13. 水洗水オ・ガ・フ・ロ・								
点 検 者								
確 認 者								

## ② 溶剤洗浄日報の例

〇〇月〇〇日（〇曜）\*\*\*\*係\*\*\*\*担当

点 検 項 目		方法	作業前	作業後
作業場は整理・整頓されているか		目視		
1. 引っ掛け治具に傷はないか		目視		
2. 脱脂槽に漏れ等の損傷はないか		目視		
3. 冷却用蛇管に漏れ等の損傷は無い		目視・通水		
4. フィルターのセットは正常か		目視		
5. ポンプの異常はないか		試運転		
6. 排気装置の異常はないか		試運転		
7. バルブ類作動に異常はないか		テスト		
8. 噴射ノズルに詰まり、液漏れはないか		目視		
脱 脂 洗 浄 作 業 日 報				
作業基準と管理範囲		作業記録		
浴レベル	基準： **	1. 受入ワーク数量	***個***㎡	
	範囲： **～**	2. 作業前浴レベル	***L	
溶剤温度	基準： **	3. 溶剤補液量	***L	
	範囲： **～**	4. 溶剤液温	℃	
冷却液温度	基準： **	5. 冷却液温度	℃	
	範囲： **～**	6. 仕上がりワーク数		
<p>特記事項：</p> <p>フィルター交換：</p> <p>汚泥抜取：</p> <p>溶剤交換：</p>				

### ③ めっき浴管理月報の例

〇〇月浴管理表

1. 成分組成と標準値			2. 作業条件				3. 注意事項		
主浴剤 A	***g/L		浴温 ***℃						
			陰極電流密度 ***A/dm <sup>2</sup>						
主浴剤 B	***g/L		陽極電流密度 ***A/dm <sup>2</sup>						
			電源						
副浴剤 A	***ml/L		攪拌						
			陽極材料						
副浴剤 C	***g/L		陰極材料						
			ポーメ度 **ポーメ						
	日	1	2	3	4	5	6	7	
pH									
ポーメ									
主浴剤 A 補充	kg								
主浴剤 B 補充	kg								
副浴剤 A 補充	L								
副浴剤 B 補充	kg								
使用電流量	AH								
備考		<div> <div>* 日 : 浴組成分析</div> <div>A : ***</div> <div>B : ***</div> <div>pH : **</div> </div> <div> <div>極板補充</div> <div>* 日 : * kg</div> <div>* 日 : * kg</div> <div>* 日 : * kg</div> </div> <div> <div>ろ材交換</div> <div>* 日</div> <div>** 日</div> </div>							

④ 排水処理日報の例

項 目			日	1	2	3 0	3 1	月度合計
使用水量	水道							
	排水	メ-タ-読み						
		排水量						
使用電力	100 V (Kw)							
	200 V (Kw)							
薬品補充量	シ-ン酸化剤							
	カ-ム還元剤							
	酸							
	アルカリ							
	凝集剤							
スラッジ	発生量							
	処分量							
	残量							

省略



## 5. 改善・使用の合理化の事例

### 5. 1 工程改善等による排出量の抑制事例

#### 5. 1. 1 めっき液の汲み出し低減対策

##### 1) 引っ掛け治具の改善

- ① めっき液の汲み出し量を少なくするために水平部を極力少なくするようにセットする。
- ② 治具そのものの水平部を無くし、傾斜をつけておく。同じ表面積であれば、傾斜させたものは、水平な場合の半分以下の汲み出し量となる。やむをえない水平部には、平板よりも丸棒を用いる。
- ③ 液溜りができる部分には穴を開ける。
- ④ 治具は常に損傷のないようにしておく。コーティング等に亀裂が入っていると、其処にめっき液が染み込み、汲み出し量の増大をまねく。

##### 2) めっき槽上での液切り

- ① めっき液の汲み出しはめっき槽上で液切り時間を設けることにより減少させることが出来る。生産効率の許す限り液切り時間を設定したい。
- ② 自動機でラックやバレルを持ち上げたとき、エアーシリンダー等で傾斜させる機能を持たせると効果的。
- ③ 落下防止対策を配慮して振動させることも効果的である。

メッキ組出し量の実験結果

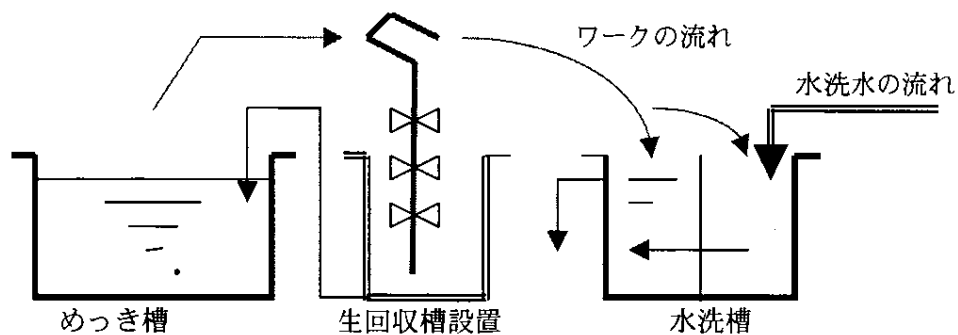
実験の種類	移動時間 (秒)	無水クロム酸重量 (g/l)	クロムめっき体積 (ml/dm <sup>2</sup> )
1. 平板水平吊	2 (00)	0.300	1.20
	5 (03)	0.135	0.54
	10 (08)	0.105	0.42
	20 (18)	0.060	0.24
2. 凹凸板水平吊	2 (00)	1.50	6.0
	5 (03)	1.43	5.7
	10 (08)	1.34	5.3
	20 (18)	1.26	5.0
3. 凹凸板斜め吊	2 (00)	0.77	3.10
	5 (03)	0.41	1.65
	10 (08)	0.28	1.12

移動時間空 ( ) 内は空中放置時間

クロムめっき液組成      CrO<sub>3</sub>      250 g/l  
                                          H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>      2.5 g/l

### 3) 生回収槽の設置

めっき槽の次に空の生回収槽を設け、仕上がりに影響しない範囲内で放置し、若干の振動を加えめっき液が落ち切るようにする。



生回収槽に溜まった液は定期的にめっき槽へと戻す。

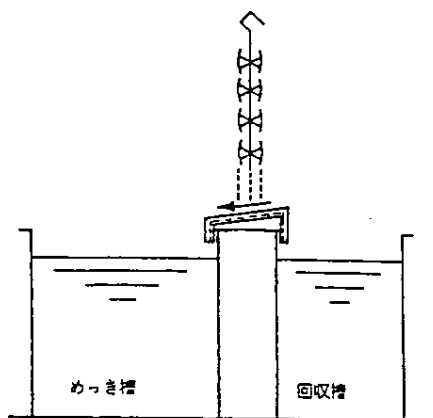
### 4) めっき槽上でのスプレー洗浄

めっき槽上で、ワーク上昇時にスプレーを行い、付着しているめっき液を洗い落とし、汲み出し量を減らす。

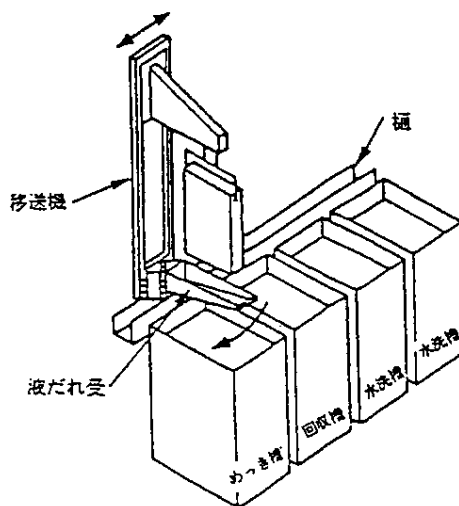
### 5) めっき槽間の液だれ防止

### 6) 槽上移動時の混入防止

槽間液もれ防止カバー



槽上移動時の混入防止例



## 5. 1. 2 水洗工程の改善

### 1) 水洗槽の改善

補給水が表層部を流れて排出されるために、槽底より給水して給水口より最も遠い位置に排水口を設ける。

### 2) 洗浄方法の改善

#### ① スプレー洗浄

水洗槽又は回収槽上にスプレーをつけて、ワークの上昇時にかかるようにする。

② 空気攪拌

形状が複雑で凹凸が多い品物の洗浄に効果がある。

③ 超音波洗浄

ワークと治具の接触部やワークの凹部に入り込んでいる液を洗い出すのに特有の効果がある。

④ 温水洗浄

加温による液の膨張と液の粘性の低下により洗い出しが良くなる。洗浄効果の向上、温度の平均化のために攪拌を加えると効果的である。

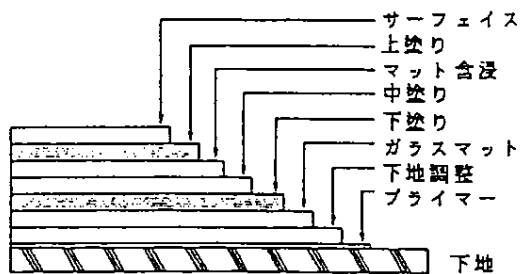
⑤ 多段水洗方式の採用

5. 1. 3 地下浸透防止対策

地下等への指定化学物質等の浸透を防止するために、床等是不浸透性の材料を用いた構造とする。

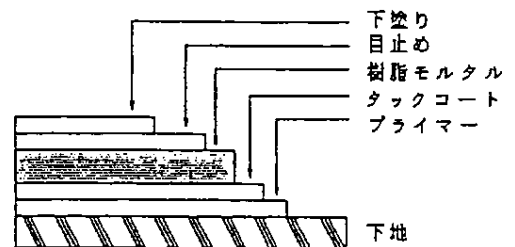
床の構造事例

エポキシアクリレート工法



エポキシアクリレート樹脂FRP工法による断面図

エポキシモルタル工法



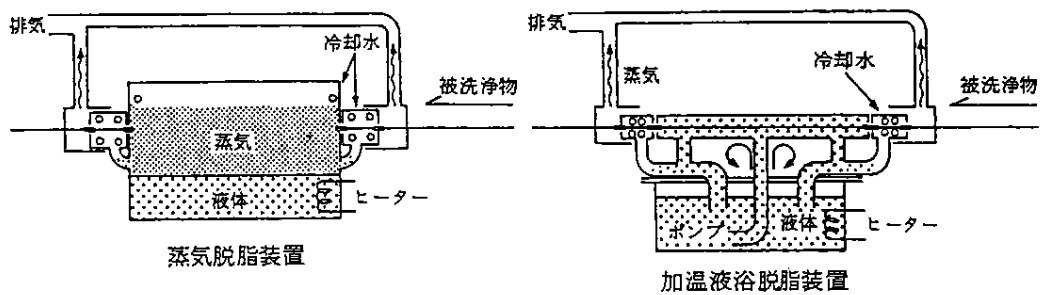
エポキシ樹脂モルタル工法による断面図

#### 5. 1. 4 溶剤脱脂工程の密閉化

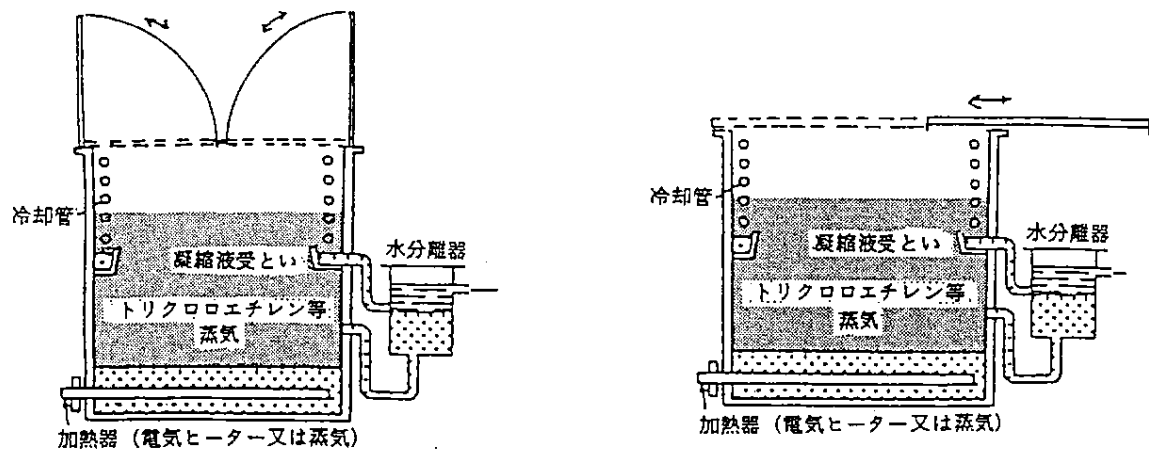
洗浄装置を密閉化することにより、溶剤の漏れが無くなり、排気量も少量でよく、従って有機溶剤の排気処理あるいは回収が効率よく行われる。特に線状や、板状の長尺物を連続的に洗浄する場合においては採用し易い。

一方、形状により採用しにくいものについては、半密閉式とし蓋の開閉操作と組み合わせることで効果を上げることが出来る。

密閉式洗浄槽



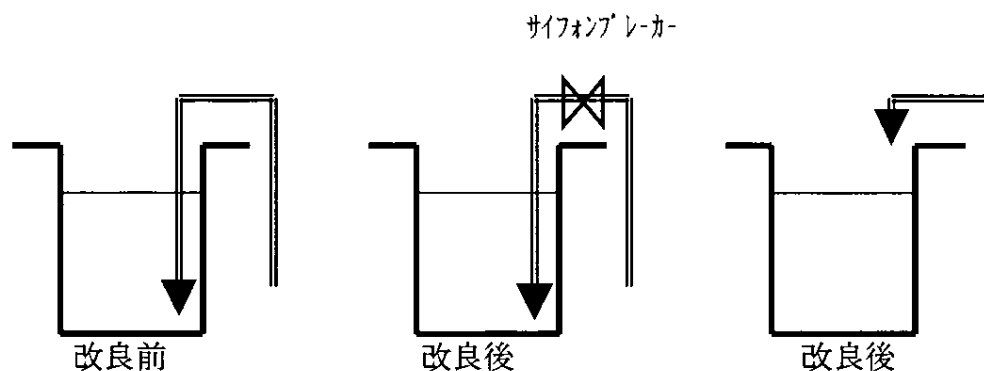
半密閉式洗浄槽



## 5. 1. 5 めっき設備、付属設備の事故防止対策

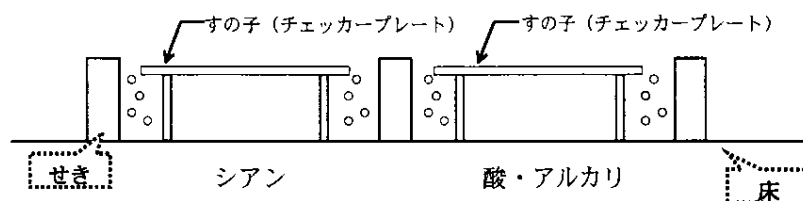
設備保全、点検等で指定化学物質等のめっき工程外への流出に万全を期するが、（管理の項参照）万が一の流出に備え、対策を取っておくことが大量流出防止ならびに流出指定化学物質等の処理に有効である。

### 1) サイフンブレーカーの設置

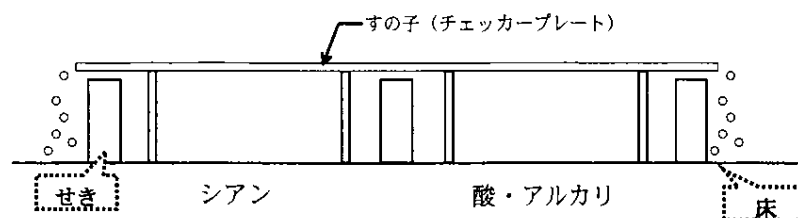


### 2) 漏液の混合防止

#### 2) 漏液の混合防止 (良い例)



#### すの子配置及びせき (悪い例)

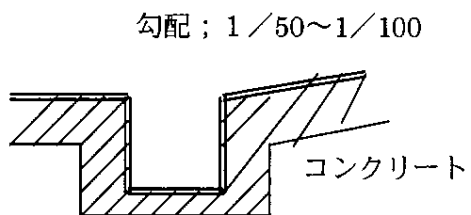




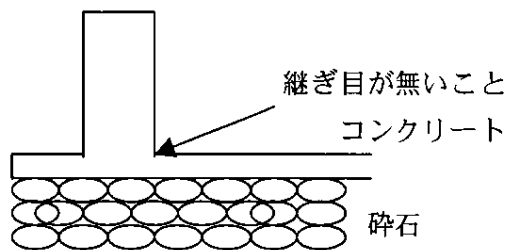
### 3) 防液堤・貯めますの設置

取り扱う化学物質の量及び作業に対応して、施設・場所の周囲に防液堤、側溝又は貯めます等を設置する等化学物質の流出を防止する。

貯めますの例



防液堤の例



### 5. 2. 1 めっきスラッジのリサイクル

[illegible]

### 5. 2. 2 有機溶剤の排ガス処理

- 53 -

	固定床式活性炭方式	流動床式活性炭方式	ローター式ハニカム方式	活性炭素繊維方式
処理方法	粒状活性炭塔 2 塔，一方を通ガス，一方を再生しながら使用 再生はスチーム	ビーズ状活性炭で連続的に吸着塔と脱着塔を循環させ、吸着塔で吸着した溶剤を脱着塔で再生させる。	微粉活性炭をハニカム状に固定したローターを回転させ，一部分で排ガスを吸着，一部分で加熱空気により再生、連続運転	フェルト状活性炭を充填した 2 塔の吸着塔を用い、一方を通ガス一方を再生しながら使用 再生はスチーム
長所	濃度変動に強い 装置コストが比較的安い 交換時の活性炭コストが比較的安い	回収溶剤中に水分の混入が少ない 排水が少ない 連続安定した運転が出来る	装置がコンパクト 設置費，ランニングコストが安い 大風量も処理可能	安定した処理性・実績を持っている 吸着部はコンパクト
短所	ブロッキング，閉鎖が起こりやすい 交換時汚れが出やすい	濃度変動にやや弱い	処理効率がやや悪い 単独では回収まで至らない	再生頻度が多く、切り替え時にやや処理性能が落ちる
用途	ガス濃度： 100～1, 000ppm 実績がある	ガス濃度： 100～1, 000ppm	大風量，低濃度ガス 他の装置との組み合わせになる	ガス濃度： 100～1, 000ppm

### 5. 2. 3 めっき液の回収利用

大気蒸発濃縮法、減圧濃縮蒸発法、逆浸透法等の技術があるが、工程改善・設備改善、排風機の排気洗浄装置で除去回収されるのが一般的である。

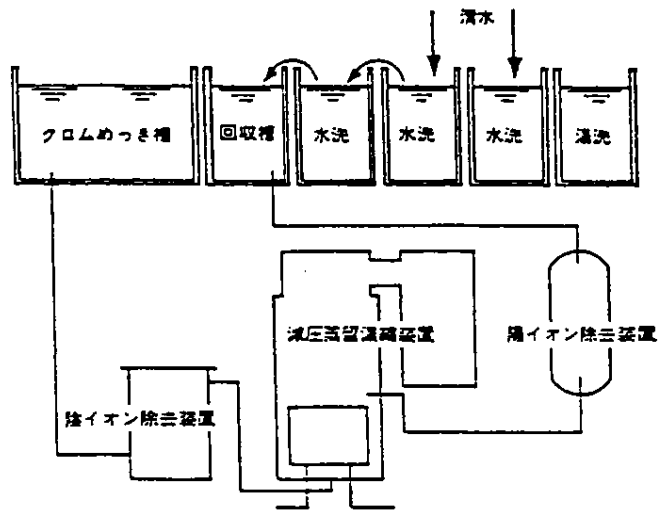
一例としてクロムめっき工程の減圧濃縮を示す。濃縮する前に主として重金属の不純物陽イオンを陽イオン交換樹脂で除去し、所定の濃度まで濃縮した後、不純物として混入する塩素イオン等の陰イオンを除去してクロムめっき槽へ戻す方法である。

### 5. 2. 4 金属の電解回収

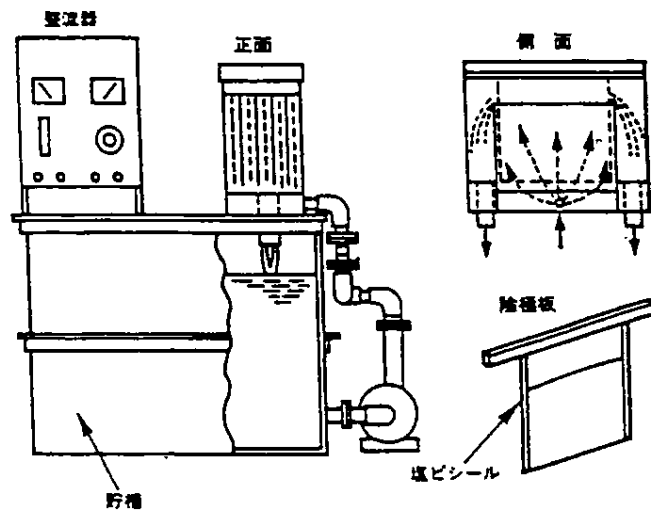
電解回収は、有価金属を含む電解液から直流電流によって陰極に電着させ、金属として回収するもので、一般には、常温型めっき浴の回収液やイオン交換再生中の金属回収等に用いられる。シアン含有廃液の酸化分解や電解めっき廃液の COD 処理にも適用される。

循環式電解回収装置を例で示す。電解槽は隔膜を用いず、単に陰極と陽極を交互に並べたもので、ポンプによって電解液を循環するようになっている。

# クロムめっき工程の減圧蒸発濃縮例



## 循環式電解回収装置



## 参考資料 1

### めっき工程に使われる代表的な処理液組成 (1)

#### 脱脂

##### 【アルカリ脱脂】

水酸化ナトリウム	0～30 g/L
炭酸ナトリウム	10～50 g/L

炭酸水素ナトリウム	0～30 g/L
ケイ酸ナトリウム	10～50 g/L
リン酸ナトリウム	0～20 g/L
界面活性剤	0.1～2 g/L

##### 【酸性脱脂】

硫酸または有	10～100 mL/L
界面活性剤	0.1～2 g/L

#### エッチング

##### 【塩化第二鉄液（銅）】

塩化第二鉄	37%以上
塩酸	1wt%以下

##### 【塩化第二銅液（銅）】

塩化第二銅二水塩	20 g/L
塩酸	150 g/L

##### 【過硫酸液（銅、ソフトエッチング）】

過硫酸ナトリウム	130～170 g/L
硫酸	5～10 mL/L

##### 【硫酸・過酸化水素液（銅、ソフトエッチング）】

硫酸	130～170 mL/L
過酸化水素水	20～30 mL/L

##### 【クロム酸（樹脂、高クロム酸タイプ）】

無水クロム酸	400～450 g/L
硫酸	200～250 mL/L

##### 【クロム酸（樹脂・高硫酸タイプ）】

無水クロム酸	200～250 g/L
硫酸	400～450 mL/L

##### 【過マンガン酸（樹脂）】

過マンガン酸カリウム	50～70 g/L
水酸化ナトリウム	75～95 g/L

#### 化学研磨

##### 【キリンス（銅、実録）】

硫酸	500～800 mL/L
硝酸	300～500 mL/L
塩酸	10～300 mL/L

##### 【混酸（アルミニウム）】

リン酸	400～800 mL/L
硝酸	20～200 mL/L
酢酸	0～200 mL/L
塩化銅	5～10 g/L

##### 【混酸（鉄鋼）】

塩酸	50～150 mL/L
硝酸	50～250 mL/L
硫酸	0～100 mL/L
リン酸	0～500 mL/L

##### 【シュウ酸・過酸化水素（鉄鋼）】

シュウ酸	20～30 g/L
過酸化水素	10～15 mL/L
硫酸	0.1～0.5 mL/L

##### 【クロム酸・硫酸（鉄鋼）】

無水クロム酸	400～60 g/L
硫酸	100～200 g/L

#### 電気めっき

##### 【亜鉛めっき シアン浴】

酸化亜鉛	10～30 g/L
シアン化ナトリウム	10～90 g/L
水酸化ナトリウム	60～80 g/L

##### 【亜鉛めっき ジンケート浴】

水酸化ナトリウム	90～200 g/L
酸化亜鉛	5～25 g/L

##### 【ニッケルめっき浴】

硫酸ニッケル六水和物	200～400 g/L
塩化ニッケル	30～90 g/L
ホウ酸	30～50 g/L

##### 【クロムめっき浴】

無水クロム酸	200～300 g/L
硫酸	0.5～3 g/L
ケイフッ化ナトリウム	0～20 g/L

##### 【硫酸銅めっき浴】

硫酸銅五水和物	180～240 g/L
硫酸	45～200 g/L
塩素イオン	20～80 mg/L

##### 【シアン化銅めっき浴】

シアン化銅	20～100 g/L
シアン化ナトリウム	30～120 g/L
水酸化ナトリウム	0～30 g/L
ロッシェル塩	10～70 g/L
チオシアン酸カリウム	0～70 g/L



## めっき工程に使われる代表的な処理液組成（２）

### 【ピロリン酸銅めっき浴】

ピロリン酸銅	60～100	g/L
ピロリン酸カリウム	200～500	g/L
アンモニア	1～5	mL/L
硝酸カリウム	0～25	g/L

### 【金めっき浴 フラッシュ用】

シアン化金カリウム	1.5～2.0	g/L
シアン化カリウム	2～8	g/L
リン酸水素ニカリウム	10～20	g/L

### 【金めっき浴 中性浴】

シアン化金カリウム	8～25	g/L
リン酸水素ニカリウム	30～100	g/L
リン酸二水素カリウム	0～15	g/L
クエン酸	15～25	g/L

### 【銀めっき浴 装飾用】

シアン化銀	35～50	g/L
シアン化カリウム	65～95	g/L
炭酸カリウム	8～12	g/L
ロッシェル塩	6～10	g/L
酒石酸カリウム	5～20	g/L

### 【銀めっき浴 工業用】、

シアン化銀	35～60	g/L
シアン化カリウム	65～100	g/L
炭酸カリウム	5～15	g/L
セレン	0～0.1	mg/L

### 【硫酸スズめっき浴】

硫酸第一スズ	40～60	g/L
硫酸	100	g/L
ホウ酸	40～60	g/L
有機酸	30～100	g/L

### 【有機酸スズめっき浴】

スズ	15～50	g/L
メタンスルホン酸	100	g/L

### 無電解めっき

#### 【無電解銅めっき浴】

硫酸銅五水和物	10	g/L
37%ホルマリン	20	mL/L
EDTA・四ナトリウム	20～30	g/L
水酸化ナトリウム	10～15	g/L

#### 【無電解ニッケルめっき浴】

硫酸ニッケル六水和物	20～30	g/L
次亜リン酸ナトリウム (水和物)	10～30	g/L
有機酸	20～40	g/L

#### 【置換金めっき浴】

シアン化金カリウム	4～6	g/L
EDTA	40～60	g/L
クエン酸アンモニウム	20～40	g/L

#### 【無電解金めっき シアン浴】

シアン化金カリウム	4～8	g/L
シアン化カリウム	1～2	g/L
水酸化ナトリウム	40～60	g/L
ジメチルアミンボラン	20～30	g/L

### 化成処理

#### 【クロメート処理】

無水クロム酸	0～250	g/L
重クロム酸ナトリウム	5～150	g/L
硫酸	0～15	g/L
硝酸	1～30	g/L

## 化学物質等安全データシート

発行日  
製造会社名

会社・工場の所在地

担当部署

製造者情報

TEL : \* \* - \* \* \* - \* \* \* \*

FAX : # # - # # # - # # # #

作成：平成××年××月××日

製品名

商品名（めっき液の例）

物質の特定

単一・混合物の区別 : 混合物製品

成分名

含有量(%)

化学式

化審法

CAS No.

ニッケル塩

3 4

錯 化 剤

2. 0

イオン交換水

6 4

(%は重量で示す)

CAS No.

国連分類 : 該当しない

国連番号 : 該当しない

消防法 : 該当なし

労働安全衛生法 : ニッケル及びその化合物

毒物及び劇物取締法 : 該当なし

P R T R 法

: 分類

P R T R No

物質名

含有量

特定第一種指定化学物質

2 3 2

ニッケルとして

7. 4 w t %

危険有害性  
の分類

分類の名称 : 分類基準に該当しない

危 険 性 : 不燃性であるが、水分が蒸発した原料の一部は、着火源があると燃焼する恐れがある。

有 害 性 : 眼の粘膜に軽度の刺激性及び腐食性がある。人によりアレルギー性疾患や紅疹、小胞性発疹を起こすことがある。  
誤って口に入れたり飲んではいけない

環境影響 :

応急処置

眼に入った場合 : 刺激があり粘膜が侵されるので、直ちに水で15分間以上洗い流し、速やかに医師の手当を受ける

皮膚に付着した場合 : 刺激があり人により軽い炎症を起こすので、直ちに水または温水と石鹸水とで十分に洗浄する。痛みが残るようであれば、医師の手当を受ける。

吸入した場合 : 新鮮な空気のある場所に移し、安静にさせる。

飲み込んだ場合 : 水を飲ませた後吐き出させ、牛乳、卵白などを飲ませた後、速やかに医師の手当を受ける。

火災時の措置

消火方法 : 容器は風上の安全な場所に移し、大量の散水にて消火する。

消火剤 : 水、炭酸ガス、泡沫、粉末など

漏出時の措置

乾燥砂、おが屑、ウェスなどに吸収させて、プラスチック容器に回収する

大量の場合、ロープ等を張り立入禁止とする。河川や湖沼等への流出を防ぐため土砂等でフェンスを造り、保護具を着用し回収する。

取扱い及び  
保管上の注意取扱い : 保護具を着用し、換気のよい場所で取り扱う。強アルカリ性物質との混合は避ける。  
作業後はうがい、手洗いなど行う。

保 管 : 直射日光の当たらない、冷暗所に保管する。

強アルカリ性物質等から離して保管する。

暴露防止措置	管理濃度： 許容濃度：ニッケル塩 0.1 mg/m <sup>3</sup> (Niとして、TWA) ACGIH勧告値 設備対策：特に必要はないが、換気のよい作業所が望ましい。 作業所の近くに、洗顔や身体洗浄設備を設けることが望ましい。 保護具：保護眼鏡、保護マスク ゴム手袋、長靴、保護衣
物理/化学的性質	外観等：深緑色透明液体 比重：1.245 (20℃) 蒸気圧：Pa (℃) 融点：℃ 沸点：℃ 揮発性：無し 初留点：℃ 溶解度：水に溶解
危険性情報 (安定性・反応性)	引火点： 発火点： 爆発範囲：上限 下限 可燃性：不燃性であるが、水分が蒸発した原料の一部は、着火源があると燃焼する恐れがある 自然発火性：なし 水との反応性：なし 酸化性：なし 自己反応性：なし 爆発性：なし 粉じん性：なし 反応性安定性：通常環境下では安定である。 その他：アルカリ性物質と混合すると、不溶性のニッケル水酸化物を形成する。
有害性情報	皮膚腐食性：軽微な腐食性があり、人によりアレルギー性疾患や紅疹、小胞性発疹を起こすことがある。 刺激性：刺激性があり、皮膚に痒みを伴う 感作性： 急性毒性：ニッケル塩 RTECS=ラット 腹腔内 LD50 500 mg/kg 亜急性毒性： 慢性毒性： がん原性： 変異原性： 生殖毒性： 催奇形性： その他：
環境影響情報	分解性： 蓄積性： 魚毒性： その他：
廃棄上の注意	水で20倍以上に希釈し、消石灰、苛性ソーダ、ソーダ灰等でpHを7～9に調整後、金属沈殿除去剤を添加し沈殿物をろ別する。ろ別後、pH調整を行い、CODを規制値以下にするため、多量の水で希釈するか、活性汚泥法にて処理し放流する。
輸送上の注意	容器に液漏れがないか確かめ、落下、転倒して破損のないように荷積みする。 強アルカリ性物質、食品類、繊維などとの混載は避ける。
適用法令	労働安全衛生法（通知対象物） P R T R法 水質汚濁防止法
その他	※記載事項以外は、「知見なし」を示す ※引用文献等

※ 記載事項は現時点で入手できた資料や情報に基づいて作成しておりますが、記載データや評価に関しては必ずしも充分でないのでご了承ください。  
又、記載事項は通常の取扱いを対象としたものですが、特別な取扱いをするときは十分に注意してください。

## 化学物質等安全データシート

製造者情報

会社名

住 所

担当部署

電 話

FAX

2004年 4月 1日

整理番号

製品番号（化学名、商品名）

商品名（クロメート剤の例）

物質の特定	単一製品・混合物の区別	:	混 合 物
化 学 名		:	亜鉛めっき用・有色クロメート剤
成分及び含有量		:	無水クロム酸 30%
化学式又は構通式		:	CrO <sub>3</sub>
CAS No		:	1333-82-0
官報公示整理番号		:	1-284（化審法）
国 連 番 号		:	1760
国 連 分 類		:	クラス 8

危険有等性の分類	分類の名称	:	腐食性物質、急性毒性物質、その他の有等性物質
	危 険 性	:	引火性・爆発性はない。
	有 事 性	:	眼や皮膚などに付着して放置すると、激しい炎症を起す。多量に吸入すると、鼻、のど、気管支などが痛み、粘膜に対しては強い刺激を与える。

応急処置 ……いずれの場合も、MSDSを提示して、医師の診断を受ける。

眼に入った場合

- ・少量でも眼に入った場合は、直ちに目を開けたまま、最低15分間は清浄な流水で目を洗う。その際は、瞼を指でよく開いて、眼球及び瞼のすみずみまで、水がよく行き渡るように洗浄する。
- ・洗眼が遅れたり不十分だと障害を生ずる恐れがあるので、速やかに眼科医の手当を受ける。

皮膚に付着した場合

- ・直ちに多量の流水で十分に洗い続ける。この場合、アルカリ液を用いて中和しない
- ・衣服・靴などに部分的に付着した時は、これらを直ちに脱ぎ取る。但し、付着量が多い時は、衣服などを脱ぎ取る前に、まず、多量の水で洗い流す方が良い。
- ・皮膚を刺激して痒みや腐食が残ったり、発疹が起きた場合、出来るだけ早く医師の手当を受ける。

吸入した場合

- ・口の中が汚染されている時は、水で充分にうがいをする。
- ・ミストや蒸気を吸い込んで、気分が悪くなった場合は、新鮮な空気のある場所に移して身体を毛布などで暖めて安静にし、必要に応じて、医師の診断を受ける。

飲み込んだ場合

- ・誤って飲み込んだ場合は、水でよく口の中を洗浄し、できれば卵白を混ぜた牛乳を飲ませると良い。これは喉、食道、胃などの粘膜に保護膜を形成し、薬傷の浸透をやわらげるために必要である。
- ・意識があり、けいれんが無ければ、牛乳又は多量の水を飲ませて、出来るだけ早く医師を呼び、手当を受ける。



---

## 火災時の措置

消火方法・周辺が火災の場合は、火元への燃焼源を断ち、消火剤を使用して消火する。

- ・消火作業の際は、耐熱性着衣などの必要な保護具を着用し、火災発生場所の周辺には、関係者以外の立入りを禁止する。
- ・火災の周辺にある容器は、すみやかに安全な場所に移動させる。移動が不可能な場合は、容器及び周囲に散水して冷却する。
- ・製品自体は不燃性であり、助燃性もないが、火災時の熱により、樹脂容器などが破損・溶解する。これに消火用水を掛けると、有害な六価クロムを含む酸性液が漏出するので、還元・中和処理が必要である。

消火剤　・一般火災では、消火剤として霧状の水を用いるが、泡・粉末・炭酸ガス消火剤も有効である。

---

## 漏出時の措置

- ・漏出した製品の回収・処分は、水質汚濁防止法の排出基準に従って処理する。
  - ・なるべく速く漏出原因をつきとめ、漏出源を止める作業をする。
  - ・漏出事故の場合、眼に入ったり、皮膚に付着しないように、保護眼鏡、ゴム手袋、幣性ガス用防毒マスク、ゴム長靴などの保護具を着用して作業する
  - ・漏出した場所の周囲は、ロープを張るなどして、関係者以外の立入りを禁止する。
  - ・少量の場合、布切れで良く拭き取るか、盛り土に吸着させて取り除く。残留物は、水で薄めてから、重亜硫酸ソーダなどの還元剤水溶液を散布して、六価クロムを還元処理し、中和してから洗い流す。
  - ・大量に洗出した場合は、土のうなどで拡散防止をしてから、ポンプなどを利用し、密閉出来る耐食性の空容器に出来るだけ回収する。回収不可能な残分は、周囲に漏出しない事や、安全な場所である事を確認した上で処理する。
  - ・まず、遠くから注水して適度に希釈してから、希硫酸を加えてpHを2～3にし、重亜硫酸ソーダなどの還元剤水溶液を散布し、六価クロムを還元処理する。更に、消石灰やかせいソーダなどのアルカリ類を加え、定められたpH範囲内に中和し、水質汚濁防止法の排出基準値内にしてから洗い流す。
  - ・この場合、濃厚排液が、河川、下水道、排水溝などに流れ込んで、環境に影響を与えないように注意する。
- 

## 取扱い及び保管上の注意

- 取扱い　・取扱い中は、保護眼鏡、ゴム手袋、ゴム長靴などの保護具を着用し、皮膚に触れたり、眼に入らないようにする。取扱い後、手、顔などは十分に洗浄する。
- ・作業場付近は、緊急時に備え、十分な水を用意しておく。
  - ・樹脂容器などの蓋を取る場合、乱暴に取り扱くと、中身のクロム酸液が噴出するので、顔や手を容器の口の上に近づけない。
  - ・容器の取り出し口に出来た付着物は、ゴム手袋などの保護具を着用して、直ちに拭き取るか、洗浄しておく。

- 保　管　・容器は、直射日光を避けて冷暗所に保管し、換気の良い場所で、高温にならないよう保管する
- ・取扱い容器は、その都度密栓し、長期の保管は避ける。
  - ・特に、各種の金属、強アルカリ類及び還元性物質との接触、並びに同一場所での保管はしない
  - ・無理な積み重ねや長期保管で、容器が破損しないように、安全な場所に保管する。
  - ・強酸性の製品が漏出しても、地下に浸透しないように、床は耐酸材料で施工する。
  - ・保管場所には水道などを設備し、緊急の場合、容易に洗い流せるようにする。
  - ・使用済みの空容器は、一定の場所を定めて、他のものと区別して集積する
  - ・盗難又は紛失しないように、施錠場所に保管する。
-

---

#### 暴露防止措置

管理濃度	: 0.05 mg/m <sup>3</sup> (Cr <sup>6+</sup> )	
許容濃度	: 日本産業衛生学会 (1994)	[ 0.05 mg/m <sup>3</sup> (Cr <sup>6+</sup> ) 5 mg/m <sup>3</sup> (HNO <sub>2</sub> ) 1 mg/m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
	ACGIH (TLV-TWA) (1993~4)	
		[ 0.05 mg/m <sup>3</sup> (Cr <sup>6+</sup> ) 5 mg/m <sup>3</sup> (HNO <sub>2</sub> ) 1 mg/m <sup>3</sup> (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )

設備対策 : クロム酸含有液は、クロム酸ミストの形成を避けるために、換気の良い場所で取扱う。取扱い場所の近くに、洗眼や身体を洗浄するための安全シャワー又は手洗い・洗眼設備を設け、その位置を明確に表示する。

保護具 : 必要に応じて、保護眼鏡、ゴム手袋、ゴム長靴などを着用し、皮膚への接触を保護する。

---

#### 物理/化学的性質・

外 観 等	: 赤褐色透明液体	pH	: 1以下
比 重	: 1.33~1.37 (25℃)	沸 点	: 102℃
溶 解 度	: 水と容易に溶解する。	融 点	: -3℃以下
臭 気	: 刺激性の酸性臭がする。		
揮 発 性	: 成分中の水分が揮発する		
蒸 気 圧	: 測定データ無し		

---

#### 危険性情報 (安定性・反応性)

引 火 点 : な し  
発 火 点 : な し  
爆発限界 : な し  
可 燃 性 : な し  
発火性 (自然発火性、水との反応性) : 水とは反応せず、溶解するだけである。  
酸 化 性 : 強い酸化性があり、還元性物質との揮発は避ける。  
自己反応性・爆発性 : な し  
粉塵爆発性 : 該当しない  
安 定 性 : 通常の実験条件では安定であるが、冷暗所に保管しておく。長く直射日光に当てたり、長期の保管はしない。  
反 応 性 : ・特に、各種の金属、強アルカリ類及び還元性物質との接触は避ける。  
・加熱分解した時の生成物は、主にクロム酸化物である。

---

#### 有害性情報 (人についての症例、疫学的情報を含む)

皮膚腐食性 : ・皮膚に付着後放置すると、強い腐食性により、激しい火傷を起こす。  
・皮膚障害としては、クロム酸特有の皮膚炎、湿疹及びこれに続くクロム潰瘍がある。傷口があれば潰瘍をつくりやすい。  
刺激性 (皮膚、眼) : 眼に触れると激しい刺激があり、結膜炎のほかに、措置を誤った場合は失明することがある。  
感 作 性 : 過敏症の場合、僅かな接触でも、感作性皮膚炎などを生じることがある。  
急性毒性 (50%致死量等を含む) :  
ラット 経口 LD<sub>50</sub>=80 mg/kg (CrO<sub>3</sub>)  
ラット 吸入 LD<sub>50</sub>=49 ppm (4Hr) (HNO<sub>3</sub>)  
ラット 経口 LD<sub>50</sub>=2,140 mg/kg (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)  
亜急性毒性 : 現在までのところ、混合物としての情報を有して無い。  
慢性毒性 : データ無し  
がん原性 : データ無し  
変異原性 : 動物実験により突然変異原性を示すデータがある。 (CrO<sub>3</sub>)  
生殖毒性 : データ無し  
催奇形性 : 動物実験により催奇形性を示すデータがある。 (CrO<sub>3</sub>)

---

有害性情報（人についての症例、疫学的情報を含む）

その他（水と反応して有害なガスを発生する等を含む）：

水とは反応しない。溶解するだけで、有害なガスは発生しない。但し、分解や反応で発生する  $SO_x$  ガスは、悪臭又は刺激性が強く有害である。

環境影響情報

分解性：現在までのところ、混合物としての情報を有してない。

蓄積性：データ無し

魚毒性：データ無し

その他：N含有：有り、P含有：有り

廃棄上の注意

- ・適度に希釈した排水に、希硫酸などの酸類を加えてpHを2～3にする。次に、重亜硫酸ソーダなどの還元剤水溶液を加えて、六価クロムを還元する。その後、消石灰、かせいソーダなどのアルカリ類を加え、水質汚濁防止法の排出基準に従って、中和・凝集処理をしてから排出する
- ・原液又は濃厚液の廃棄は、希釈してから還元・中和をするか、業者に引取りを委託する。
- ・業者の引取りは、都道府県知事の許可を受けた産業廃棄物処理業者、もしくは地方公共団体がその処理を行っている場合は、そこに委託して処分を受ける、
- ・廃棄作業は、必要な保護具を着用して行う。
- ・空容器の廃棄は、内容物を除去してから処分する。

輸送上の注意

- ・輸送の際は、容器に漏れない事を確かめる。
- ・落下や衝撃などによって、容器を痛めて内容物を飛散させないように、きちんと積み込み、荷崩れなどの防止を確実に行う。
- ・特に、各種の金属、強アルカリ類及び還元性物質との混載は、なるべく避ける。
- ・容器の外部は、直射日光・雨水の絶縁が響くようにする。

適用法令

消防法（危険物）	：非該当
毒物及び劇物取締法（劇物）	：無水クロム酸30%
労働安全衛生法（特化則）	：第二類物質、第三類物質
（有機則）	：非該当
（鉛則）	：非該当
（表示物質一法57条の1の関係）	：無水クロム酸
（通知物質一法57条の2第1項の関係）	：無水クロム酸30%
（"）	：硝酸 1～10%
（"）	：硫酸 1～10%
（危険物）	：非該当
危険物船舶運送及び貯蔵規則（危険物）	：腐食性物質
輸出貿易管理令（軍用化学製剤原料化学物質）	：非該当
輸出貿易管理令（麻薬原料化学物質）	：非該当
海洋汚染防止法（海洋汚染物常）	：非該当
PRT法（第一種指定化学物質）	：非該当
（特定第一種指定化学物質）（政令番号69）	：六価クロム化合物15.6%
（第二種指定化学物質）	：非該当

- ・このMSDSは、社団法人日本化学工業協会の作成指針に従って、最善をつくして作成していますが、製品の危険性、有害性、環境影響などの知見は、原材料の情報から推定したもので、情報の正確さ・安全性を保証するものではありません。
- ・すべての化学製品は、未知の有害性があり得るため、取扱いには細心の注意が必要です。
- ・安全な取扱方法の決定は、使用者各位の責任において、この情報を参考に決めて下さい。
- ・このMSDSは、新しい情報、試験などにより、予告なく改訂する事があります。

## 参考資料 3

### めっき工程における PRTR 排出量・移動量算出方法の概要

#### 1. PRTR 制度

PRTR 制度（Pollutant Release and Transfer Register）は、「特定化学物質の環境への排出量の把握及び管理の改善の促進に関する法律」（平成 11 年 法律 86 号）に基づいて実施される化学物質管理制度である。

この制度は、人の健康や生態系に有害な恐れのある化学物質（第一種指定化学物質 358 種）について、事業所から環境（大気、水質、土壌）への排出量及び廃棄物に含まれて事業所外へ移動する量を、事業者自ら把握し国に届け出るとともに、国は届出データや推計に基づき、排出量・移動量を集計し公表するものである。

#### 2. PRTR 制度の対象

##### 2. 1 対象物質

PRTR 対象物質は、人の健康や生態系に有害な恐れのある化学物質であり、環境中に広く存在すると認められる化学物質 345 物質である。（第一種指定化学物質）

##### 2. 2 対象事業者

対象事業者は、第一種指定化学物質を製造、使用、その他業として取り扱うことにより、対象物質を環境に排出すると見込まれる事業者で、以下の要件全てに該当する事業者となる。

- ① 常用雇用者数：21 人以上の事業者
- ② いずれかの第一種指定化学物質の年間取扱量が 1 t 以上（政令で指定されている発癌物質にあっては 0.5 t 以上）の事業所を有する事業者
- ③ 政令 3 条に示されている業種に属する事業を営んでいる事業者

めっき工程を有する事業所は、その事業所が行っている事業により 製造業の中分類 金属製品製造業を中心に複数の業種のいずれかが該当する。

**以下「電気めっき工業」におけるめっき工程の PRTR の排出量・移動量算出方法の概要について述べる。**

##### 2. 3 年間取扱量

年間使用量は届出の必要はないが、事業者が届出対象となるか否かを判定するために

必要であり、事業者が対象となった場合排出量・移動量算出の場合の基礎となる場合がある。

電気めっき工場における PRTR 対象化学物質の「年間取扱量」には、以下のものが該当する。

- ① PRTR 対象化学物質を含有する薬品の年間使用量
- ② PRTR 対象化学物質を含有する陽極の年間使用量
- ③ 購入時には PRTR 対象化学物質ではないが、めっき皮膜・スラッジ等に変化した時点で PRTR 対象になった薬品等の年間使用量（＝PRTR 対象化学物質の年間製造量）
- ④ 購入時には PRTR 対象化学物質ではないが、めっき浴中で溶解した時点で PRTR 対象となった陽極の年間使用量（＝PRTR 対象化学物質の年間製造量）

- \* 1. 金属化合物が対象化学物質に該当する場合は、金属元素に換算して量を計算する。金属化合物のほか第一種指定化学物質の内、政令で定められたものは指定された元素や基に換算して量を計算する。

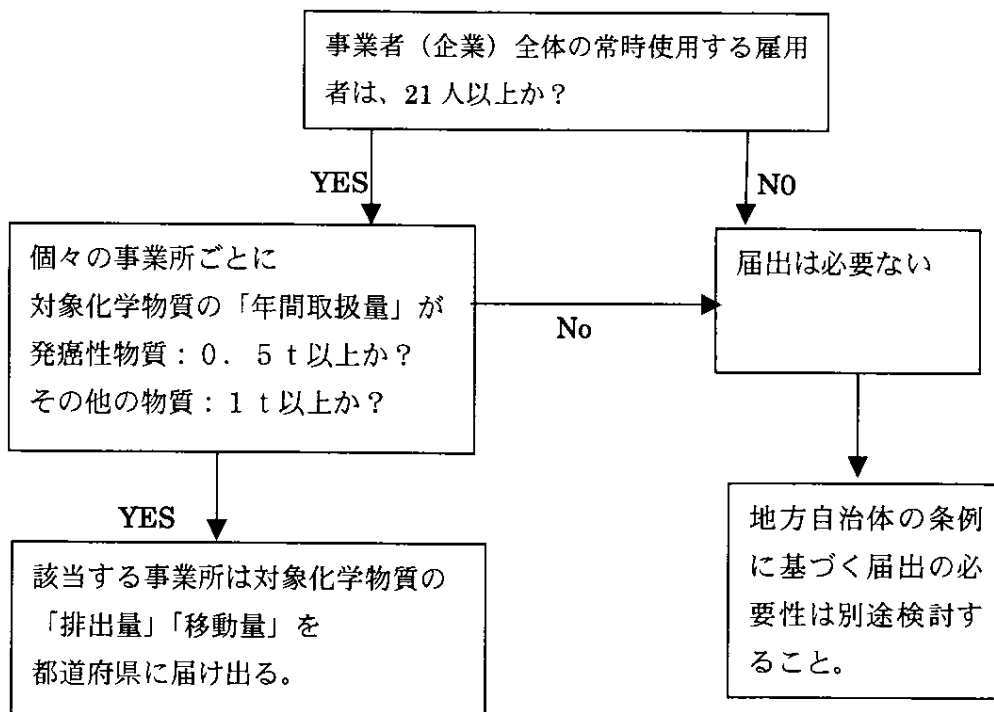
シアン化合物⇒CN に換算

フッ素化合物⇒F に換算

ホウ素化合物⇒B に換算

- \* 2. 金属元素等に換算後の量に基づいて、届出対象になるか否かを判定する。

#### 届出対象事業者の判定フロー



対象化学物質（354 物質）のうち

**電気めっき工程で取り扱われると考えられるもの**

取り扱う事業所が相当数あると思われる物質

亜鉛の水溶性化合物（1）  
銀及びその水溶性化合物（64）  
銅及びその水溶性化合物（207）  
6 価クロム化合物（69）  
クロム及び3 価クロム化合物（68）  
ニッケル化合物（（232）  
ニッケル（231）  
鉛及びその化合物（230）  
トリクロロエチレン（211）  
ジクロロメタン（別名塩化メチレン）（145）  
テトラクロロエチレン（200）  
無機シアン化合物（錯塩及びシアン酸塩を除く）（108）  
ふっ化水素及びその水溶性塩（283）  
ほう素及びその化合物（304）

括弧内は政令番号

下線は特定第一種指定化学物

取り扱う事業所が比較的少ないと思われる物質

直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩（24）  
（アルキル基のC数が10～4までのもの及びその混合物に限る）  
アンチモン及びその化合物（25）  
カドミウム及びその化合物（60）  
キシレン（63）  
クロロエチレン（別名塩化ビニル）（77）  
コバルト及びその化合物（100）  
セレン及びその化合物（178）  
チオ尿素（181）  
トルエン（227）  
ヒドラジン（253）  
ベリリウム及びその化合物（294）  
ベンゼン（299）  
ホルムアルデヒド（310）  
マンガン及びその化合物（311）  
モリブデン及びその化合物（346）



### 3. 排出・移動量の算出

以下の算出は事業所ごとに行い、事業所の所在する都道府県に届け出る。

#### 3. 1 「年間取扱量」の算出

- ① 取り扱う対象化学物質を含む薬品・陽極の年間取扱量を算出する。

$$\text{薬品・陽極の年間取扱量} = \text{年度初在庫量} + \text{年度中購入量} - \text{年度末購入量}$$

- ② 対象化学物質の「年間取扱量」を算出する。

$$\text{対象化学物質の「年間取扱量」} = \text{薬品・陽極の年間取扱量} \times \text{対象化学物質の含有率}$$

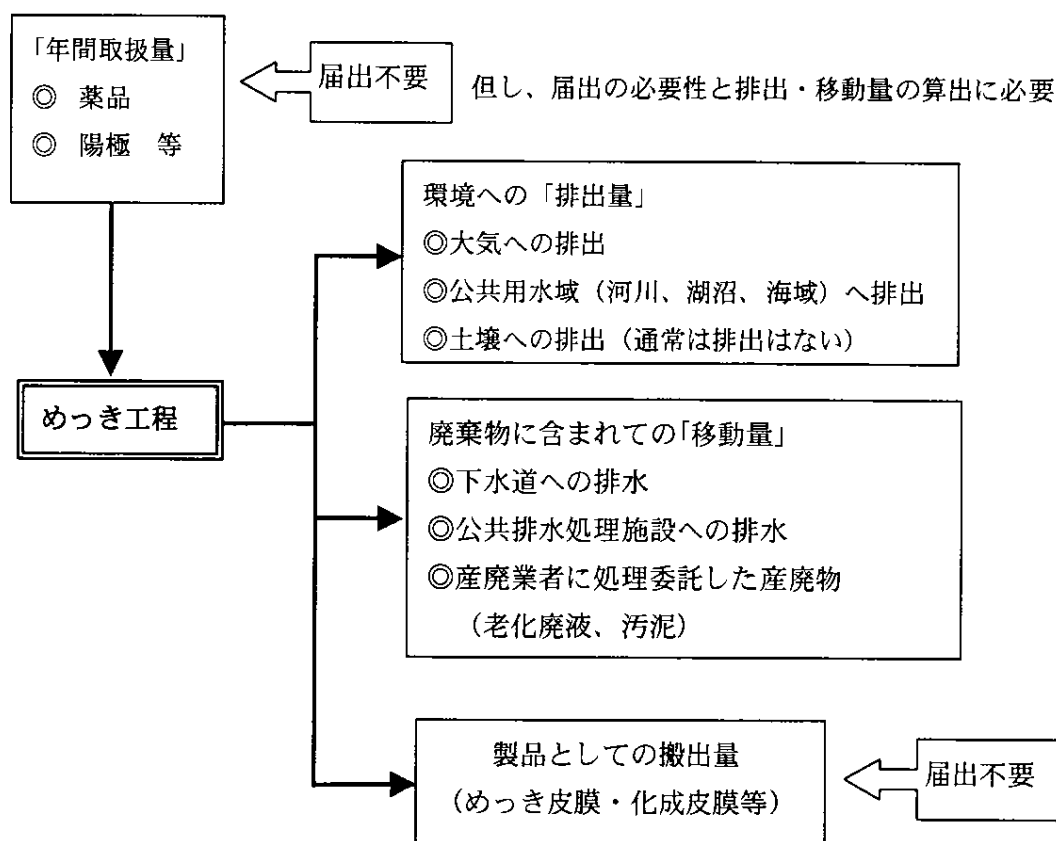
\* 調合製剤でなく、金属等の化合物を単体で購入している場合は

$$\text{対象化学物質の「年間取扱量」} = \text{「金属等の化合物」} \times \text{元素等への換算係数}$$

\* この「年間取扱量」を算出するには「第1章めっき工程の化学物質排出量等管理マニュアル」の「4. 4 原料の購入に示す原材料の受払管理簿」の記録が必要である。

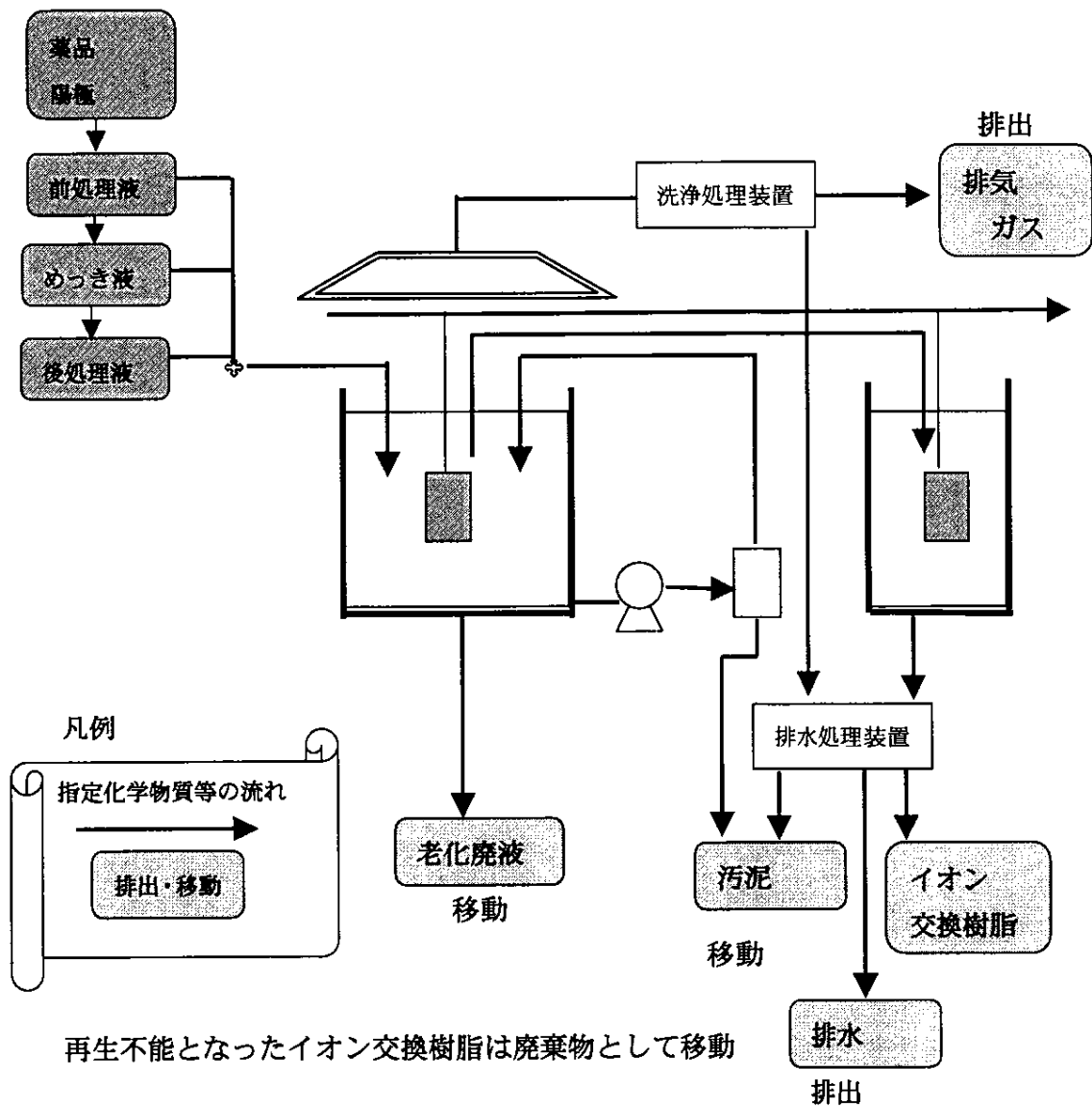
#### 3. 2 めっき工程における排出・移動

めっき工程における「年間取扱量」「排出量」「移動量」の基本的な関係は次のとおり。



### 3. 3 めっき工程の基本フローと排出ポイント

めっき工程の基本フローと排出移動のポイントを下記に示す。



### 3. 4 算出方法に関する基本原則

PRTR 法施行規則では「排出量」「移動量」を算出する方法として次のものを示している。

#### ① 物質収支を用いる方法

取扱量と、製品としての搬出量や廃棄物に含まれての移動量との差により算出する方法

#### ② 実測値を用いる方法

排出・移動物に含まれる量や濃度の測定値に基づき算出する方法

#### ③ 排出係数を用いる方法

取扱量と排出量との関係を示す数値（排出係数）との積により算出する方法

#### ④ 物性値を用いる方法

物質の溶解度等の物理化学的性状に関する数値を用いて算出する方法

#### ⑤ その他の確に算出できると認められる方法

### 3. 5 めっき工程における算出方法の例

#### 1) 排出量

##### ① 大気への排出量

年間排気量（注）×大気排出口濃度（実測平均値）  
（注）排気量（立方メートル／分）×60（分／時間）×稼働時間

又は

年間取扱量×大気排出係数(注)  
(注)年間取扱量のうち大気に排出される平均的割合

又は

「年間取扱量」－「製品としての搬出量」－「公共用水域への排出量」－「移動量」

##### ② 公共用水域への排出量

年間排水量（注）×排水濃度（実測値平均）  
（注）排水量（立方メートル／分）×年間稼働日数（日）

## 2) 移動量

### ① 下水道への移動

「公共用水域への排出」と同じ

### ② 当該事業所外への移動 (①以外)

(共同廃水処理施設への移動)

「公共用水域への排出」と同じ

(老化廃液に含まれての移動)

年間老化廃液発生量×含有量 (実測値平均)

(汚泥に含まれての移動)

年間汚泥発生量×含有量 (実測値平均)

又は

年間取扱量×汚泥発生係数 (注)

(注) 年間取扱量のうち排水処理により汚泥となる平均割合

## 3. 6 主要な取扱対象物質ごとの考え方のモデル例

対象化学物質で取り扱う事業所が相当数あると思われる物質につき、物質ごとにその排出量・移動量算出の考え方のモデル例を以下に表 (その1) から表 (その3-3) までに示す。

電気めっき工程における主要「PRTR 対象化学物質」の  
「取扱量」及び「排出・移動量」の考え方

(その1)

対象化学物質の届出区分 (番号は政令番号 下線は発着物質)	対象となる工 程	「取扱量」として算定すべきもの			排出量・移動量の算出方法				
		薬 品 (例)	<参考> 対象外の薬品例	陽極	排 出 量		移 動 量		
					大気	公共用水域	老化廃液	汚泥	下水道
亜鉛の水溶性化合物 (1)	亜鉛めっき 亜鉛合金め き	「塩化亜鉛」(0.480) 「硫酸亜鉛」(0.227) (注) 亜鉛 (Zn) 量に換算 括弧内は換算係数。	「シアン化亜鉛」 「酸化亜鉛」	亜鉛陽極 (塩化亜鉛 浴、硫酸亜 鉛浴に限 る)	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [Zn] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有量 [Zn] (実測値平均)	0 (なし)	公共用水域 と同じ
銀及びその水溶性 化合物 (64)	銀めっき 銀合金めっき	「硝酸銀」(0.635) 「シアン化銀カリウム」(0.542) (注) 銀 (Ag) に換算 括弧内は換算係数	「塩化銀」 「シアン化銀」	銀陽極 (硫 酸銀浴に 限る)	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [Ag] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有量 [Ag] (実測値平均)	0 (なし)	公共用水域 と同じ
銅水溶性塩 (錯塩を除く) (207)	電気銅めっき 電気銅合金め っき 無電解銅め き	「硫酸銅」(0.255) (注) 銅 (Cu) 量に換算 括弧内は換算係数。	「ピロリン酸銅」 「シアン化銅」 「ほうふっ化銅」	—	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [Cu] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有量 [Cu] (実測値平均)	0 (なし)	公共用水域 と同じ

(その2-1)

対象化学物質の 届出区分 (番号は政令番 下線は発癌物質)	対象となる工程	「取扱量」として算定すべきもの		排出量・移動量の算出方法				
		薬 品	陽極	排 出 量		移 動 量		
				大気	公共用水域	老化廃液	汚泥	下水道
6 価クロム化合物 (69)	(6 価の) 装飾めっき 硬質めっき クロメート処理	「無水クロム酸」(0.520) 「重クロム酸トリウム」(0.349) (注) めっき(Cr) 量に換算 括弧内は換算係数。	—	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [6 価 Cr] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 [6 価 Cr] (実測値平均)	0 (なし)	公共用水 域に同じ
クロム及び 3 価クロム 化合物 (68)	(6 価の) 装飾めっき 硬質めっき クロメート処理	「無水クロム酸」「重クロム酸トリウム」の うち、「スラッジ (3 価クロム化合物)」「 めっき皮膜 (めっき)」「クロメート皮膜 (3 価クロム化合物が主体)」に変化した量 が「取扱量」 (算出方法は欄外の注①参照)	—	0 (なし)	0 (なし)	0 (なし)	年間老化廃液発生量×含有量 [Cu] (実測値平均) 又は 「無水クロム酸」「重クロム酸トリウム」の 「年間取扱量」[Cr 量] × 汚泥排出係数 (0.3)	0 (なし)
	(3 価の) 装飾めっき クロメート処理	「3 価のクロム化合物」 (注) めっき(Cr) 量に換算	—	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [総 Cr-6 価 Cr] (実 測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 [Cr] (実測値平均)	年間老化廃液発生量×含有量 [Cr] (実測値平均) 又は [3 価クロム化合物]「年間取扱量」 [Cr 量] ×汚泥排出係数 (0.3)	公共用水 域に同じ
ニッケル化合物 (232)	電気めっき及び めっき合金めっき 無電解めっき	「硫酸ニッケル」(0.223) 「塩化ニッケル」(0.247) 「スルファミン酸ニッケル」(0.182) (注) めっき(Cr) 量に換算 括弧内は換算係数。	ニッ ケル 陽極		年間排水量×排水濃度 [Ni] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 [Ni] (実測値平均)	年間老化廃液発生量×含有量 [Ni] (実測値平均) 又は 薬品・陽極の「年間取扱量」 [Ni 量] ×汚泥排出係数 (0.3)	公共用水 域に同じ

(その2-2)

対象化学物質の 届出区分 (番号は政令番 下線は発癌物質)	対象となる工程	「取扱量」として算定すべきもの		排出量・移動量の算出方法				
		薬 品	陽極	排 出 量		移 動 量		
				大気	公共用水域	老化廃液	汚泥	下水道
ニッケル (231)	電気ニッケルめっき ニッケル合金めっき 無電解ニッケルめっき	無電解ニッケルめっき液で使用する「硫酸ニッケル」「塩化ニッケル」「スルファミン酸ニッケル」の使用量 [Ni 量] ×皮膜析出係数 (0.7)	ニッケル 陽極	0 (なし)	0 (なし)	0 (なし)	0 (なし)	0 (なし)
鉛及びその化合物 (230)	鉛めっき 鉛合金めっき	「ほうふつ化鉛」(0.544) 「スルホン酸系鉛化合物」 (注) 鉛 (Pb) 量に換算 括弧内は換算係数。	鉛 鉛合金 陽極	0 (なし)	年間排水量×排水濃度 [Pb] (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 [Pb] (実測値平均)	年間老化廃液発生量×含有量 [Pb] (実測値平均) 又は 薬品・陽極の「年間取扱量」 [Pb 量] ×汚泥排出係数 (0.3)	公共用水 域に同じ

注①「取扱量」＝「無水クロム酸」「重クロム酸ナトリウム」の使用量 [Cr 量]×1.0

(理由) ほぼ全量が「スラッジ」「めっき皮膜」「クロメート皮膜」のいずれかに変化するため。



(その3-1)

対象化学物質の届出区分 (番号は政令番号 下線は発癌物質)	対象となる工程	「取扱量」として算定すべきもの			排出量・移動量の算出方法				
		薬品 (例)	<参考> 対象外の薬品	陽極	排 出 量		移 動 量		
					大気	公共用水域	老化廃液	汚泥	下水道
トリクロロエチレン (211)	脱脂・乾燥	「トリクロロエチレン」		—	「年間取扱量」 — 「排出量 (公共用水域)」 — 「移動量 (老化廃液)」  又は 「年間取扱量」×大気排出 係数 (0.838)	年間排水量× 排水濃度 (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 (実測値平均)	0 (なし)	公共用水 域に同じ
ジクロロメタン (別名塩化メチレン) (145)	脱脂・乾燥	「ジクロロメタン」 「塩化メチレン」 「メチレンクロライド」		—	「年間取扱量」 — 「排出量 (公共用水域)」 — 「移動量 (老化廃液)」  又は 「年間取扱量」×大気排出 係数 (0.891)	年間排水量× 排水濃度 (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 (実測値平均)	0 (なし)	公共用水 域に同じ
テトラクロロエチレン (200)	脱脂・乾燥	「テトラクロロエチレン」 「パークロロエチレン」		—	「年間取扱量」 — 「排出量 (公共用水域)」 — 「移動量 (老化廃液)」  又は 「年間取扱量」×大気排出 係数 (0.790)	年間排水量× 排水濃度 (実測値平均)	年間老化廃液発生量 ×含有濃度 (実測値平均)	0 (なし)	公共用水 域に同じ

(その3-2)

対象化学物質の届出区分 (番号は政令番号 下線は発癌物質)	対象となる工程	「取扱量」として算定すべきもの			排出量・移動量の算出方法				
		薬品 (例)	<参考> 対象外の薬品(例)	陽極	排出量		移動量		
					大気	公共用水域	老化廃液	汚泥	下水道
無機シアン化合物(錯塩及びシアン酸塩を除く) (108)	各種めっき (シアン化浴)	「シアン化ナトリウム」(0.531) 「シアン化カリウム」(0.400) 「シアン化金」(0.117) 「シアン銀」(0.194) 「シアン亜鉛」(0.443) 「シアン化銅」(0.290) (注)シアン(CN)量に換算 括弧内は換算係数	シアン化ナトリウム金カリウム シアン化カリウム銀カリウム	—	0(なし)	0(なし)	年間老化廃液発生量× 含有濃度[CN] (実測値平均)	0(なし)	0(なし)
ふっ化水素及びその 水溶性塩(283)	前処理・後処理 各種めっき (ほうふっ化浴)	「ふっ化水素酸」(0.950) (注)フッ素(F)に換算。 括弧内は換算係数	「ほうふっ化水素酸」 「ほうふっ化銅」 「ほうふっ化すず」 「ほうふっ化鉛」	—	0(なし)	年間排水量× 排水濃度[F] (実測値平均)	年間老化廃液発生量× 含有濃度[F] (実測値平均)	0(なし)	公共用水域に同じ
ほう素及びその化合物 (304)	前処理・後処理 ニッケルめっき 各種めっき (ほうふっ化浴)	「ほう酸」(0.175) 「ほうふっ化水素酸」 (0.123) 「ほうふっ化銅」(0.091) 「ほうふっ化すず」(0.074) 「ほうふっ化鉛」(0.057) (注)フッ素(F)に換算。 括弧内は換算係数			0(なし)	年間排水量× 排水濃度[B] (実測値平均)	年間老化廃液発生量× 含有濃度[B] (実測値平均)	0(なし)	公共用水域に同じ

#### 参考資料 4 参考にした資料

1. 全国鍍金工業組合連合会・環境対策委員会 平成2年通産省主催  
ブロック別研修会テキスト「めっき工場の環境整備」
2. 全国鍍金工業組合連合会・環境対策委員会 平成4年通産省主催  
ブロック別研修会テキスト「有害物質による事故の防止と管理」
3. 中小企業事業団：業種別 PRTR 排出・移動量等算出マニュアル（化学工業以外）
4. 中小企業事業団：電気めっきの環境保全対策技術（平成11年5月）
5. 全国鍍金工業組合連合会：電気めっき業の PRTR 算出マニュアル（平成13年5月）
6. 経済産業省・環境省：PRTR 排出量等算出マニュアル（Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ）（平成16年1月）
7. 工学図書株式会社出版：めっき実用便覧（昭和53年3月）
8. めっき技術便覧編集委員会：めっき技術便覧（昭和58年7月）
9. 丸山清：めっき実務読本 日刊工業新聞社（昭和58年6月）
10. 表面技術協会：表面技術環境ハンドブック 2000年版

## 第2章 洗浄工程の化学物質排出量等管理マニュアル

## 第2章 洗浄工程の化学物質排出量等管理マニュアル

### 1. はじめに

産業洗浄を実施している事業所が使用する洗浄剤は、水系洗浄剤、準水系洗浄剤及び非水系洗浄剤に大別されるが、その種類は多岐にわたっている。これらの洗浄剤あるいは洗浄剤に含まれる化学物質には、人体や環境に悪影響を及ぼすものもあるため、関連諸法令や条例等により適正な管理が求められている。

本マニュアルは、非水系洗浄剤の内、従来より広く使用されて来ている塩素系溶剤（塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン）を例にとり、「化学物質管理指針」（平成12年3月30日環・通告1）を概説した第1節第1章「化学物質排出量等管理マニュアルについて」の内、洗浄工程に固有な第2項から第6項までについて記述し、事業者が事業所の洗浄工程における指定化学物質等の適正な管理および使用の合理化を図るためのマニュアルを策定する際のガイドラインとすることを目的とする。

なお、本マニュアルは、「参考資料8 フッ素系溶剤」及び「参考資料9 水系洗浄剤」に概説をした各々の洗浄剤を使用する場合のマニュアル策定にも準用することができる。

### 2. 管理計画の策定

管理・改善計画策定にあたっては、目標を明確にして組織的、継続的取り組みが必要である。

適時実施効果の確認を行い、評価し次の段階へ進むこと（P-D-C-Aサイクル）が重要となる。

管理計画策定段階においては、事例に示すチェックリスト等を使用し、現状把握の結果と照合して課題を明確にする。

#### 2. 1 管理計画策定のためのチェックリストの例

##### ① 管理体制について

No	項 目	チェック結果
1	指定化学物質等の取り扱い責任者は指名されているか（職務・責任・権限）	
2	指定化学物質等の取り扱い者は指名されているか（職務・責任・権限）	
3	取り扱い作業主任者は配置されているか（有機溶剤取り扱い者等）	

No	項 目	チェック結果
4	作業要領は工程ごとに作成されているか	
5	点検要領は施設・作業ごとに作成されているか	
6	教育・訓練は実施されているか（実施結果・記録）	
7	指定化学物質等に関わる情報は整理されているか	
8	広報担当者は指名されているか（職務・権限・責任）	
9	対外窓口は明確になっているか	
10	対外窓口は公開されているか	

② 施設全般についての例

No	項 目	施設	チェック結果
1	床は不浸透性の材料になっているか	共通	
2	側溝の傾斜は十分取られているか	共通	
3	必要な個所に貯めます等を設置しているか	共通	
4	排水経路は点検しやすい構造になっているか	共通	
5	必要な場所に換気装置が設置してあるか	貯蔵保管	
6	地下ピットは点検しやすい構造になっているか	貯蔵保管	

③ 設備に関するチェックリストの例

No	項 目	チェック結果
1	槽、配管等の材質は腐食に耐えられる材質か	
2	床にクラックはないか	
3	必要な個所に排気装置が設置されているか	
4	排気ダクトの液溜りはないか	
5	排気ダクト端に空気清浄化の為に洗浄集塵装置は設置されているか	
6	溶剤等の蒸気の発生源は、密閉できる構造になっているか	
7	洗浄装置の開口部は小さくなっているか	
8	洗浄装置のフリーボード比は十分か	
9	洗浄槽の冷却装置の能力は十分か	
10	洗浄装置の密閉化は図られているか	
11	洗浄工程の多重安全化は十分か（用役を含む）	
12	緊急ピットの容量は、槽容量、工程内の浴液保有量に対し十分か	
13	床と槽底部の間隔は確保されているか	
14	排水処理装置の能力は十分か	
15	溶剤等の供給・移送、廃液の払い出し等のポンプ、配管は密閉か	
16	配管は流れる化学物質別に色分け、表示等で識別されているか	

#### ④ 化学物質の取り扱いに関するチェックリストの例

No	項 目	チェック結果
1	溶剤回収装置等による溶剤の削減は図られているか	
2	廃液の蒸留・再使用等による使用の削減が図られているか	
3	被洗浄物による溶剤の持ち出し量の低減が図られているか	
4	洗浄水を最小化する管理はなされているか	
5	MSDS は完備され、整理されているか	

## 2. 2. 大気への排出実態の把握

管理計画を策定するに当たっては、排出の実態を把握することが重要であり、以下にその算出方法、濃度の測定方法を示す。

### 2. 2. 1. 塩素系溶剤の排出量等（PRTR）の算出方法

洗浄工程における塩素系溶剤の環境への排出先は「水域」、「大気」、及び「土壌」であるが、法が順守されていれば、「水域」、及び「土壌」への排出は実質的にゼロである。従って、脱脂洗浄槽からの溶剤の蒸発、揮散、脱脂・洗浄後の部品及び洗浄用治具に付着した溶剤の蒸発等が主体となる。

参考資料 5「脱脂洗浄における塩素系溶剤の取扱量、排出量及び移動量簡易算出マニュアル」参照。

### 2. 2. 2. 塩素系溶剤の排出口濃度の測定方法

大気中への排出実態を把握するために、排出口の濃度の測定方法の概略と、排出状況の目安となる簡易測定方法について、参考資料 4 に添付する。

## 2. 3. 管理・改善目標の例

### ① 指定化学物質等の管理に関わる役割を定め責任を明確にする。

工場長等各級管理者の指定化学物質等の取り扱いに関する役割と権限ならびに責任の確認と明確化。

各技術スタッフの指定化学物質等の取り扱いに関する役割と権限ならびに責任の確認と明確化。

### ② \*\*年度内に事業所内で取り扱う指定化学物質等の種類・量そのフローを明確にする。

### ③ \*\*年度内に事業所内で取り扱う指定化学物質等の MSDS を完備し、以後毎年更新する。

### ④ \*\*年度内に発生する廃棄物の発生量を初年度の\*\*％に削減する。

### ⑤ \*\*年度内に浴液等の指定化学物質等使用量を初年度の\*\*％に削減する。

例えば、溶剤の回収方法を検討し、3 年以内に溶剤使用量を初年度対比 20％削減する。



## 2. 4. 管理・改善計画のイメージ

	初年度	2 年次	3 年次
管理計画	① 管理体制の確立 ② 教育・訓練体制の確立	① 管理体制の見直し ② 教育・訓練推進 結果と評価	① 次期計画の策定 ISO14000 取得へ ② 次期計画の策定
	① 設備点検体制の確立 ② 設備更新計画策定	① 設備点検の推進 ② 更新計画推進 ③ 結果の評価	① 次期計画の策定 点検・更新のシステム化
改善計画	① 化学物質使用量調査・削減計画の策定。 ② 廃棄物量の調査・削減計画の策定 ③ 溶剤回収計画策定 溶剤使用量の精査と方法の検討 上記各目標の設定	① 削減計画遂行・評価 目標⇒*** ② 削減計画遂行・評価 目標⇒*** ③ 方法の設定と現場への適用 その評価	① 次期計画の策定 次期目標設定 ② 次期計画の策定 次期目標設定 ③ 次期計画の策定 次期目標設定

## 3. 指定化学物質等を取り扱う施設・場所

洗浄工程では指定化学物質である塩素系溶剤（塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレン）を多量に使用するので、施設外へのそれら指定化学物質等の排出、移動を確実に管理し、作業環境を適切に維持するために、施設の材質、構造、レイアウト等それらの要因に対応した配慮が必要である。

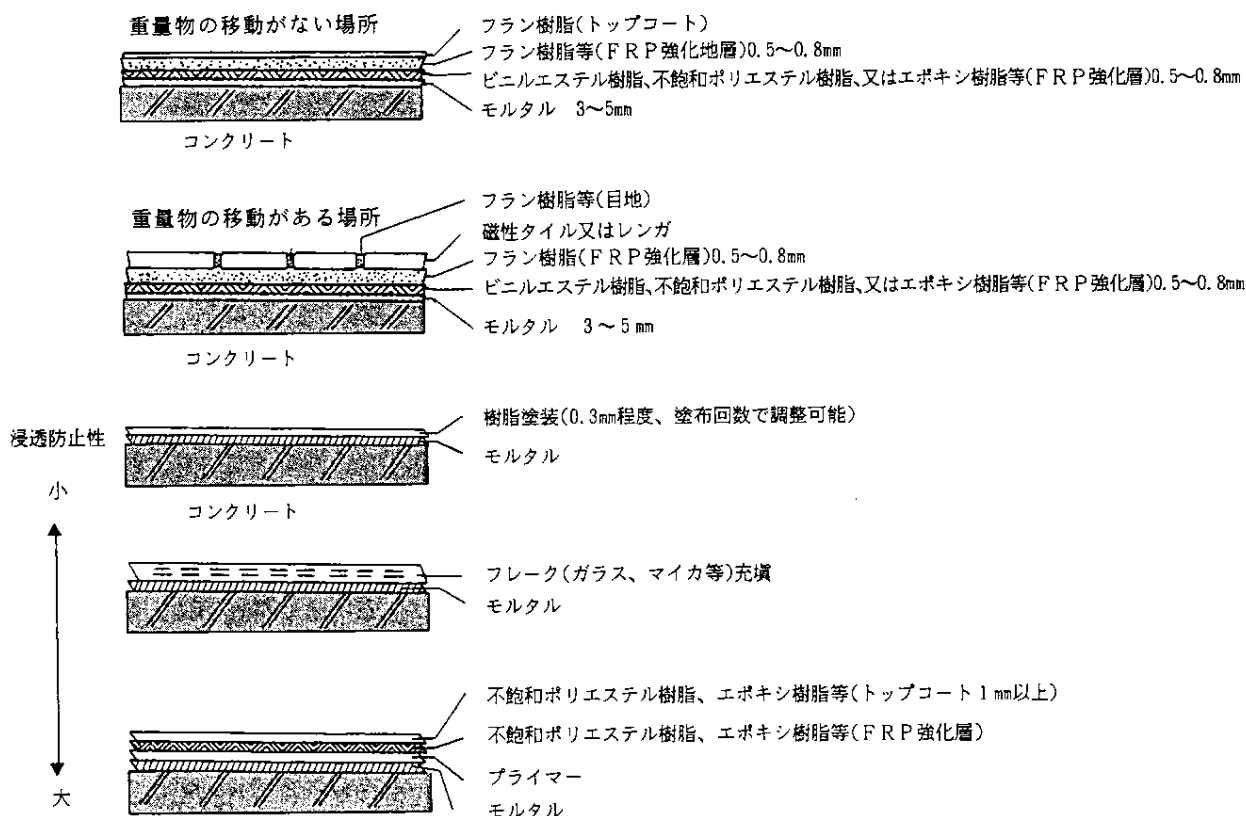
### 3. 1. 取り扱う施設・場所

#### 3. 1. 1. 共通事項

1. 床面は、塩素系溶剤の地下浸透を適切に防止できるコンクリート等の材質とする。  
また、そのひび割れ等が心配される場合には、塩素系溶剤に耐性をもつ合成樹脂による床面の被覆、容器等の下へのステンレス鋼の受け皿の設置等地下浸透防止措置をとる。

- (1) コンクリートの床面を塩素系溶剤に耐性をもつ合成樹脂で被覆する。
- (2) 塩素系溶剤を取り扱う場所の床面の地下浸透防止のために合成樹脂で被覆処理を行う場合には、次の点に留意する。
  - ① 長期間使用可能な樹脂は、フラン樹脂とフッ素樹脂である。フラン樹脂は接着力が弱く、ひび割れを起こし易いので、単独では使用できないが、次の施工例のように下部に積層部を作るとフラン樹脂被覆ができる。また、最近ではシラノキシ樹脂が実用化されたが、これは浸漬状態での長時間耐薬品性は不足するが、漏れを想定した滴下状態程度であれば十分な耐薬品性を示す。
  - ② フッ素樹脂は、耐薬品性に優れているので、ポリテトラフルオロエチレン (PTFE)、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテルコポリマー (PFA)、エチレン・テトラフルオロエチレンコポリマー (ETFE) 等のシートで被覆することができる。
  - ③ ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂及びウレタン樹脂は、塩素系溶剤が滞留しない床面に限って使用できる。また、これらの樹脂の厚さは 0.3mm (300 $\mu$ m) 程度の塗膜から数 mm のライニングまで施工できる。樹脂ライニング施工例を次に示す。

#### コンクリート床面の樹脂ライニング施工例



- (3) 床面にステンレス鋼板を用いる場合には、継ぎ目等からの地下浸透を防止する措置を講ずる。すべり易くて困る場合には、縞鋼板等を用いてすべらないようにする。
- (4) 受皿は、ステンレス鋼製が適当で、鉄製は塩素系溶剤に耐性がある適当な防錆塗料がなく、腐食しやすいので好ましくない。

受皿は、溶剤槽又は装置（水分離器、ポンプ等の付帯設備も含む）の下に設置し、槽の側面上部のピンホール等から漏出した場合も受けられるよう適切なものとする。

2. 必要な場合には、取り扱う塩素系溶剤の量及び作業に対応して、施設・場所の周囲に防液堤、側溝又はためますを設置する等、塩素系溶剤の流出を防止する措置をとる。

また、雨水のかかる施設・場所及び水を使用する施設・場所の周囲には、上記の措置に加えて塩素系溶剤と水を適切に分離する分離槽を設置する。

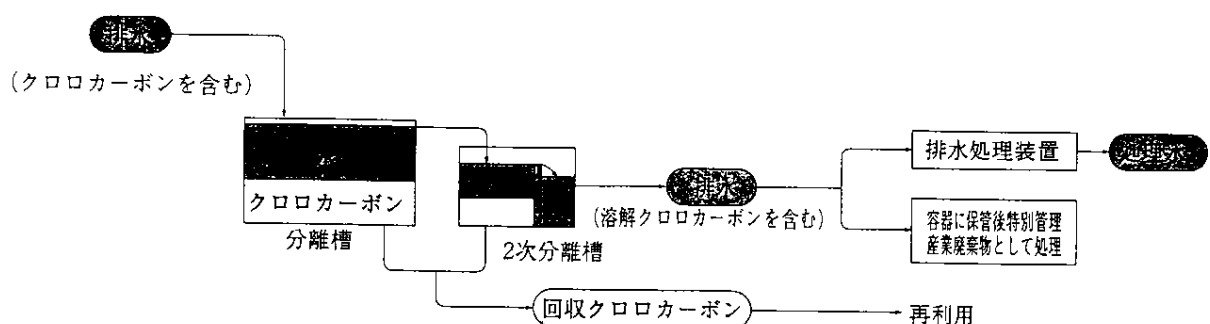
- (1) 床面は、漏出液や雨水がためます等へ速やかに流れるように 1/50～1/100 の勾配を持たせることが望ましい。屋外で雨水・排水兼用の場合でも同じでよい。
- (2) ためますや分離槽及び液が長時間滞留しそうな床面は、防水モルタルや塩素系溶剤に耐性をもつ樹脂モルタル又は樹脂で被覆する等の浸透防止処理を行う。

(注) 防水モルタル：けい酸ソーダ等の化学薬品を防水剤として単独又はモルタルに混入したものを何層かに塗り重ね、防水効果をもたせたもの。

樹脂モルタル：無機セメントを使用せずに不飽和ポリエステルやエポキシ樹脂に骨材を入れたもの。

- (3) 特に防水性が要求される部分は、防水モルタルを表層に用いる。
- (4) アスファルト塗装やピッチタールによる浸透防止処理は、塩素系溶剤に侵されるから適当でない。
- (5) 塩素系溶剤は、水より重く（比重 1.3～1.6）、水に対する溶解度が小さいので、重力により分離し、上澄液を排水とし、排水処理装置へ送る。また、必要に応じて 2 次分離槽を設ける。水分離槽の構造例を次に示す。

水分離槽の構造例

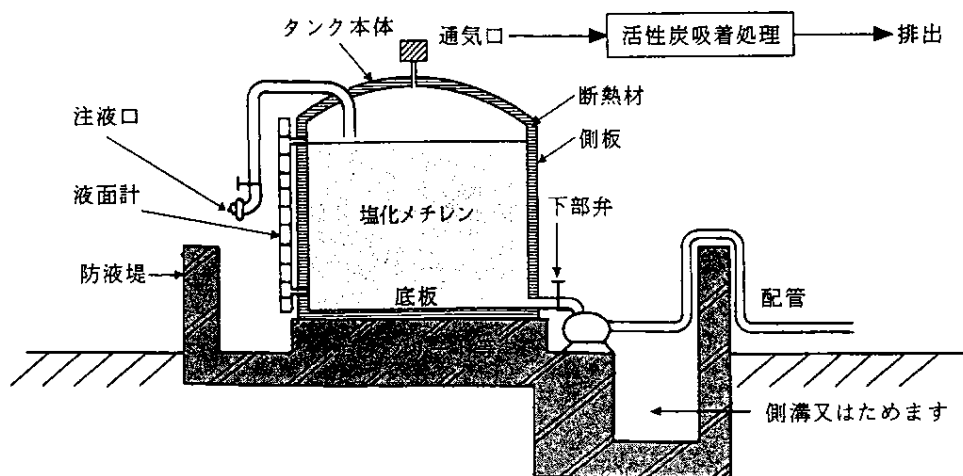


3. 施設（配管等を含む）は、地上に設置する。やむを得ず、地下とする場合には、地下ピット（床面及び壁面は浸透防止ができるコンクリートが適当である）内に置く。

（１）貯蔵タンクは、密閉式構造のものとし、その上部には通気口を、下部又は底部には清掃用の排液口をつける。通気口には活性アルミナ、イオン交換樹脂等の乾燥剤を取り付ける等の手段を講じ、空気中の湿気が浸透して結露するのを防ぐ。乾燥剤は定期的に点検する。通気口からの排出ガスの中の塩素系溶剤は活性炭吸着等によりできる限り除去する。

特に塩化メチレンは、夏季に直射日光による温度上昇（35℃以下）を防ぐため、断熱材を使用した貯蔵タンク、冷却設備を取り付けた貯蔵タンク、又は密閉式の耐性貯蔵タンクを使用する等の措置を講ずる必要がある。塩化メチレンの貯蔵タンクの例を次に示す。

塩化メチレンの貯蔵タンクの例



- （２）屋内に貯蔵タンクを設置する場合には、通気口の開放端が作業場の空気を汚さないように屋外に導く。
- （３）塩素系溶剤は、通常の条件では鉄製の材質で長時間貯蔵できるが、アルミニウム及びその合金は、腐食されることがあるので、使用してはいけい。また、水分の多い場合には、ステンレス鋼製の材質がよい。
- （４）貯蔵タンクを設置する場合には、基礎は耐力の十分な鉄骨架台又は鉄筋コンクリート造りとする。そして、タンクの底部に漏れが発生した場合でも、直ちに発見できる構造とする。
- （５）地下ピットは、人が中に入って液漏れ等の点検や補修ができる程度のスペースを設ける。ただし、困難な場合には、少なくとも漏出液の有無が確認できる構造とする。
- （６）塩素系溶剤及びこれらを含んだ排水を送る配管等については、漏出が点検できるよ

う地上に設置し、床面は地下浸透を防止できるコンクリート等の材質とする。やむを得ず、地下に設置する場合にはU字溝（コンクリートが適当である）内に設置する。また、排水溝は、コンクリート等の材質として、素掘りの排水口を使用してはならない。

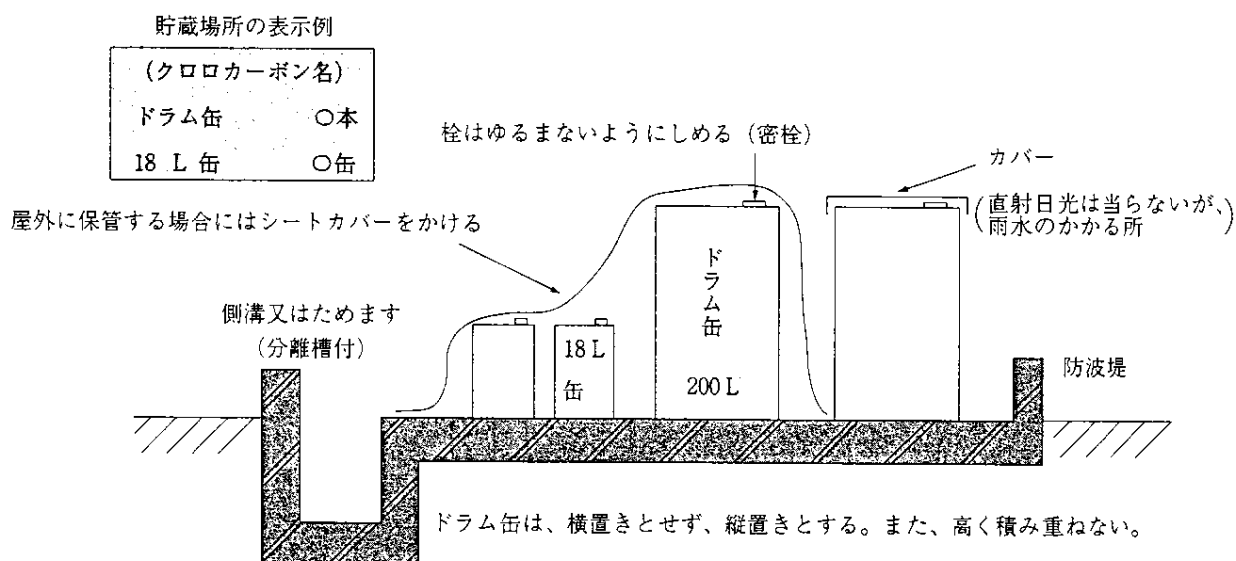
### 3. 1. 2. 貯蔵施設・場所

1. ドラム缶等の容器で貯蔵する場合には、直射日光による温度上昇、及び雨水による容器の腐食を防止する為、下記の点に留意する。

- (1) 貯蔵場所は、屋内の冷暗所とすることが望ましい。
- (2) 貯蔵場所をやむを得ず屋外とする場合には、屋根をつける、容器にカバーをかける等の措置を講じる。

ドラム缶等の容器を屋外に貯蔵・保管する場合には、次のようにカバーをかける等の対策を講じる。

容器保管場所の例



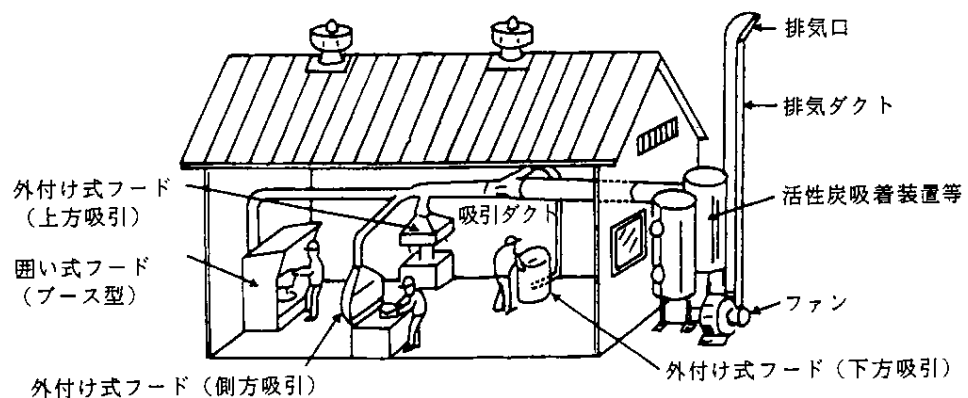
### 3. 1. 3. 作業施設・場所

1. 原則として塩素系溶剤の蒸気の発生源を密閉できる構造とするか、又は局所排気装置を設置する。

局所排気装置は、発生源から発生した塩素系溶剤の蒸気を全量吸引し、その汚染空気を、必要に応じて活性炭吸着装置等（空気清浄装置）により塩素系溶剤を除去し、排気を大気中に放出する。

なお、局所排気装置の設置方法、性能、稼動及び点検については、有機溶剤中毒予防規則（第 14 条～第 23 条）に定められている。局所排気装置は、フードの型式・制御風速・必要排風量・排気ダクト・活性炭吸着装置・ファン等により性能が異なるので、十分内容を検討して設置する。

局所排気装置の設置例



2. 洗浄装置の開口部や溶剤の露出面積は、できる限り小さくする。

溶剤の放出や蒸発による溶剤損失を少なくするため、洗浄装置の開口部や溶剤の露出面積は、できる限り小さくする。

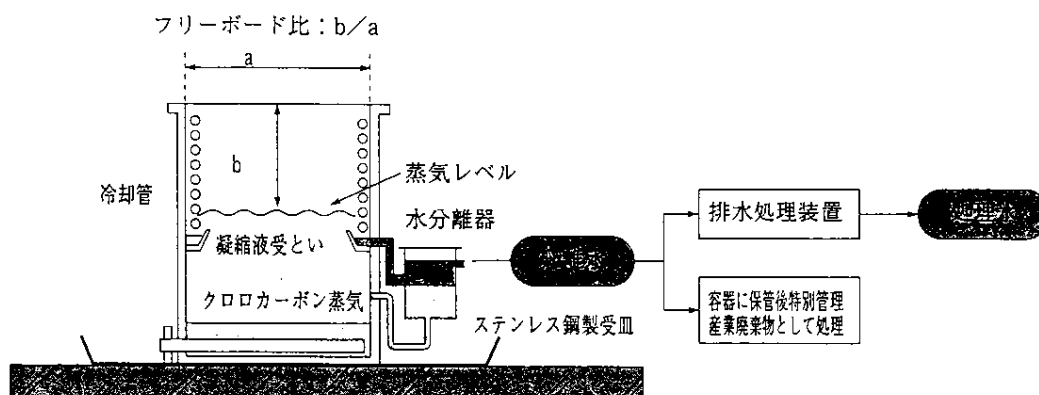
3. 洗浄装置のフリーボード比は、できる限り大きくする。

フリーボード比とは、蒸気洗浄槽の場合は、次の図に示すように洗浄槽の短い方の開口寸法（a）に対する蒸気/空気境界から洗浄槽の上端までの高さ（フリーボードの高さ又は深さ）（b）の比（ $b/a$ ）をいう。また、浸せき洗浄槽の場合は、洗浄槽の短い方

の開口寸法（a）に対する溶剤の液面から洗浄槽の上端までの高さ（深さ）bの比（b/a）をいう。

フリーボード比（b/a）は、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの蒸気洗浄槽では0.5以上、常温浸せき洗浄槽では0.7以上が望ましく、特に塩化メチレンの場合は、いずれの洗浄槽でも1.0以上とする。フリーボード比をできる限り大きくすることにより、洗浄槽からの溶剤の放出や蒸発による溶剤損失を少なくすることができる。

#### 蒸気洗浄のフリーボード比



#### 4. 塩化メチレンの洗浄装置には、冷水装置（チラー）を付設する。

塩化メチレンは、沸点が約 40℃と低く揮発しやすいので、蒸気を十分に冷却凝縮させるために 5～15℃に冷却が必要である。このために冷水装置（チラー）を必ず付設する。。

### 4. 管理対策の実施

国が定めた「指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係わる措置に関する指針」（以下、化学物質管理指針とする）においては、第一の三において「管理対策の実施」として、①設備点検等の実施②指定化学物質を含有する廃棄物の管理、③設備の改善等による排出の抑制、④主たる工程に応じた対策の実施を規定し、第二の二において「化学物質の使用の合理化対策」として、①工程の見直し等による使用の合理化、②主たる工程に応じた対策の実施を規定している。

また、「化学物質管理指針」の前文において「本指針に留意して、事業所における指定化学物質等の取扱い実態に即した方法により」と規定されている。

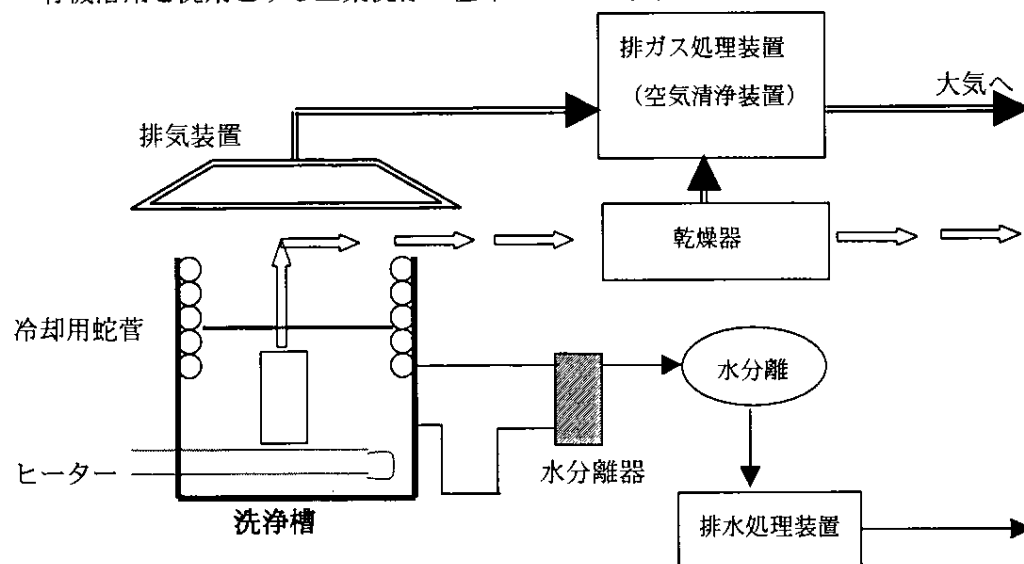
事業者による指定化学物質等の管理の活動において、指針で言う「管理対策の実施」と「化学物質の使用の合理化対策」とは密接に関連していることから、両者を厳密に区分して取り扱うことは煩雑さを増し、理解の促進の支障となるおそれがある。

この観点から、本マニュアルでは、両者の内容を包括する形で、「管理対策の実施」として化学物質管理に必要となる事項を紹介する。



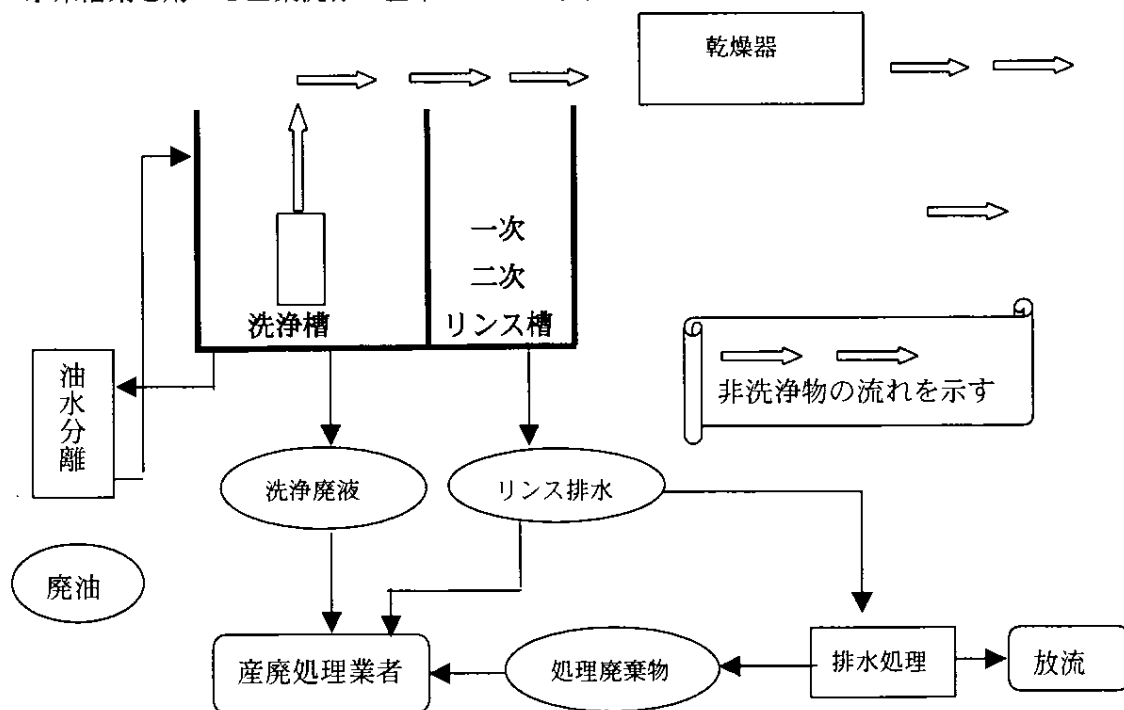
## 有機溶剤系洗浄の基本フロー

有機溶剤を洗剤とする工業洗浄の基本フローを示す。



## 水系洗浄の基本フロー

水系溶剤を用いる工業洗浄の基本フローを示す。



#### 4. 1. 作業要領の策定等

指定化学物質を適正に使用し、洗浄作業の品質を確保するために作業を標準化し作業要領として成文化して、関係者に理解させておくことが重要である。

管理計画を推進し、管理対策を実施していく過程においても作業が定められた要領に従い、正しく操作されていることが前提となる。

作業要領を「4. 3. 移し替え作業」及び「4. 4. 使用」を踏まえて策定し、作業中にはこれを遵守させる。

塩素系溶剤の移し替え及び使用については、作業要領を策定し、作業者に周知して遵守させる。

洗浄作業については、点検又は取扱説明書に従って始業点検を行い、作業要領に基づいて作業を行う。トリクロロエチレンによる蒸気脱脂洗浄作業要領の一例を次表に示す。

トリクロロエチレン蒸気脱脂洗浄作業要領

トリクロロエチレン蒸気脱脂洗浄作業要領					
単 位 作 業	3 槽式洗浄装置を用いた蒸気脱脂洗浄作業	担 当 課	承 認	年 月 日	起 案
仕 様	作業の概要 3 槽式洗浄装置を用いてトリクロロエチレンにより金属表面に付着した汚れを除去する作業	使 用 溶 剤	トリクロロエチレン		
		使 用 装 置	3 槽式洗浄装置		
		保 護 具	有機ガス用防毒マスク、不浸透性の保護衣、保護手袋		
		作 業 人 数	3 人	資 格 ・ 免 許	有機溶剤作業主任者
要素作業	作業手順	急 所	急 所 の 理 由		
準 備 作 業	1 局所排気装置を稼働する。	(1) 吸引状況を漏風試験器等を用いて点検する。	① 洗浄作業者の呼吸位置で発煙し、吸引されていること。		
	2 溶剤を補給する。	(1) 適切に整備され、溶剤等に適した主動ポンプ又は自動ポンプを使用する。 (2) 補給作業は、洗浄装置の作動及び作業を停止して、溶剤を飛散させないように冷浴槽の液面下にポンプの先端を入れて補給する。液面の高さに注意してあふれることがないようにする。	① 補給中の飛散及びこぼれを防止する。  <div style="text-align: center;"> </div>		
	3 補給作業後、直ちに容器を密栓する。				
	4 洗浄装置を点検する。	(1) 始業点検を行うとともに作業中も随時点検する。			
	5 冷却水を通水する。	(2) 点検表に基づいて実施する (様式例 1 及び 2 参照)  (1) 冷却水の温度はできるだけ低くし、原則として 25℃ 程度を超えないこと。 ただし、梅雨期等湿度の高いときは、大気中の水分を多く凝結させるため、下げ過ぎないようにする。 (2) 蒸気槽の上部冷却コイル、冷液槽の冷却コイルに通水し、冷却水が流れているかどうか確認する。	① 冷却管に冷水を通水することにより、蒸気槽等からの溶剤蒸気を凝結させ発散を防止する。		
	6 溶剤液量を調整、確認する。	(1) 各槽の液量が規定レベルに達しているかどうかを確認する。	(規定レベル) 温浴槽：満タン 冷浴槽：満タン 蒸気槽：加熱器(蒸気又は電熱ヒーター)の上 10 ～ 15 cm まで。		
	7 蒸気槽及び温浴槽の加熱蒸気バルブ(又は電熱ヒーター)を開く。	(1) 温度計が正常に作動しているかどうかを確認する。			

脱脂洗浄作業	<p>1 金属部品等の被洗浄物をラック等へ並べる。</p> <p>2 被洗浄物を温浴槽に浸漬する。</p> <p>3 冷浴槽へ浸漬する。</p> <p>4 蒸気槽へ浸漬する。</p>	<p>(1) 被洗浄物の処理量(大きさ及び重量)は、洗浄装置の設計能力の範囲内とする。</p> <p>(2) 溶剤の持ち出し(くみ出し)のないようにし、また部品等が槽内に落下しないように注意する。</p> <p>(1) 入れる速さは、洗浄装置、部品の形状、洗浄方法等を考慮して設定する。 原則として、5cm/秒以下の速さとする。</p> <p>(2) 被洗浄物の搬送は、自動搬送装置(コンベヤー等)、ホイスト、フック、取出し治具等を使用し、槽の真上には顔を近づけないようにする。</p> <p>(3) 被洗浄物の槽間移動は蒸気槽内で行う。</p> <p>(4) 浸漬時間は、仕上がりの状態を見て調整する。</p> <p>(5) できるだけ水分が槽内に入らないようにする。</p> <p>(1) 浸漬時間：通常 1～2 分間</p> <p>(1) 洗浄時間は、被洗浄物が溶剤蒸気の温度(溶剤の沸点)と同じになる時点(被洗浄物の表面から溶剤蒸気の凝縮が止むまでの時点)までとする。</p>	<p>① ピストン効果及び蒸気層の崩壊による溶剤蒸気の漏出(損失)を防止する。</p> <div data-bbox="799 353 1293 608"> <p>ピストン効果</p> <p>蒸気層の崩壊</p> </div> <p>液の持ち出し(くみ出し)防止及び引上げ速度の適正化</p> <div data-bbox="807 741 1160 1117"> <p>(最大の液切りのための吊し方)</p> </div> <p>引き上げ速度 5 cm / 秒</p> <p>左は碗状の容器内に液がたまるので持ち出し量が大。 右は液切りができる。</p> <p>① できるだけ洗浄槽に近づかないようにし、溶剤蒸気の吸入を防止する。</p> <div data-bbox="870 1205 1136 1537"> <p>のぞきこまない 危険!!</p> <p>洗浄槽</p> </div> <p>金属部品等被洗浄物の温度を冷液槽の液温まで下げるためであるので、部品の熱容量によって調整する。</p> <p>蒸気洗浄槽内における部品等の槽間移動及びシャワー及びスプレーによるすすぎ洗い(リンス)。</p>
--------	---------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>5 すすぎ洗 いをする。</p>	<p>(1) シャワー又はスプレーによるすすぎ洗いは、蒸気層内で行なう。</p>	<div data-bbox="890 256 1246 541" data-label="Image"> <p>シャワー又はスプレー</p> </div> <p>① 被洗浄物に付着している溶剤からの蒸気の発散及び作業床へのこぼれを防止する。</p> <div data-bbox="843 659 1238 940" data-label="Image"> </div> <p>② 槽内には、濃厚な溶剤蒸気が充満しているため、不用意にはいると酸欠症や急性中毒のおそれがある。(「2.7.4 災害事例」参照)</p>
<p>後 始 末 作 業</p>	<p>1 加熱源を 停止する。</p> <p>2 冷却水を 停止する。</p> <p>3 洗浄装置 にふたをする。</p> <p>4 局所排気 装置の稼働 を停止する。</p>	<p>(1) 蒸気槽及び温度槽の加熱蒸気バルブ(又は電熱ヒーター)を閉める。</p> <p>(1) 冷却水は、加熱源停止後、蒸気槽の溶剤温度が常温付近に低下するまで通水する。</p> <p>(1) 密閉式のふたをする。</p>	<p>蒸気を発散を防止する。</p>

(参考 1) 取扱い作業は、局所排気装置又は全体換気装置を作動してから行う。

塩素系溶剤を使用する作業を開始する前に、作業場内の局所排気装置を作動させる。  
また、必要に応じて室内の換気を行う

塩素系溶剤を取扱う屋内作業場は、有機溶剤の蒸気の発散源を密閉する設備又は局所排気装置の設置が義務づけられている（有機溶剤中毒予防規則第 5 条）。局所排気装置の排気口の高さは、屋根から 1.5m 以上の高さとしなければならない（有機溶剤中毒予防規則第 15 条の 2）。

(参考 2) 塩素系溶剤を取扱う屋内作業場には、労働安全衛生規則及び有機溶剤中毒予防規則に定められた表示をしなければならない。

(1) 有機溶剤等使用の注意事項掲示（有機則 第 24 条）

掲示方法は、次に定めるところのものとする。

- ① 掲示は、掲示板によって行うこと。
- ② 掲示板の材質は、木質、金属その他の硬質の物であること。
- ③ 掲示板の大きさは、縦 0.4m 以上、横 1.5m 以上とすること。
- ④ 掲示板の表面は、白色とすること。
- ⑤ 掲示板に記載する文字は、黒色とすること。
- ⑥ 掲示板の第 1 行目に「有機溶剤等使用の注意事項」と表示すること。

(2) 有機溶剤作業主任者氏名の掲示（安衛則 第 18 条）

有機溶剤作業主任者氏名	
-------------	--

(3) 有機溶剤作業主任者の職務内容の掲示（安衛則 第 18 条、 有機則 第 19 条の 2）

**有機溶剤作業主任者の職務**

1. 作業者が有機溶剤により汚染され、又はこれを吸入しないように、作業の方法を決定し、作業者を指揮すること。
2. 局所排気装置、プッシュプル型換気装置又は全体換気装置を 1 月を超えない期間ごとに点検すること。
3. 保護具の使用状況を監視すること。
4. タンクの内部において有機溶剤業務に作業者が従事すると

作業主任者 氏 名	
--------------	--

(4) 有機溶剤等の区分の表示 (有機則 第 25 条)

屋内作業場における有機溶剤業務

第 1 種有機溶剤 赤  
トリクロロエチレン

第 2 種有機溶剤 黄  
塩化メチレン  
テトラクロロエチレン

第一種有機溶剤等

地色 赤

第二種有機溶剤等

地色 黄

#### 4. 2. 点検要領の策定等

貯蔵場所、建屋、各工程の設備等がその目的とする機能を発揮できる状態にあるかを常に確認する必要がある。また、指定化学物質等が適正に取り扱われているかを確認する意味においても点検は重要な役割を果たす。

各施設について点検要領を策定し、点検管理すべき箇所・点検項目・頻度等を明確にする。

##### 4. 2. 1. 点検管理要領の策定等

点検管理要領を「4. 2. 2. 貯蔵施設・場所及び貯蔵容器の点検管理」、「4. 2. 3. 作業施設の点検管理」及び「4. 2. 4. 作業場所の点検管理」を踏まえて策定し、これに基づいて日常点検及び定期点検を行う。異常が認められた場合は、速やかに補修その他の措置を講ずる。

点検管理要領を策定し、点検の項目、頻度、基準等を定め、点検表（様式例 1、2 及び 3 参照）により作業開始毎（始業点検）、作業中（1～3 回/日随時点検）または定期的に点検を行う。この点検表は、基本的には、適正使用・管理チェック項目（例）等を必要頻度で分類した一例である。各事業所の実態に応じて、装置の説明書等を参考にして点検項目等を定める。なお、定期点検は必要に応じて、装置、タンク等の製造業者、検査専門業者に依頼して行う。



様式例 1

## 塩素系溶剤の使用に係る自主管理点検表（受入れ、蒸留、排水、排気、廃棄物）

年 月分			部		課		係							
点 検 項 目			日	1	2	3	4	5	6	7	8			
			曜											
毎 回 点 検	受入	ローリー、ドラム缶からの受入れ、移し替えの場合、飛散・流出させていないか												
	蒸留	①蒸留装置（本体、液面計、弁、配管、冷却管等）からの漏れはないか												
		②液面は規定レベルに保たれているか												
		③冷却水の水温、水量は適正に保たれているか												
毎 日 点 検	貯蔵	①タンク（本体、液面計、弁、配管等）、容器からの漏出はないか												
		②廃棄物の容器からの漏出はないか、また速やかに処理しているか												
	蒸留	①蒸留装置の蒸留温度（釜液温度）は、正常に保たれているか												
		②水分離器は正しく作動しているか												
		③作業環境はよいか												
		④液面は規定レベルに保たれているか												
		⑤冷却水の水温、水量は適正に保たれているか												
	排水処理	①装置、配管からの漏れはないか												
		②排水量が安定しているか、排水中に油分が浮かんできていないか												
		③ばっ気空気量又は活性炭の交換は適切か												
	排気処理	①活性炭は適切な間隔で再生しているか												
		②水分離器は正しく作動しているか												

点 検 事 項			第1回 日	第2回 日	第3回 日	第4回 日	第5回 日	備考
毎 週 点 検	貯蔵容器及び場所	①容器、タンク（本体、液面計、弁、配管等）のひび割れ、腐食、損傷はないか						
		②床面、防液堤、受皿、側溝、ためます、分離槽等のひび割れ、腐食はないか						
		③容器（ドラム缶、18 リットル缶）は密栓して保管してあるか						
		④容器は直射日光や雨水をさけて、保管してあるか、荷積みは適切か、数量は把握しているか						
	蒸留	①蒸留装置（本体、液面計、弁、配管、冷却管等）の腐食、損傷等はないか、きれいに保たれているか						
		②温度計、液面計、圧力計は正常に作動しているか						
		③電気ヒーターの断線、蒸気の漏れはないか、ヒーター表面に残渣等が付着していないか						
	排水	排水処理装置の排水の水分離器の塩素系溶剤を回収したか						
	特別 管理	①廃棄物は、分別して密閉した容器に入れて貯蔵しているか、また取扱いの際に飛散・流出させていないか						
		②廃棄物（液状スラッジ）・未処理の分離水は専用容器に入れているか、また適切に処理しているか						

## 異常を認めたときの措置

点検日	異 常 と 認 め た 項 目	措 置

点検結果:○正常 △注意 ×不良

[illegible]

点 検 事 項		第1回 日	第2回 日	第3回 日	第4回 日	第5回 日	備 考
毎週点検	排水検査	①処理前の濃度 (mg/リットル)					
		②処理後の濃度 (mg/リットル)					
		③分析方法 (ガスクロマトグラフ法又は簡易法)					
6 カ月 点検	作業環境濃度 (ppm)						
	排気中の濃度 (ppm)						
3 カ月点検	地下埋設タンク、配管を加圧点検したか						
その都度点検	排水	活性炭はいつ取り替えたか (交換日)					
	特別管理産業廃棄物	①廃棄物は、許可を受けた特別管理産業廃棄物処理業者等に委託したか (委託先)					
		②委託日					
		③種類					
		④数量 (kg)					
		⑤産業廃棄物管理 (マニフェスト) 等を交付したか、又は電子マニフェストシステムで登録したか					

改 善 經 過	改善月日	確 認 印

様式例 2

## 塩素系溶剤の使用に係る自主管理点検表（蒸気洗浄）

年 月 分		部 課 係											
点 検 項 目		日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		曜											
始 業 点 検	①換気装置は作動しているか												
	②冷却水は通水しているか												
	③装置の抜出弁はよく締めてあるか (流出、漏出防止)												
	④安全コントロールサーモスタットは所定温度に設定されているか												
	⑤洗浄槽内の液は規定液面にあるか (空炊き防止)												
	⑥装置・使用槽・配管からの漏れはないか												
毎 日 点 検	①温度計・液面計・弁などは正確に作動しているか												
	②加熱（ヒーター又はスチーム）の異常はないか												
	③蒸気洗浄槽の蒸気レベルは適正か（冷却コイルの下方 1/2～1/3でコントロールする）												
	④水分離器は正しく作動しているか												
	⑤異常な白煙が発生していないか（塩素系溶剤の蒸気に 水蒸気が混じると霧状の白煙が生じる）												
	⑥冷却水の温度・通水量は適正か												
	⑦ 蒸 気 洗 浄 槽 の 液 は 規 定 液 面 に あ る か (加熱器の上部8～10cmに、空炊き防止)												
	⑧被洗浄物の移動速度は適切か、また乾燥は十分か												
	⑨スプレー作業は蒸気槽内で行っているか												
	⑩作業終了後ふた等で密閉したか												
	⑪作業環境はよいか												
	塩素系溶剤の補給量 (リットル)												
	塩素系溶剤の抜出量 (リットル)												
	水分離器への排水の抜出量 (リットル)												

点 検 項 目		第 1 回 日	第 2 回 日	第 3 回 日	第 4 回 日	第 5 回 日	備 考
毎 週 点 検	①換気装置等の異常はないか						
	②洗浄槽の液の安定性はよい （酸分・pH・酸受容度・ガスクロ分析など）						
	③装置・洗浄槽の床面・受皿・地下ピット・ためます・分離槽 等への漏出しはないか						
	④床面・地下ピットのひび割れはないか						

## 異常を認めたときの措置

点検日	異常と認めた項目	措 置

\*：内部点検は、液交換・洗浄槽異常及び定修時のように液を抜き出す必要が生じたときに実施する。

– 101 –

様式例 3

塩素系溶剤等の使用・保管状況点検記録表

所 管 部 署	部 課 係 班			承認	確認	点検者							
設 備 名	機 械 番 号												
使用溶剤（商品名）	設 置 年 月 日												
設置本体	使 用 時 間	時間／日		使用量	新 液	t／年							
	洗 浄 目 的				再 生 液	t／年							
	使 用 工 程	( )→洗浄→( )			購 入 先								
	被洗 浄物	品 名			廃液	量							
		材 質				処 分 先							
		寸 法				区 分	廃棄物 ・ 有価物(売却)						
	設備概要	総液量：                      リットル サイクルタイム：              秒 <table border="1"> <tr> <td>温浴槽</td> <td>冷浴槽</td> <td>蒸気槽</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> リットル                      リットル                      リットル			温浴槽	冷浴槽	蒸気槽				保管	容 器 の 種 類 ・ 荷 姿	
		温浴槽	冷浴槽	蒸気槽									
		最 大 保 管 量	(リットル・kg)										
貯 蔵 場 所		屋内 ・ 屋外											
床 面 材 質	コンクリート ・ 耐溶剤樹脂被覆												
ためます・分離槽	有 ・ 無												
局所排気装置	有 ・ 無		排出ガス量		m <sup>3</sup> /時間								
点検項目		方法	判定基準	結果	処置内容	処置月日							
使用施設	槽	漏出	目視	漏出なきこと									
		損傷・腐食	〃	損傷・腐食なきこと									
	スチム蛇管	損傷・腐食	〃	損傷・腐食なきこと									
	掃除口	パッキン	〃	変形なきこと									
		締付ボルト	〃	腐食なきこと									
	溶剤補給	ポ ン プ	〃	異常な音・振動なきこと									
		配 管	〃	固定されていること									
	排ガス処理装置	エアフィルター	〃	目詰まりなきこと									
		水分離器	〃	分離状態がよいこと									
		作動状況	〃	漏出・異音なきこと									
床 面	ひび割れ	〃	ひび割れなきこと										
保管施設	容器	損傷・腐食	〃	損傷・腐食なきこと									
		荷積・整理状況	〃	整理・整頓されていること									
		雨・直射日光	〃	あたらないこと									
		分 別	〃	他の溶剤と分別されている									
	床面	ひび割れ	〃	ひび割れなきこと									
	ためます・分離槽	〃	漏出液なきこと										
使用・保管施設設置場所略図		柱No. (      )	柱No. (      )	注)									
工場		<div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div>		1) 溶剤使用量：前年度の実績を記入									
		柱No. (      )	柱No. (      )	2) 排ガス量：測定結果又はファン能力を記入									

# 塩素系溶剤の適正使用・管理チェック項目

1. 関係法令対応関係
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 塩素系溶剤の使用設備は、労働安全衛生法に適合しているか。</li> <li>2) 有機溶剤等の使用の注意事項、有機溶剤作業主任者の職務及び氏名、有機溶剤等の区分の表示をしているか（労働安全衛生法、有機溶剤中毒予防規則）。</li> <li>3) 溶剤の取扱い時、作業員を蒸気曝露防止対策は充分か。</li> <li>4) 化審法（環境汚染防止措置に係る技術上の処理）、PRTR 法（排出量、移動量の把握）等の対応を行っているか。</li> <li>5) 地下浸透対策は行っているか（水質汚濁防止法、土壤汚染対策法）。</li> <li>6) 排水基準に適合しているか（水質汚濁防止法、排水基準）</li> <li>7) 局所排気と全体のバランスは適切か。</li> <li>8) 作業環境（労働安全衛生法）、排出口濃度（大気汚染防止法）は適正に管理されているか。</li> <li>9) 排気ダクトの排気口先端は基準を満たしているか。</li> <li>10) 防毒マスクの吸収缶は有効期間中に交換されているか。</li> <li>11) 保護具は必要数が規定の場所に保管されているか。</li> </ul>
2. 設備対応関係
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 塩素系溶剤を取扱う場所は、床面に地下浸透防止措置（コンクリート等の材質、ステンレス鋼製受け皿）をとっているか。</li> <li>2) 洗浄設備の密閉化を図っているか。</li> <li>3) 洗浄設備の排気部分の構造は適切か。</li> <li>4) 局所排気と全体排気の区別は明確になっているか。</li> <li>5) 洗浄槽のフリーボード比は充分か。</li> <li>6) 水分離は適切に作動しているか。また、分離水は適切に処理して排水しているか。</li> <li>7) 洗浄槽の冷却水の水温、流量が適切で冷却能力は充分か。</li> <li>8) 多重的安全対策となっているか。</li> <li>9) さびの発生防止対策を行っているか。</li> <li>10) 洗浄作業場と他の作業場所の間は区画壁等で隔離しているか。</li> <li>11) 排気ダクトはあるか。</li> <li>12) 排気ダクトの吸込口は適切か。（フードはあるか、開口位置は高すぎないか等）</li> <li>13) 漏洩事故、地震、火災、その他の事故のために、防液堤、排液口等の対応はあるか。</li> <li>14) 塩素系溶剤の装置への供給、廃液の払出等の取扱ポンプ、配管は密閉化しているか。</li> </ul>
3. 管理関係
<ul style="list-style-type: none"> <li>1) 大気への排出を抑制するために、排出抑制自主管理計画を作成しているか。</li> <li>2) 塩素系溶剤の適正使用マニュアル、化学物質等安全データシート（MSDS）等の参考資料を保有しているか。</li> <li>3) 溶剤回収装置の追加により溶剤消費量の削減は可能か。</li> <li>4) 緊急時の対策が、要領として策定され、作業員に周知しているか。</li> <li>5) 停電、冷却水停止、漏洩、過熱、制御系故障等に対する対策は多重になっているか。</li> <li>6) 従業員の控所が溶剤蒸気を吸引しないように正圧になっているか。</li> <li>7) 塩素系溶剤を含む廃液は蒸留回収してリサイクルしているか。また、回収率の向上により廃棄物量の削減を図っているか。</li> <li>8) 被洗浄物による溶剤の持ち出し量の低減を考慮しているか。</li> <li>9) 排水処理設備は正常に稼働しているか。</li> <li>10) 排水・排出ガス、作業環境等の簡易分析により自主管理を行っているか。</li> <li>11) 工場の土壌・地下水の汚染状況を把握しているか（環境基本法、土壤汚染対策法）</li> </ul>

\* クロロカーボン衛生協会発行 「あなたの事業所の塩素系溶剤は適正に管理されていますか？」より

#### 4. 2. 2. 貯蔵施設・場所及び貯蔵容器の点検管理

1. 施設・場所の点検管理は、次の点に留意して行う。

- (1) 漏出の有無
- (2) コンクリート床面のひび割れ
- (3) 防液堤の損傷
- (4) 側溝、ためます、分離槽等の状態
- (5) 荷積みの整理状況
- (6) その他

2. 貯蔵施設の点検管理は、次の点に留意して行う。

- (1) 底板の損傷、腐食、漏出の有無
- (2) 側板の損傷、腐食、漏出の有無
- (3) 液面計の損傷、漏出の有無
- (4) 下部弁の損傷、腐食、漏出の有無
- (5) その他

3. ドラム缶等の容器の点検管理は、次の点に留意して行う。

- (1) 容器の損傷、腐食、漏出の有無
- (2) 栓のゆるみ
- (3) 貯蔵数量
- (4) その他

注

貯蔵タンクや配管等は、地下に埋設すると漏出の有無を確認しにくいので、地上に設置することが望ましい。やむを得ず、地下に貯蔵タンクを設置する場合には、コンクリート製の地下ピット内に置く。地下ピット内で貯蔵タンクの点検や補修を行う場合には、塩素系溶剤の蒸気が低い場所に滞留しやすいので換気を充分に行う。

#### 4. 2. 3. 作業施設の点検管理

##### 1. 施設の本体、配管等の継目、弁等からの漏出の有無を点検管理する。

- (1) 塩素系溶剤の蒸気は、特有の臭気があるので、においが強い場合には、漏出を疑ってみる必要がある。
- (2) 塩素系溶剤の蒸気の重さは、次のように空気のおよそ2～6倍で、床面、地下ピット等低い場所に滞留しやすいので注意する。

過去の災害事例では、地下ピットに塩素系溶剤を含んだ汚泥がたまり、作業者がこれを除くために地下ピットに入り、意識不明となって倒れた例もある。これは地下ピットの下部に塩素系溶剤の蒸気が滞留し、その部分は酸素濃度も低下し、単に有機溶剤中毒になるだけでなく酸欠により意識不明となるものである。

これを防止するには、十分な換気を継続的に行いつつ、酸素濃度と塩素系溶剤の濃度を測定し、安全を確認した後に見張り人を外において地下ピット等に入るようにする。

##### 塩素系溶剤の蒸気の比重（空気＝1）

塩化メチレン	2.93
トリクロロエチレン	4.54
テトラクロロエチレン	5.83

##### 2. 水分離器がある場合には、管の詰まり及び水抜きの状態を点検管理する。

蒸気洗浄槽の水分離器で分離された塩素系溶剤の戻り配管が詰まると、塩素系溶剤が水分離器の上部から溢れ出たり、分離水とともに、塩素系溶剤が排水系へ流出するため注意する。

##### (参考) 局所排気装置又は全体換気装置が、正常に作動することを点検する。

作業施設の点検の際には、局所排気装置又は全体排気装置が、正常に作動することを確認する。

#### 4. 2. 4. 作業場所の点検管理

- 1. 床面、受皿、地下ピットへの塩素系溶剤の漏出の有無を点検管理する。
- 2. ためます、分離槽等への塩素系溶剤の漏出の有無を点検管理する。
- 3. 床面、地下ピットのひび割れを点検管理する。

塩素系溶剤は、次のように水に難溶性で、比重が大きいため、水がたまっている場合



は水底に沈み発見しにくいので注意する。

塩素系溶剤の水に対する溶解度及び比重

塩 素 系 溶 剤	水に対する溶解度 (25℃) (mg/リットル)	比重(20/4℃)
塩 化 メ チ レ ン	19,800	1.327
ト リ ク ロ ロ エ チ レ ン	1,370	1.465
テ ト ラ ク ロ ロ エ チ レ ン	150	1.623

#### 4. 3. 移し替え作業

塩素系溶剤の受入作業、貯蔵、及び小分け作業においては、漏出を生じないように下記の点に留意して作業を行う。

1. (1) 適切に整備された塩素系溶剤に適した手動ポンプ又は自動ポンプを使用し、他の溶剤と併用して使用しない。
- (2) 容器の開栓には、内圧に注意して徐々に行う。
- (3) 移し替え作業は、塩素系溶剤を飛散または流出させないように行う。
- (4) 液面の高さに注意して、あふれることのないようにする。
- (5) 使用中の装置に充填する場合は、作業及び装置の作動を停止する。
- (6) 移し替え作業後、直ちに注液口を密栓すること。
- (7) 万一誤って漏出させた場合に備え、移し替え作業にあたっては受皿等を用意する。

##### (1) 受入作業及び貯蔵について

- ① タンクローリーから貯蔵タンク等に受入れる場合には、塩素系溶剤が飛散又は流出しないように行う。また、ホースの接合部から塩素系溶剤が漏出しないように行い、受け入れ後ホースを取り外す際、ホース内の残液はこぼさないように注意して容器等に受け取る。
- ② ドラム缶の容器を搬入し受入れる場合には、あらかじめ貯蔵場所を明確にしておく。
- ③ 必要以上に長期間貯蔵しない。

##### (2) 小分け作業について(貯蔵容器から小型容器又は使用装置へ塩素系溶剤を移し替える場合)

- ① 適切に整備された塩素系溶剤用の手動ポンプ又は自動ポンプを使用する。ポンプ購入の際は、必ず塩素系溶剤用と指定する。

塩素系溶剤の移し替え作業を行う場合には、必要に応じて保護眼鏡、保護手袋、マスク等の保護具を着用する。

- ② 容器を開栓する場合、内圧がかかっている場合があるので注意して徐々に行う。
- ③ 小分け作業は、塩素系溶剤を飛散又は流出させないように行う。
- ④ 液面に注意してあふれないようにする。
- ⑤ 必要に応じて受皿等を使用して漏出を防止する。
- ⑥ 使用中の装置に充填する場合には、作業及び装置の作動を停止し、作業場内を換気しながら行う。
- ⑦ 小分け作業後、直ちに貯蔵容器の栓及び使用装置の注液口を密栓する。ドラム缶の栓の開閉は、締め具（ドラム缶用万能スパナ）を使用する。

#### 4. 4. 使用

塩素系溶剤の使用に際しては、洗浄作業における溶剤の持ち出しを抑制するために、下記の点に留意して作業を進めると共に、洗浄装置は排出ガス抑制のためにできる限り密閉化等の適当な構造を有するもの、さらに排ガス回収装置を付設したものを使用するのが好ましい。

1. 使用装置については、始業点検を行うとともに、作業中にも随時点検を行う。

2. 水分離器等のフィルター等の交換は、塩素系溶剤を十分に除去した後に行う。

3. 作業終了後は、使用装置の点検を行い、使用装置をふたで密閉する等塩素系溶剤の蒸発を防止する。

4. 洗浄作業においては、特に次の点に留意する。

- (1) 冷却水の温度は、できる限り低くすること。ただし、湿度の高いときは、大気中の水分が多く凝縮するため、下げ過ぎない。
- (2) 被洗浄物の移動は、洗浄装置の蒸気層を乱さない程度の速さで行う。
- (3) スプレー作業は、原則として洗浄装置の蒸気層内で行い、蒸気層内で行うことができない場合には、囲い式フード等の中で行うこととし、囲い式フード等からの排気は、活性炭吸着等により塩素系溶剤をできる限り回収し、再利用する。
- (4) 被洗浄物に塩素系溶剤が残留しないようにする。特に、次の工程で水を使用する場合には、水に塩素系溶剤が溶解又は混入するため注意する。

##### (1) 洗浄作業の注意事項

- ① 蒸気洗浄槽の冷却水の入口温度は、原則としてトリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの場合は 25℃程度を超えないものとする。塩化メチレンの場合は冷水装置（チラー）によって 5～15℃の冷水とする。ただし、雨期等湿度の高いときは、

大気中の水分が結露し、水分が混入するので、過冷却にならないようにする。

- ② 被洗浄物の洗浄装置への出し入れ速度は、被洗浄物の形状、洗浄装置、洗浄方法等を考慮して設定する。出し入れ速度が速いと、蒸気層の乱れによる溶剤の損失が増加する。
- ③ スプレー又はシャワー洗浄作業は、原則として洗浄装置の蒸気層内で行い、溶剤の損失をできるだけ抑制する。
- ④ 線及び板等の長尺ものを連続的に洗浄する装置においては、できるだけ密閉方式で作業を行い、液又は蒸気の持出しを抑制する。

## (2) 洗浄装置について

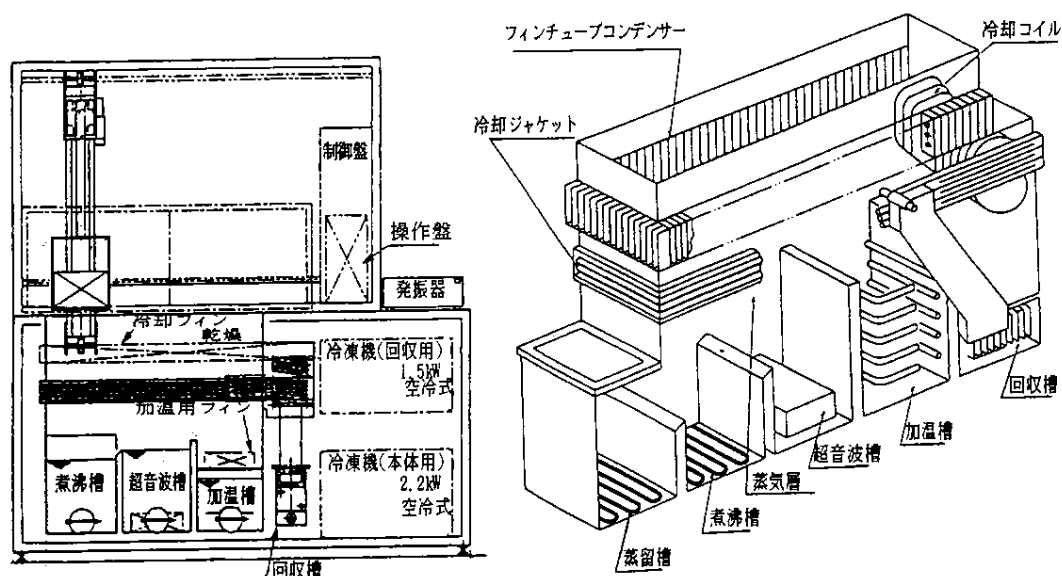
洗浄装置は、排出ガス抑制のためにできる限り密閉化する等適切な構造を有するものとし、さらに排ガス回収装置を付設する。これらの排出抑制対策が講じられた洗浄装置の一例を次に示す。

### ① 2 段冷却ガス吸引式洗浄装置

溶剤の消費量を徹底的に削減することを目的として開発された蒸気洗浄装置であり、次のような特徴をもっている。

- (i) 上段 (4℃前後)、下段 (0～5℃) の 2 段冷却機構を設け、上段で空気中の水分の除湿を行うことにより、結露の発生を減少させる。
- (ii) 加熱用ファンヒーターで過熱 (スーパーヒート) された塩化メチレン蒸気で被洗浄物を乾燥することにより結露発生を完全に防止する。
- (iii) 蒸気ゾーンの蒸気を強制吸引することにより、蒸気ゾーンの流れをコントロールし、溶剤の拡散ロスを防ぐ。吸引した蒸気は、回収槽で深冷された溶剤に接触することにより、蒸気中に含まれる溶剤を凝縮回収する。
- (iv) ・溶剤消費量 (装置の開口部 1 m<sup>2</sup>当たり)
  - 稼動時 0.35kg/時
  - 休止時 0.15kg/時
- ・局所排気装置の出口濃度 50ppm 以下
- 排ガス濃度を抑制するために、排出ガス回収装置を付設することが可能である (排出ガス処理後の溶剤濃度 10ppm 以下)。

## 2 段冷却ガス吸引式洗浄装置（塩化メチレンの例）



### ② 丸型洗浄装置

溶剤の逸散が殆どない塩化メチレン用洗浄装置として開発されたもので、次のような特徴をもっている。

#### (i) 溶剤ロスが極めて少ない。

従来の洗浄装置（角型）と比べ、丸型洗浄装置にて画期的な蒸気シールを可能とした（溶剤消費量が従来型に比べ著しく少ない）。

#### (ii) 洗浄性が良好

標準型：上下揺動付・溶剤シャワー付

オプション：超音波洗浄・回転バレル付ドライボックス（乾燥・結露防止）

#### (iii) 溶剤の分解防止機構

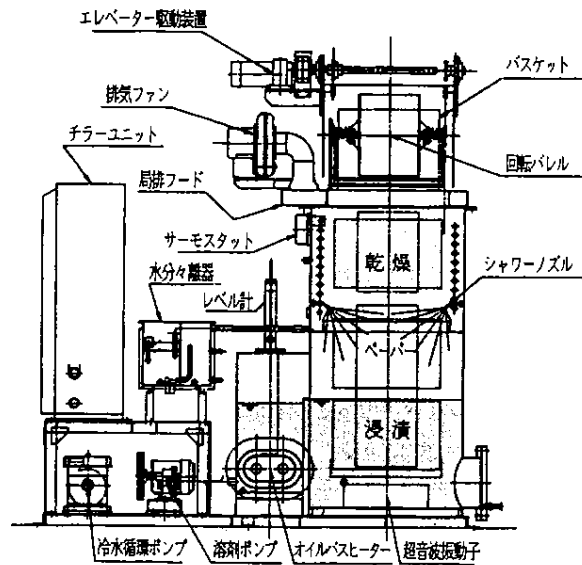
温度制御付オイルバスヒーター加熱により溶剤の過熱を防止

#### (iv) コンパクト設計

フル設備かつ現場工事不要

丸型の採用及び標準化により低コスト

### 丸型洗浄装置（塩化メチレンの例）



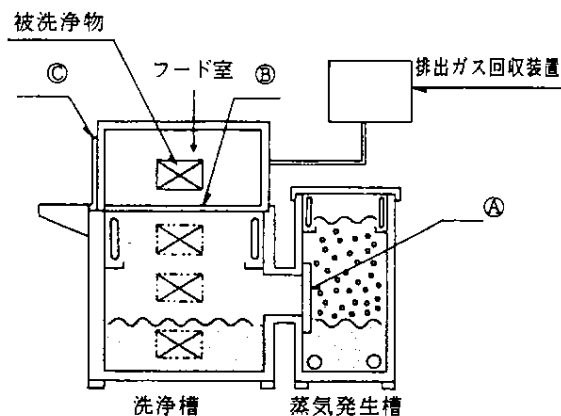
### ③ 密閉式洗浄装置

要所を密閉することで、溶剤の拡散ロスを最小限にした低溶剤消費型洗浄装置である。

洗浄作業中に溶剤蒸気の放出をできるだけ抑制するためには以下の操作を採用している。

- (i) 洗浄中、A、B、C を閉じ、洗浄槽全体を密閉する。
- (ii) 蒸気洗浄時のみ A を開け、蒸気が供給されたとき、B を閉める。
- (iii) 洗浄後、フード室に被洗浄物が上がった時、B を閉める。
- (iv) C を開けて洗浄物を取り出す際、溶剤蒸気は回収装置で回収する。

### 密閉式洗浄装置（塩化メチレンの例）



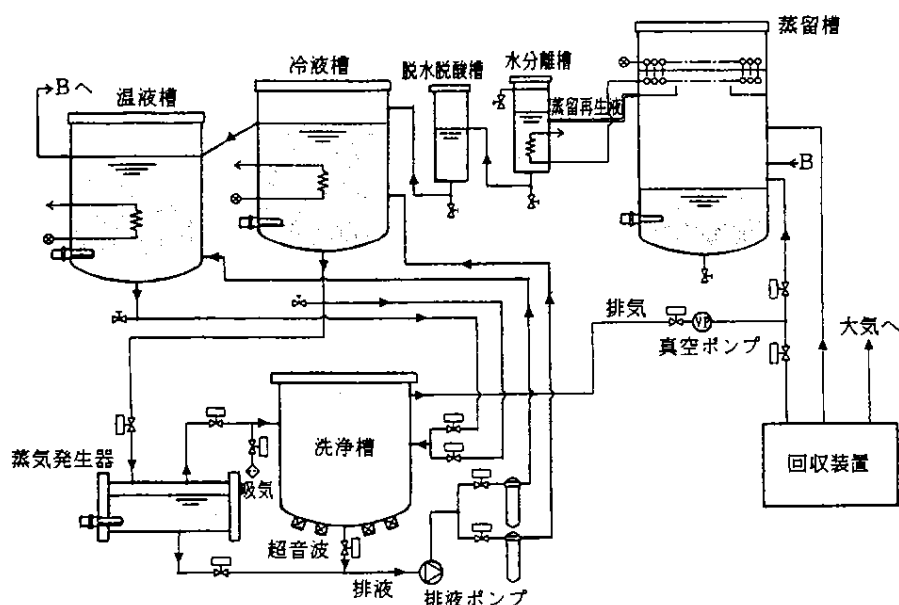
#### ④ 真空密閉型超音波洗浄装置

完全密閉を可能にした耐圧構造の洗浄システムで、溶剤消費量を大幅に削減。

装置の特徴

洗浄後の被洗浄物を密閉容器に収納し、真空乾燥を行うことにより複雑な形状の被洗浄物でも浸み込んだ溶剤を乾燥することができ、付着持ち出し液等もなく、溶剤の消費量の大幅削減が可能。

真空密閉型超音波洗浄装置（塩化メチレンの例）



5. ウエス等を用いるふき取り洗浄作業の場合には、次の点に留意する。

(1) 塩素系溶剤を飛散又は流出させないように注意して作業を行う。

(2) 万一、誤って流出させた場合に備えて、ふき取り洗浄作業にあたっては受皿等を使用する。

(1) ウエス等を用いるふき取り洗浄作業は、高濃度の塩素系溶剤の蒸気に暴露されやすいから、囲い式フード等を用い、保護手袋、保護眼鏡等を着用して作業を行う。  
ふき取り洗浄作業に使用したウエス等は、特別管理産業廃棄物として適切に処理する。

(2) 溶剤作業後の被洗浄物等に塩素系溶剤が残留して、次の工程に持ち込まれないようにする。特に、次の工程で水を使用する場合には、水に塩素系溶剤が溶解又は混入するため注意する。

① 塩素系溶剤が 25℃において水に溶ける最高濃度(飽和溶解度)は次の通りである。

塩化メチレン	19,800mg／リットル
トリクロロエチレン	1,100mg／リットル
テトラクロロエチレン	150mg／リットル

- ② 蒸気洗浄の場合には、沸騰気化した塩素系溶剤の蒸気槽で洗浄物は加熱・洗浄され、乾燥した状態で装置から取り出されるが、浸せき・スプレー洗浄等の場合には、被洗浄物に液が付着した状態で洗浄槽から持ち出さないように液切りを十分に行った後、乾燥設備へ入れ、乾燥してから次の工程へ移すことが必要である。
- ③ 溶剤をくみ出しやすい形状の被洗浄物は、被洗浄物の吊り方法、かごの中の並べ方又は回転かごの使用により、洗浄装置から液をくみ出さないように工夫する必要がある。

(3) 水分離器により分離された水は、高濃度の塩素系溶剤を含むため、「5. 1. 4. 塩素系溶剤の排水の処理及び管理」に従って適切に処理を行った後に排出する

- ① 蒸気洗浄において、塩素系溶剤へ水分が混入するのは、次の2経路である。
- (i) 大気中の水蒸気が、冷却管で冷却され結露（凝縮）し、水滴となって、凝縮した塩素系溶剤に混入するもの（特に、梅雨期等湿度の高いときには、水分の混入量が多くなる）。
- (ii) 被洗浄物に付着して同伴されるもの。
- ② これらの混入した水分は、受といを経て水分離器に入り、塩素系溶剤と水は、溶解度と比重の差によって2層に分離する。分離した排水の処理及び管理については、「5. 1. 4. 塩素系溶剤の排水の処理及び管理」に従って行う。

(4) フィルター等の交換は、塩素系溶剤を十分に除去した後に行う。使用済みのフィルター等は、「塩素系溶剤を含む特別管理産業廃棄物の処理」に従って適切に処理する。

(5) 使用装置を水で洗浄する場合は、排水を適切に処理する。

水を使用して洗浄する場合、高濃度の塩素系溶剤を含む排水が大量排水されることがあるので、ばっ気式又は/及び活性炭による吸着式排水処理装置で処理することが必要である。

(6) 作業終了時の点検について

作業終了後は点検を行い、使用装置をふたで密閉する等、塩素系溶剤の蒸発を適切に防止する。

ふたは、塩素系溶剤の揮散による損失を防止し、作業場に溶剤蒸気の充満するのを防ぐ。

(7) 異常時の応急処置について

塩素系溶剤が分解すると、塩化水素、ホスゲン、一酸化炭素等の有毒ガスを発生す

るため付近の作業者の避難と、塩素系溶剤の冷却（分解の抑制）を行い、速やかに次の処置をとる。

- ① 責任者等に異常の発生を連絡し、作業者を風上又は工場外へ避難させる。
- ② 加熱源を切り、冷却水を全開にする。
- ③ 塩素系溶剤の液面上に 30～40 cm 程度の水をいれ、塩素系溶剤を冷却し、ガスの発生を抑制する。
- ④ 液温が常温になったら、洗浄装置内の清掃を行う。

万一、作業者が、急性有機溶剤中毒になったとき、塩素系溶剤が眼に入ったとき、及び塩素系溶剤を飲み込んだときには、応急措置をし、直ちに、医師の診察を受けること。

## 4. 5. 作業環境測定

洗浄作業を行う現場では、定期的に作業環境測定を実施し、その結果を評価して作業環境の実態に応じた適切な改善措置を講ずることが必要である。

塩素系溶剤を取り扱う場合、安全に作業を行い、健康障害を防ぐために、事業者は作業環境測定士により作業環境を測定し、作業環境を快適な状態に維持管理することが義務付けられている（労働安全衛生法、作業環境測定法）。

### 1. 作業環境測定

塩素系溶剤は有機溶剤中毒予防規則の第 1 種又は第 2 種有機溶剤に指定されており、これを取り扱う作業は有害な業務に該当し、作業環境測定の対象作業場（有機溶剤を製造し、又は取り扱う屋内作業場）とされているから、次の測定を行う。

- ① 健康保持のための環境管理の目的で定期的に行う測定（6 ヶ月毎以内に 1 回）。
- ② 新規の設備、材料、作業方法等の有害性の評価、改善効果の評価等の目的で必要に応じて行う測定。
- ③ 健康診断（年 2 回）の結果から作業環境の実態を再検査する必要がある場合の臨時の測定。

これらのうち、①については、作業環境測定基準に基づいて行われなければならない、自主的な測定もこの基準に基づいて行うことが望ましい。作業環境気中濃度の測定の要点は、作業に伴って発散する塩素系溶剤の拡散状態と、作業者の作業行動範囲を考慮して、測定の対象とする場所の範囲を決定する（単位作業場所と呼ぶ）。単位作業場所の塩素系溶剤濃度分布の平均的な状態を知るための測定（A 測定）と塩素系溶剤の発生源に近接した場所で作業が行われる場合の高濃度暴露を見逃さないために作業位置で行う測定（B 測定）がある。

まず、A 測定については、測定点数は単位作業場所について 5 点以上とし、単位



作業場所のほぼ中央を原点として、縦横 6m 以内ごとに等間隔に平面図上に線を引き、縦横の線の交点を測定点とする。B 測定については、発散源に近接する作業者の作業位置とする。

測定は、各単位作業場所ごとに前述の測定点のすべてについて行い、これを 1 回の測定とする。

## 2. 作業環境測定結果の評価

作業環境測定を行ったときは、その結果を評価して作業環境の実態を正しく把握し適切な改善措置を講ずることが必要である。

作業環境測定結果の評価及び評価に基づく措置については、労働安全衛生法に規定されている作業環境評価基準〔作業環境測定値と管理濃度と比較して、第 1 管理区分（良い環境）、第 2 管理区分（改善を要する環境）、又は第 3 管理区分（悪い環境）に区分し、第 3 管理区分又は第 2 管理区分に区分された場所については、作業環境を改善するために必要な措置をとるよう努めなければならない〕に基づいて行う。

## 4. 6. 装置の洗浄

洗浄装置、ピット及び蒸留装置等の洗浄を行う際には、爆発、中毒などの事故を起こさないように、下記の点に十分注意して作業を行うことが必要である。

### 1. 洗浄装置、ピット及び蒸留装置等の内部を清掃するときは、次の点に注意する。

- ① 残液及び残渣をふき取る際、受皿等を設置し、こぼさないようにする。
- ② ヒーター内蔵式の場合は、残液及び残渣をふきとった後のヒーター表面をきれいにしておく。ヒーター表面に残渣が付着すると、ヒーター能力が低下するとともに、ヒーターの局部過熱・被覆破損・漏電等につながり、事故の原因となる。
- ③ 液面制御器の液面検出部内部は清潔に保つ。液面検出部に汚れが付着すると液面検出が不正確となり、誤作動による事故の原因となる。
- ④ 装置内部を清掃するときは、内部に人が入らないで清掃できるような構造にしておくことが望ましい。大型装置で人が入らなければならない時は、有機溶剤中毒予防規則（第 26 条 タンク内作業）に定められている措置を講ずる。

（作業前）

- ・塩素系溶剤を全て装置から排出し、装置に接続する配管から溶剤が流入しないようにする。
- ・マンホールなど塩素系溶剤が流入する恐れのない開口部は全て開放する。
- ・送風機で装置内の空気を強制換気する。
- ・酸欠事故防止のため、酸素濃度を測定する。
- ・塩素系溶剤蒸気が除去されていることを確認するため、蒸気濃度を測定する。

(作業中)

- ・作業者は、ホースマスク、エアーラインマスク等の送気式マスクを着用する。
- ・事故が万一起きた時に作業者が直ちに退避できるよう設備・器具を整備しておく。
- ・装置の外部に監視人を置き、装置内の作業者を監視させ、決して一人で作業してはならない。

(作業後)

- ・作業者の身体が塩素系溶剤で汚染されたとき及び作業が終わったときは、直ちに身体を洗う。
- ⑤ 残渣中の金属の切粉や粉末等、特にアルミニウム・アルミニウム合金、亜鉛・亜鉛合金等が混在している場合は、水分によって塩素系溶剤が分解して塩化水素が発生して、作業者に有害であるばかりでなく、金属容器を腐食したり、発熱したりする危険があるので、下記項目に留意して適切に処理しなければならない・
- ・洗浄装置及び蒸留装置の清掃頻度をあげて、切粉や粉末等をためないようにする。
  - ・残渣を長期間保管しないで、できるだけ速やかに産業廃棄物処理業者に処分を依頼する。
  - ・金属の切粉等を含んだ廃棄物をドラム缶等に入れて保管するとき、ガスが発生してドラム缶を破損する場合があるので密栓しない。

2. 塩素系溶剤を含んでいる残渣は、都道府県知事の許可を受けた産業廃棄物処理業者に処理を委託する

塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを含む残渣等は、特別管理産業廃棄物として適正に処理する。

## 5. 改善・使用の合理化の事例

### 5. 1. 工程改善等による排出量の抑制事例

#### 5. 1. 1. 施設の構造等の改善措置

取扱施設の排出ガス及び排水について、適切なサンプリング及び分析を行うことにより、含まれる塩素系溶剤の濃度を把握し、異常が見出された場合には、塩素系溶剤を取り扱う施設の構造、施設の点検管理、取扱作業及び再生・回収作業について見直しを行うことにより、その原因を究明する。

排出ガス及び排水について、塩素系溶剤の濃度に異常が見出された場合には、前述の「3.

取り扱う施設・場所」、「4. 管理対策の実施」及び「5. 2 使用済み塩素系溶剤の再生利用及び回収再利用」の各項目を参照の上、適宜見直しを行い、必要に応じて改善する。

## 5. 1. 2. 漏出処理

### 1. 漏出処理要領の策定について

次の内容を踏まえた漏出処理要領を策定し、応急措置、事故処理方法をあらかじめ作業者に周知しておく。

- (1) 発見者は漏出を責任者に通報するとともに、通報を受けた責任者は、装置を停止させる等必要な応急措置を速やかに作業者に対し指示する。
- (2) 漏出箇所からの漏れを止めるか、又はその施設内の内容物を他の容器へ移し替える。
- (3) 漏出物は、ポンプ等により回収を行い、また、ポンプ等により回収できなかったものについては、活性炭等による吸着、乾燥した砂等による吸収又はウエス、紙タオル等によるふき取りを行う。

### 2. 漏出処理について

漏出を認めたときは、漏出処理要領に従って処理する。

- ① 塩素系溶剤の蒸気にさらされないように、十分に換気しながら注意して作業する。
- ② 漏出現場は強制換気を行うとともに、出入り口の扉、窓等を開放する。なお、漏出した蒸気は、空気より重く、床面、地下ピット等の低い所に滞留することに留意する。
- ③ 関係者は、責任者の指示のもとに、定められた措置を行う。この場合、責任者は、災害防止のため、単独作業をさせてはならない。またピット内作業等には、保護具を用意した監視人を必ず配置する。

## 5. 1. 3. 塩素系溶剤の大気への排出削減

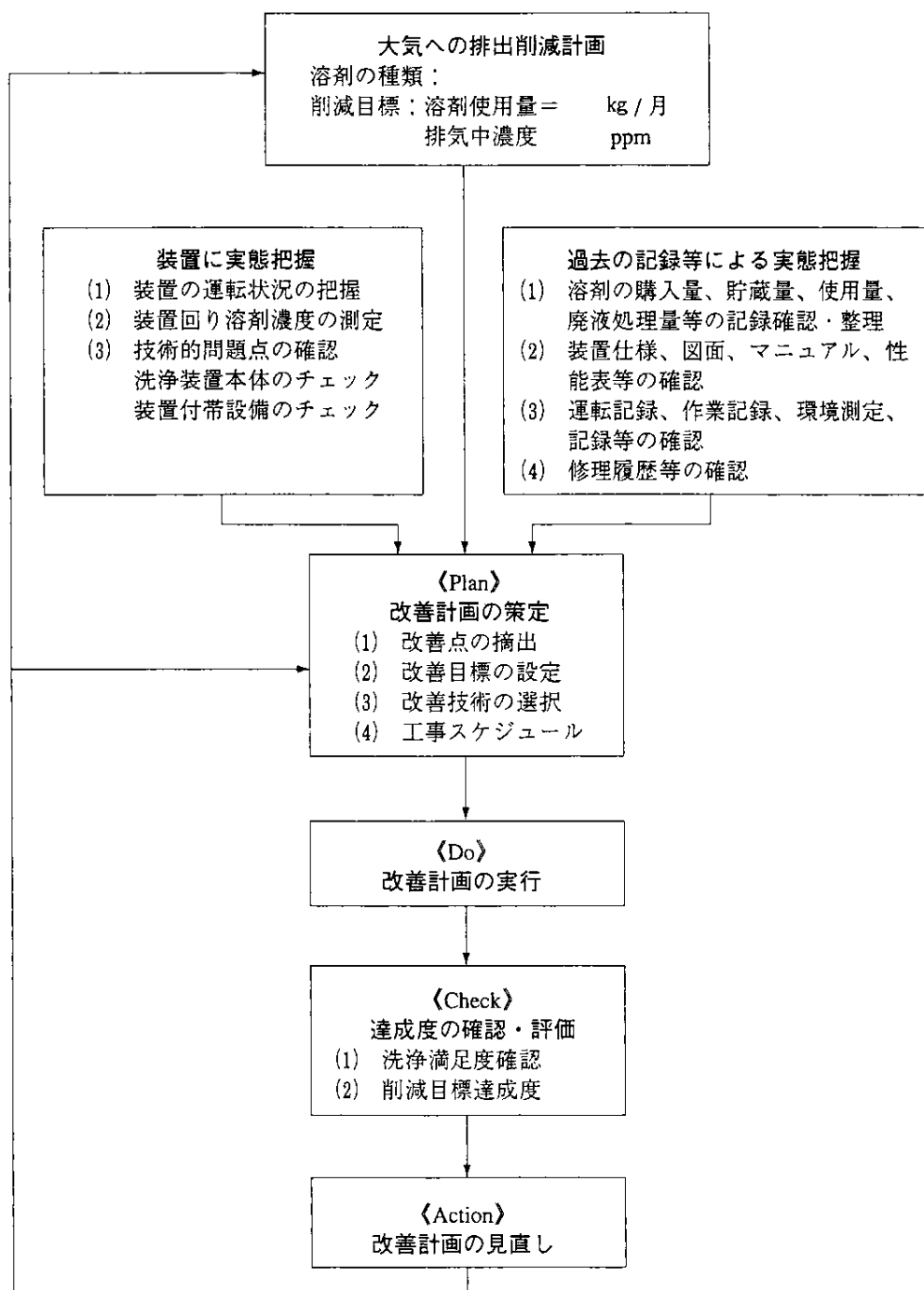
### 1. 排出削減の基本的考え方

#### (1) 排出削減計画の進め方

塩素系溶剤の大気への排出を削減するには、現存する洗浄装置等の使用設備、及び使用溶剤の性状・挙動を把握し、それに対応した的確な削減対策を計画し、実行していくことになる。

これを図で示すと、次のようになる。

# 大気への排出削減計画策定の実行フロー



## (2) 洗浄装置等からの排ガス量削減の対策の基本的考え方

### ① 排ガスの処理による対策

洗浄装置には局所排気装置が付設されるが、揮発した塩素系溶剤をこれにより捕集し、これを活性炭吸着法で処理するか、又は洗浄装置内の蒸気濃厚ゾーンから小風量のガスを吸引して圧縮深冷凝縮法により処理する方法が基本である。

乾燥装置等からの排気については、活性炭吸着法等で溶剤回収する。

### ② 装置の構造等による対策

洗浄装置の構造を、密閉化、開口部の面積の減少、フリーボード比の確保、冷却水の冷却装置、持ち出し液量を減少させる治具の採用等により、排出する溶剤量を削減する。

### ③ 作業管理による対策

作業管理（被洗浄物の移動速度、蒸気洗浄後の液切乾燥時間の確保、液切が容易になる洗浄物の置き方、治具の採用、使用量の点検、始業前点検、洗浄機周辺の風の有無、冷却水温度の管理等の洗浄作業の適正化）により、排出する塩素系溶剤量の削減、又は使用する塩化系溶剤の削減をすることにより排出削減対策を行う。

## 2. 洗浄装置等の改善又は操業改善による排出削減

### (1) フリーボード比の確保

フリーボードの高さ（b）は、排出ガス濃度（大気への排出量）と逆比例の関係があり、フリーボード比に加えてフリーボードの高さも、最低限 600mm は確保することが望ましい。例えば、フリーボードの高さが 600mm のときの排出量を 1 とすると、300mm の場合には排出量が約 2 倍、150mm の場合には約 4 倍となる。

洗浄装置内で蒸気層が形成されているときでは、その蒸気層の上端面で塩素系溶剤の濃度が 100% であり、この蒸気がフリーボード中を外気を目指して濃度の低い方向へ分子拡散することと空気より蒸気密度が高いことの影響を受けて、一定の濃度勾配をもって外部に漏れ出て行く。フリーボード中では、蒸気層に近い所では、蒸気が漂うような拡散層とその上に局所排気装置等の外気の影響を受けて乱れている対流層の 2 層から成り立っている。前者は拡散層フリーボードと呼ばれる。実用的にはこの両者があいまって塩素系溶剤の大気への拡散を抑制しており、その全体をフリーボードの高さとして確保する必要がある。

### (2) 洗浄装置周辺及び洗浄装置内の空気の流れとその抑制

#### ① 洗浄装置周辺の風の影響

後述する囲い式局所排気装置が法定の制御風速で運転されている場合、洗浄装置の上部に風を流した実験では、無風の状態の排出量を基準にして、約 0.3~0.5m/s（わずかに風があると感じられる程度の風）で約 2~3 倍に、約 1m/s の風で約 10 倍に増加する。洗浄装置が設置されている作業場では、夏場の暑さ対策等で

窓を開放又は扇風機を稼動して作業を行う場合には、風向きに注意し、衝立て等により洗浄装置周辺に風が当たらないようにすることが、排出量の削減に意外に大きな効果がある。

削減対策を的確に行うためには、空気の流れ等を可視的につかむ方法が有効であるが、その1つにスモークテスターでスモーク（煙り）を発生させて調査する方法が奨励される。

## ② 洗浄装置内の空気の流れの影響及び局所排気方法について

洗浄装置には局所排気装置を設備し、洗浄装置から塩素系溶剤が作業場に洩れ出るのを防止して、作業環境濃度を管理濃度以下に保持する必要がある。有機溶剤中毒予防規則では、局所排気装置の性能は、排気フードの型式ごとに制御風速を次のように規定している。

局所排気装置の排気フードの型式と制御風速

フードの型式		制御風速(m/s)
囲い式フード		0.4
外付け式フード	側方式吸引型	0.5
	下方吸引型	0.5
	上方吸引型	1.0

（注）有機溶剤中毒予防規則では、この規定にかかわらず、臨時

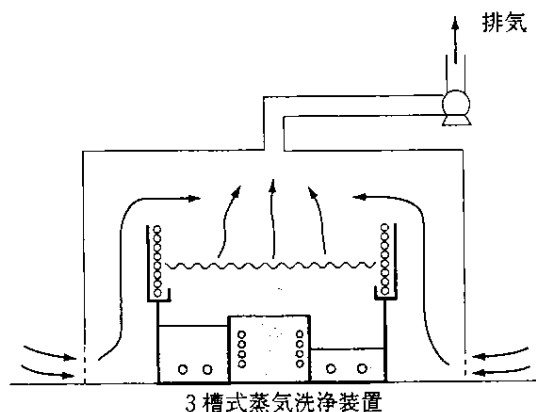
又は短時間有機溶剤業務を行う場合には、緩和規定がある

（有機規則第16条第2項）

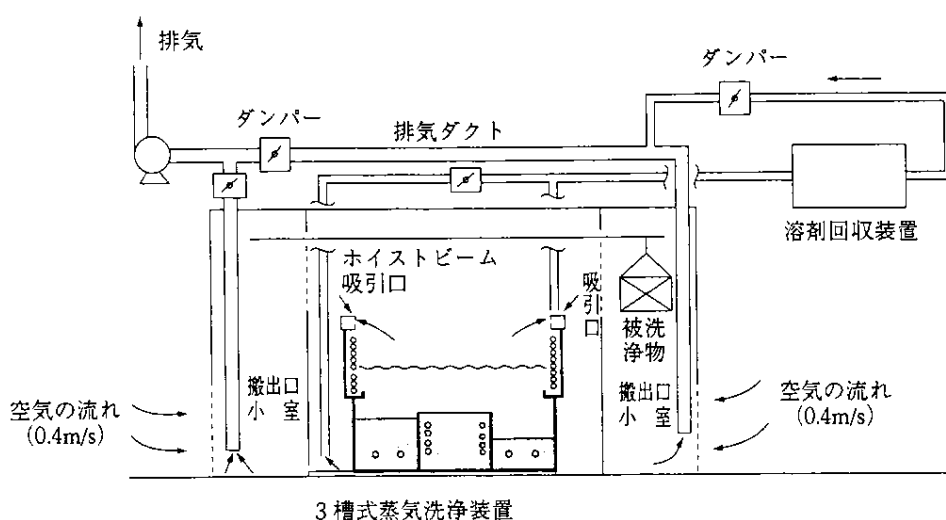
洗浄装置の上端部に囲い式フードを設置する場合には、法定の制御風速は0.4m/sであれば、作業環境濃度は他に作業環境を汚す原因がなければ十分に管理濃度以下に保持できる。しかし、既設の装置では、しばしば能力過大の排風機が設置されて制御風速以上で排気する場合がある。或いは囲い式フードの内側の範囲内で風速のばらつきが見られる場合がある。このような場合はいずれも、規定の制御風速における洗浄装置内の空気の乱れ状態よりも、より大きい乱れを生じることになり、排出量を増大させている。規定の制御風速以上には排気しないこと、また排気の風速のばらつきについては、局所排気口の開口面積を変更可能なスライド式などにより調整して少なくする。

洗浄装置全体の密閉又は覆い付きの自動洗浄装置では、しばしば次の図（「密閉自動洗浄装置内の空気の流れの例」）のような排気方式が採用されているが、これは洗浄装置の上部に風の流れができて排出量が増大する。このような場合、装置の排気出口を下に示す方法（「密閉式自動洗浄装置の改良された空気の流れの例」）に変更する。この方法は、洗浄装置から漏れた蒸気のみを蒸気密度が大きいため底部から吸引する方式であり、風の流れによる無駄な排出量を増大させる恐れが小さい。

### 密閉式自動洗浄装置内の空気の流れの例



### 密閉式自動洗浄装置の改良された空気の流れの例



(注) 中小企業事業団発行の「金属洗浄における塩素系有機溶剤の自主管理計画達成マニュアル」(1997) (P-65) から引用

### (3) 被洗浄物による液持ち出し量の削減

被洗浄物は浸漬洗浄又は蒸気洗浄後に、付着した塩素系溶剤をできるだけ液切りした後に洗浄装置の外に取り出す。この時に被洗浄物に付着したまま装置外に出る塩素系溶剤量は損失となる(場合によっては、作業環境を汚染することにもつながる場合もある)。実際の現場では、この損失量が意外と多い場合が見られる。

液の持ち出し防止対策項目は、つぎのようなものがある。

- ① 被洗浄物が、液を吸み出し易い形状のものは、できるだけくみ出さない向きに整列して洗浄するか、又は洗浄カゴを回転させる。

- ② 被洗浄物の置き方は、板状物は縦置きの方が付着量が少ない（横向きでは、縦向きの約 3～4 倍の量になる場合がある）。また、板が重なると付着量は約 2～3 倍に増大する場合がある。
- ③ 蒸気洗浄後に蒸気層の上部で、被洗浄物に凝縮した液を蒸発させて冷却液化回収する乾燥工程を設ける。

#### （４）蒸気洗浄後のフリーボード中における乾燥工程の条件確保

蒸気洗浄後に蒸気層の上部で、被洗浄物に凝縮した液を蒸発させて冷却液化回収する乾燥工程があるが、この条件を確保する。

蒸気洗浄により被洗浄物の熱容量（塩素系溶剤の沸点と蒸気洗浄前の被洗浄物の温度との差に、被洗浄物の比熱と質量を掛けた値）に相当する凝縮量が付着する。この凝縮量は、被洗浄物への付着可能量よりも通常多いので、その差の量は蒸気中で液が滴り落ちることで液切りが行われる。それ故に、蒸気層から出された液だれがなくなった被洗浄物にも付着した塩素系溶剤が存在する。これを回収する乾燥工程は、損失量を低減する上でも大事な工程である。

乾燥回収のメカニズムは次のようになる。

蒸気層の上の被洗浄物は、蒸気温度まで上昇しているが、その温度に応じた蒸気圧の塩素系溶剤の蒸気が発生する。その蒸気は、被洗浄物の周囲にある冷却管に向かって移動して冷却され液化する。乾燥回収は、この発生する塩素系溶剤の蒸気圧と冷却管での蒸気圧との差で進行する。蒸発する蒸気は蒸発潜熱により被洗浄物の温度を低下させるので、発生する蒸気圧は次第に低下する。仮に持ち出し量が多く被洗浄物が薄物で熱容量が小さいと、被洗浄物の温度の低下が大きくなり、ついには冷却管の温度と同じ温度まで低下すると、被洗浄物からの蒸発は、付着液が存在しても停止する。

以上のようなメカニズムを基本として考察すると、乾燥回収工程の条件の確保は、次のようになる。

- ① 被洗浄物に付着した液が、全て蒸発するように十分な滞留時間をとる。
- ② 被洗浄物が置かれる場所は、蒸気層の上端から約 10cm 上に被洗浄物のカゴ等の下端がくるようにして、かつ冷却管がカゴの周囲を十分にカバーすること（冷却管の役目は、下から蒸発する蒸気を冷却して蒸気層を形成するためだけでなく、乾燥回収のための役目を持つので、冷却管は、洗浄装置の上部端近くまで付設する必要がある。仮にこの冷却管が被洗浄物のカゴ等を十分にカバーするだけ付設されていないときは、被洗浄物から蒸発する蒸気が十分に回収されず装置の外部への損失量が増加する）。
- ③ 冷却管の温度をできるだけ下げる。しかし、冷却管温度を室温以下に下げて露点以下にすると大気中の水分が冷却管に結露して塩素系溶剤の中に入る。塩化メチレンの場合には、沸点が低く蒸発しやすいのでチラー等を設備して冷却することになるが、通常は 5～15℃で行う。



#### (5) 洗浄装置の密閉蓋の設置

塩素系溶剤はいずれも揮発性の高い液体である。空気に面した塩素系溶剤は、その液体の温度に相当する蒸気圧を示すまでは蒸発が起こり、洗浄装置の外に漏れると塩素系溶剤の損失とともに大気汚染の原因になる。

洗浄装置における蓋又はシャッターの設置とその確実な使用は、環境保全、損失量の削減に多大な効果があることが認められている。その方法等は、次のようである。

- ① 装置が未稼働時には、できるだけ密閉度の高い蓋をする。囲い式局所排気装置がある時には、その吸込み口より洗浄装置の内側に蓋をする。
- ② 洗浄装置が稼働中でも、被洗浄物が装置から出入りする時に、自動的に蓋又はシャッターを開閉させる方式が効果的である。

#### (6) 作業改善の項目

##### ① 被洗浄物の移動速度について

洗浄装置内での被洗浄物の移動速度が速い場合には、装置内に形成されている蒸気層が乱れること、或いはフリーボードにおける蒸気の拡散層の乱れが起こることで損失量が増大する。

このため、被洗浄物の移動速度は 5cm/s 程度にすることが望ましいとされている。

##### ② 点検管理

仮に小さい洩れで、1ml/分程度（恐らく漏出点の下に液たまりができないであろう程度）であっても、約 50kg/月のロス量になるので、漏出の有無の点検は念入りに行う。

##### ③ 起動手順及び停止手順について

(i) 起動時は、冷却水をまず流し、しばらく経過した後に蓋を静かに取り外す。

その後ヒーター等を入れ運転準備をして定常状態になった後、稼働を開始する。

(ii) 停止方法は、起動時の逆で、まずヒーター等を切り、蓋をして装置内の液の温度が室温まで下がれば冷却水を停止する（冷却水は、できれば常時流すことが望ましい）。

### 3. 排出ガスの処理及び管理について

- (1) 塩素系溶剤を含む排出ガスからは、活性炭吸着等により、塩素系溶剤をできる限り回収する。
- ① 活性炭吸着装置は、活性炭が塩素系溶剤で飽和状態になる前に吸着を停止し、再生又は交換を行う。
  - ② 吸着を停止した活性炭に水蒸気を送り込んで塩素系溶剤を脱着し、回収する場合には、活性炭の乾燥、水分離器により分離された水は「5. 1. 4 塩素系溶剤の排水の処理及び管理」に従って適切に処理する。
- (2) 排出ガス中の塩素系溶剤の濃度は、次のことに留意して測定を行い、確認する。
- ① 測定は、排出ガス中に含まれる塩素系溶剤の濃度を適切に管理するため、必要かつ十分な間隔で実施する。
  - ② 事業所内で測定を行えない場合は、適切な測定能力をもった外部の業者等に委託する。

#### (1) 排出ガス回収について

##### ① 排出ガス回収法の概要

###### (i) 吸着法

活性炭吸着法は一般的に定型化している。活性炭の種類としては繊維状活性炭、粒状活性炭等があり、吸着方式としては固定式、流動床式等がある、溶剤回収率は95%以上、実質97~99%程度となっている。回収処理後の出口濃度は、50ppm以下も可能である。

###### (ii) 冷却法

溶剤蒸気を冷却して液化回収する方法である。大気圧下での回収処理後の出口濃度を50ppm以下にするには、トリクロロエチレンで約-80℃まで冷却しなければならない、洗浄装置のように局所排気装置の出口から回収処理する場合、風量が多く、水分が固結したりして効率が悪い。

###### (iii) 圧縮深冷凝縮法

この方法では、-30℃程度でも加圧下、小風量で、洗浄装置とガス吸引の位置を組み合わせ、出口ガス濃度を50ppm以下にすることができる。この場合でも、圧縮深冷凝縮法後の排ガスを更に小規模の活性炭による吸着処理をする必要がある（場合によっては、洗浄装置に付帯する局所排気ラインに、圧縮深冷凝縮後の排ガスを活性炭処理を行わないで直接排気する方法で50ppm以下になるケースもある）。

##### ② 排出ガス処理に当たっての一般的注意事項

(i) 排出ガス処理に当たっては、含まれる塩素系溶剤濃度、排出ガス量を十分に把握して、これに見合った十分な能力を持った排出ガス回収装置を使用する。

(ii) 排出ガス回収装置から出る排出ガスは適切なサンプリング、分析を行うことに

より、含まれる塩素系溶剤の濃度を把握するとともに、塩素系溶剤の排出をできる限り抑制するように努める。

(iii) 回収された再生液は、水分、安定性（pH又は酸分）等に留意して再利用する。

水分、安定性等の測定方法については、塩素系溶剤メーカーの指示に従う。

(iv) 排出ガス回収装置から排出された水は、塩素系溶剤を飽和状態近くまで含んでいるので、適切な排水処理を行い、排水基準以下になるように処理することはもちろん、できる限り除去して環境への排出を極力抑制するよう努める。

(v) 特に塩化メチレンは沸点が低いので、コンデンサー等には冷水（5～15℃）が必要である。

(vi) 測定法としては、正確にはガスクロマトグラフ法が用いられる。目安として濃度を知るには簡易な検知管法もある。事業所内で測定を行えない場合は、適切な測定能力を持った外部の業者などに委託する。

(vii) 排出ガス処理に用いた使用済の処理剤などは産業廃棄物として適切に処理する。

## (2) 活性炭吸着装置による排出ガス回収について

金属部品等の洗浄・乾燥工程から排出される塩素系溶剤を含む排出ガスの処理、或いは溶剤回収には活性炭吸着法が有効である。

### ① 汎用型塩素系溶剤排出ガス回収装置

#### (i) プロセスの概要

洗浄装置の局所排気装置から出る溶剤を含んだ排出ガスは、フィルターで除じんされた後ブロワーで吸着缶内の繊維状活性炭に通される。ここで溶剤ガスは活性炭に吸着され、清浄化された空気が吸着缶の排気口から放出される。溶剤を吸着した活性炭は水蒸気を吹き込むことにより、溶剤は活性炭から脱着され、コンデンサーで凝縮される。

凝縮液は比重差で溶剤と水に分離され、溶剤は洗浄装置で再利用し、分離した水は排水処理工程を経由して排出される。

- ・吸着缶A－吸着缶Bの2缶交互切り替えを基本としている。缶内にはフェルト加工したシート状活性炭素繊維を円筒多層巻状にしたエレメントがセットされている。活性炭層の厚みは60～100mm程度である。

- ・吸着工程：溶剤を含んだ高濃度のガスは活性炭層を通過し浄化される。6～8分ごとに脱着工程に切り替えられる。

- ・脱着工程：脱着時は缶底より水蒸気を吹き込み、吸着溶剤は脱着され、水蒸気とともにコンデンサーで凝縮し回収される。

- ・吸着－脱着の切替：タイマー切替式と排出口の自動濃度切替方式がある。

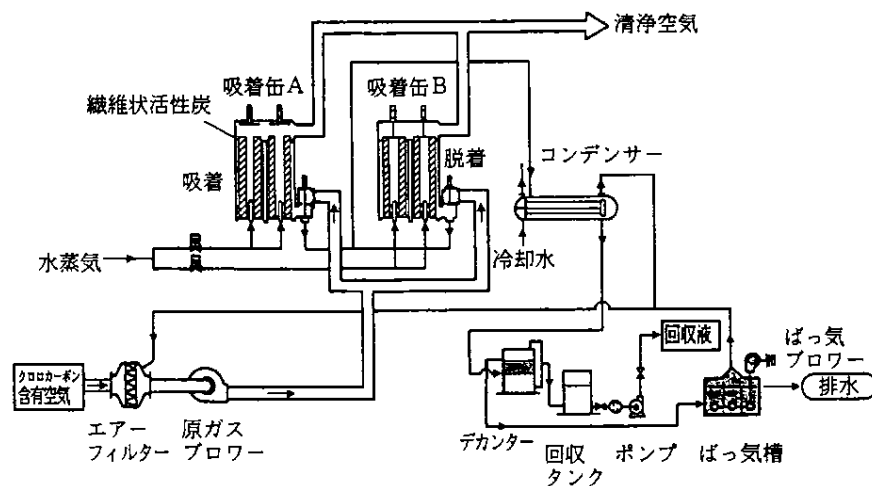
- ・分離回収：液化した水と溶剤はデカンターにて比重差で分離し、溶剤は回収される。水相に溶解している溶剤分は空気ばっ気にて除去される。ばっ気槽内を加温すると効果的に排水処理が行われる。溶剤分を含んだばっ気空気は、活性炭吸着装置で処理される排ガスラインに戻される。

- ・ばっ気された排水は、排水基準値以下で排出される。

(ii) 装置の特徴

- ・軽量コンパクトで高除去率：吸着容量が大きく。吸着・脱着速度も速いため、従来の粒状活性炭に比べて充填量は 1/20 以下とコンパクトである（溶剤回収率は 95% 以上、実績値は 98～99% である）。
- ・回収溶剤が高品質：短時間に完全脱着するので、回収溶剤の熱影響が少なく分解、変質がわずかであり再使用が可能である。
- ・省エネルギー：吸着・脱着の切替が短時間で、エネルギーロスが少ない。
- ・安全性が高い：粒状活性炭に比べて吸着層が薄いため、吸着熱が少なく、特に可燃性溶剤を扱う場合には安全である。
- ・運転・停止が簡単：短時間の吸着・脱着であるため、生産現場の都合に合わせて、回収装置も同時に運転・停止が可能である。

汎用型塩素系溶剤排出ガス回収装置の一例



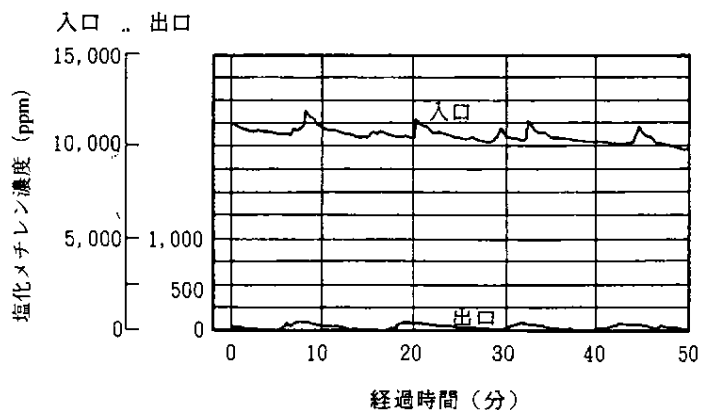
(iii) 排出ガス回収装置の入口及び出口排出ガス濃度の一例

塩化メチレン、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの排出ガス処理の実績データの一部を次に示す。

塩素系溶剤排出ガス回収装置（繊維状活性炭吸着法）の入口及び出口ガス濃度の例

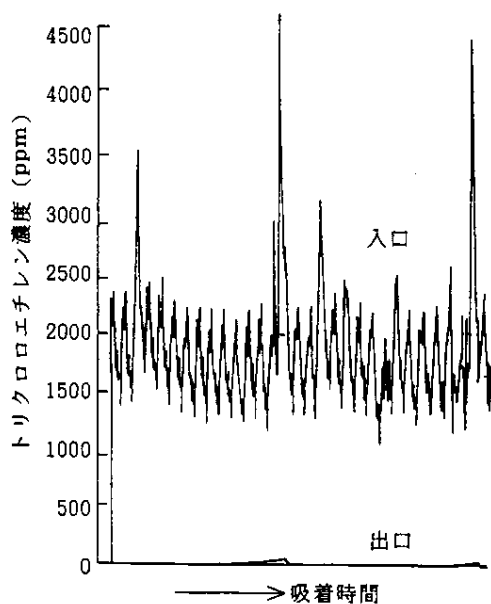
塩化メチレン

風 量 15.8 m<sup>3</sup>/分（標準状態）  
入口濃度 10,000 ~ 11,000ppm  
出口濃度 平均 40ppm



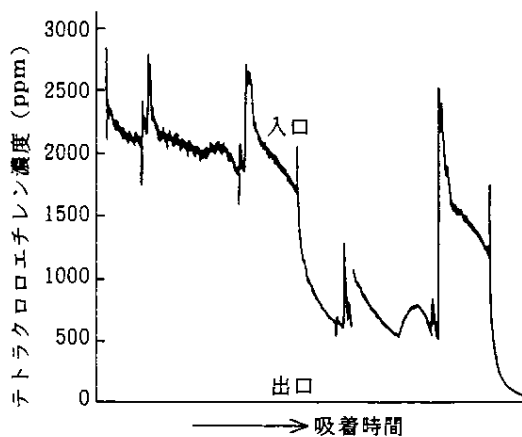
トリクロロエチレン

風 量 40 m<sup>3</sup>/分（標準状態）  
温 度 30℃  
入口濃度 平均 1,900ppm



テトラクロロエチレン

風 量 35 m<sup>3</sup>/分（標準状態）  
温 度 35℃  
入口濃度 平均 2,500ppm



(iv) 排水処理のポイント

塩化メチレンは水への溶解度が他の塩素系溶剤と比べて高いため、空気によるばっ気に工夫が必要である。例えば、塩化メチレン濃度 1.1% を含む排水を常温で通常のばっ気では 2mg/リットル程度までしか減少できないが、更に 50 ~ 80℃ に加温し、ばっ気時間を長くすると 0.002mg/リットルまで減少できる（測定方法：ヘッドスペース・ガスクロマトグラフ法）。

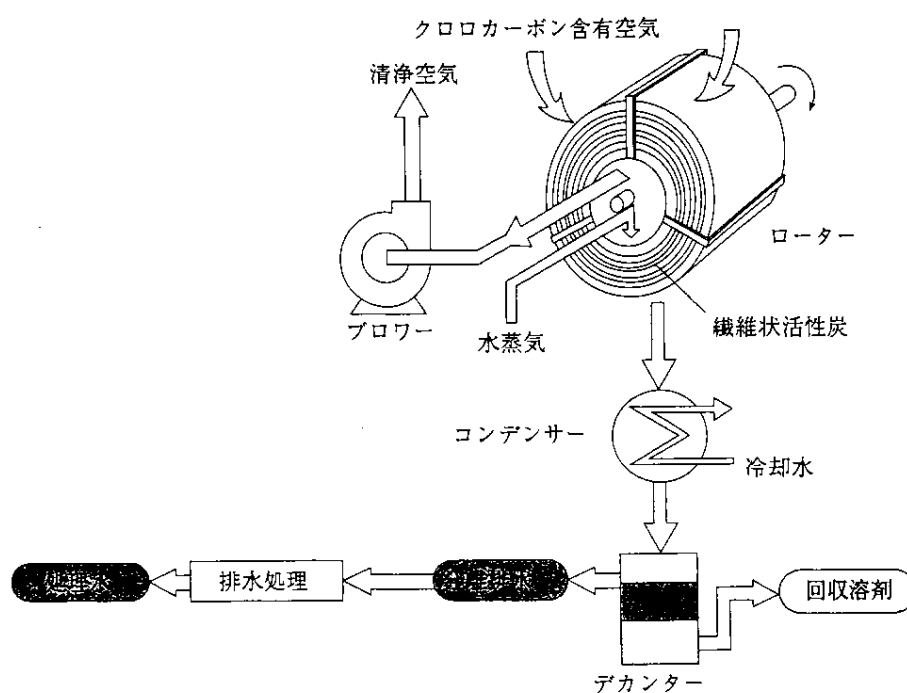
② 小型塩素系溶剤排出ガス回収装置

基本システムは、横置きローターを 3 室に仕切り、それぞれの室に繊維状活性

炭を充填したものをケーシング内に配置し、ケーシング中の 2 室は吸着ゾーンとしているが、下側に来た 1 室のみ脱着できる弁を持った脱着ゾーンとしている。ローターは 1/3 回転ずつ間欠的に回転しながら連続に塩素系溶剤を吸着し、脱着、回収する。

処理風量 3、6、10、15、20 m<sup>3</sup>/分と比較的小型装置でシンプルな装置もあり、コンパクト、低ランニングコスト等を特徴としている。

小形塩素系溶剤排出ガス回収装置の一例



### ③ 低濃度塩素系溶剤排出ガス回収装置

大風量、低濃度ガス処理用にゼオライトハニカム（不燃性）を用いて吸着濃縮し、これを活性炭吸着装置と組み合わせて溶剤を回収するシステムである。

低濃度ガス

エアフィルター

ブロワー

濃縮ローター

濃縮ガス

清浄空気

ヒーター

蒸気ドレン

吸着缶A (吸着)

吸着缶B (脱着)

洗浄空気

蒸気

圧縮空気

冷却水

冷却水

コンデンサー

回収溶剤

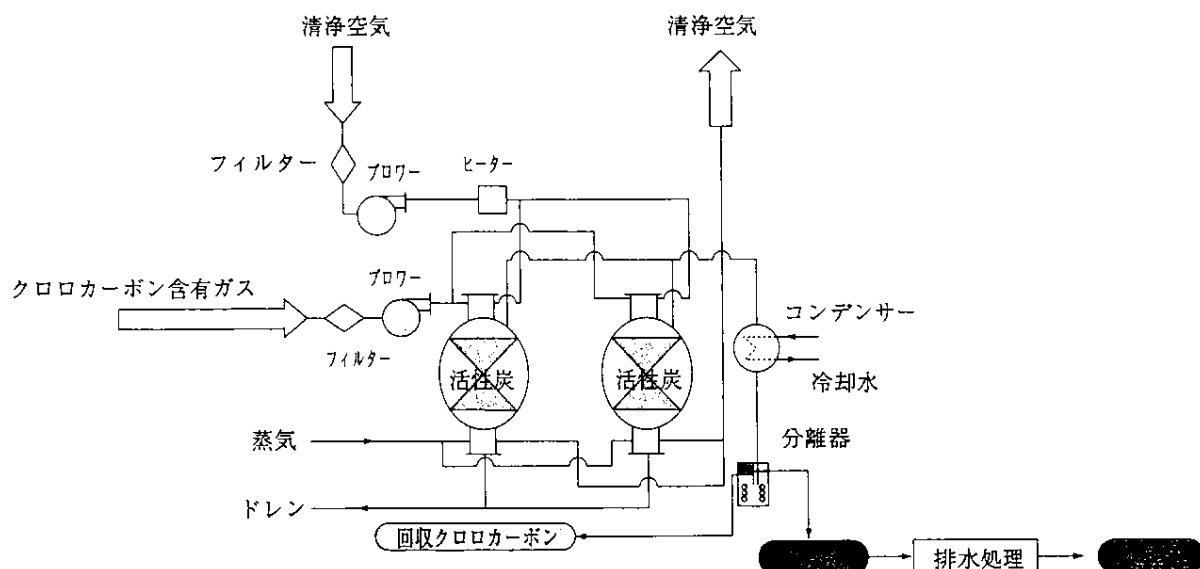
クーラー

ブロワー

排出ガス中に含まれる有機溶剤の回収を目的に開発された粒状活性炭を使用する固定床式排出ガス回収装置である。

吸引ブローワーによって吸込まれた塩素系溶剤を含んだ空気は、活性炭層を通過する過程で塩素系溶剤が活性炭に吸着され、清浄空気が排出される。この間、もう一方の活性炭層は、内蔵された電熱エレメントにより加熱された蒸気（または外部からの蒸気）が下部から吹き込まれて、活性炭に吸着されている塩素系溶剤が追い出される。蒸気と塩素系溶剤は凝縮管を通過して液化され、水分離器で比重分離により塩素系溶剤は回収される。排水は排水処理装置を經由して排水基準値以下で排出される。蒸気で脱着された活性炭層は、さらに温風で内部の水分を除去することにより吸着量の向上を図っている。

## 塩素系溶剤排出ガス回収装置の一例



### (ii) 装置の特徴

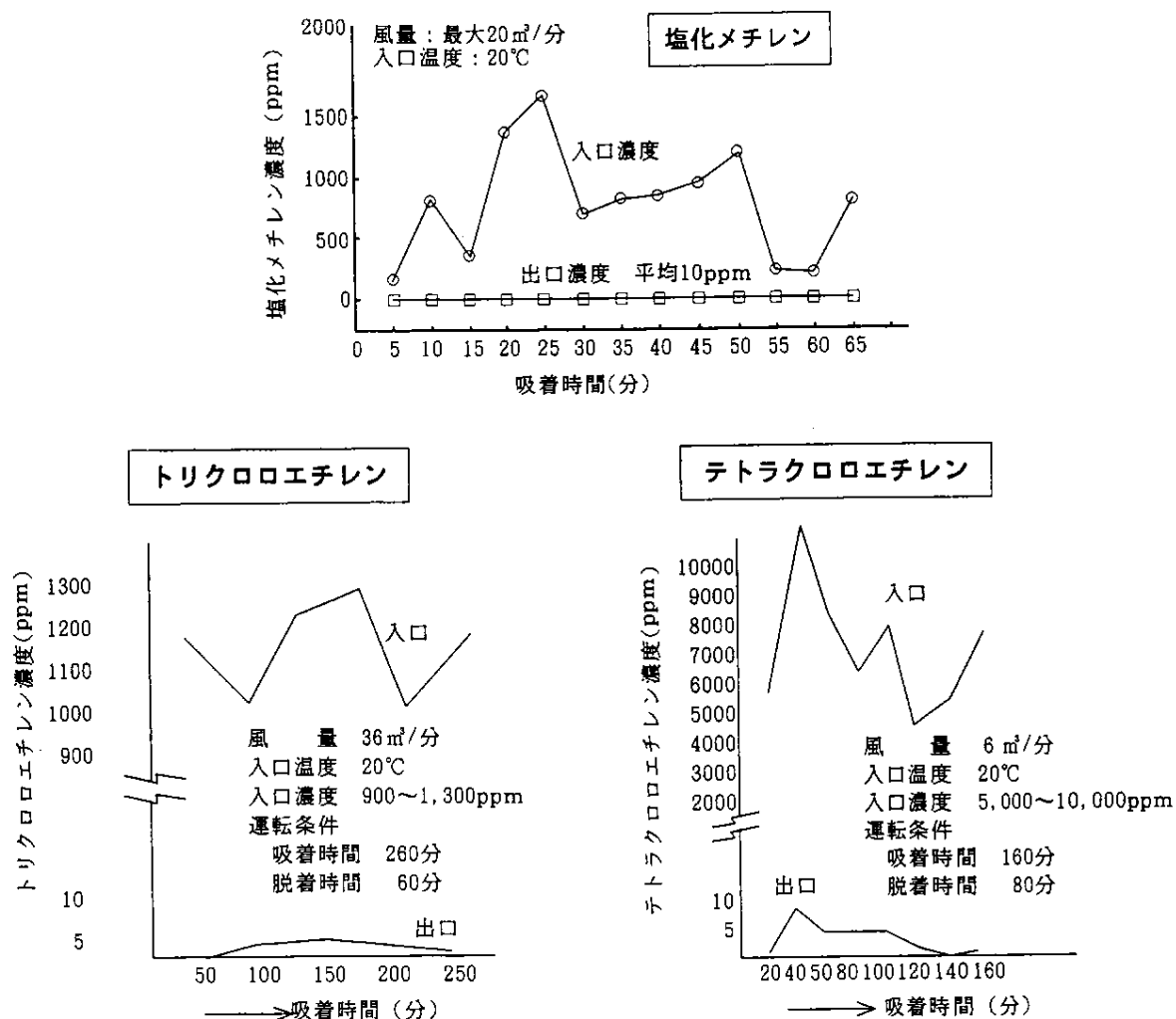
- ・活性炭層が厚いため回収率が高く、入口濃度の大きな変化にも対応できる(溶剤回収率は一般に 97% 以上、実績的に 99% 以上である)。
- ・特殊焼付コーティングにより腐食に強い。
- ・電気式蒸気発生装置を活性炭槽下部に内蔵できるので、ボイラーの設置をしなくてもよい。
- ・吸着、脱着サイクルが長いため、駆動部の作動頻度が少なく痛みが少ない。
- ・コンデンサーを吸着槽本体に巻き付けているため、小さいスペースで取り付けが可能となり、装置がコンパクトである

### (iii) 排出ガス回収装置の入口及び出口排出ガス濃度の一例

塩化メチレン、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの排出ガス処理の実績例を次に示す。



塩素系溶剤排出ガス回収装置（粒状活性炭吸着法）の入口及び出口ガス濃度の例

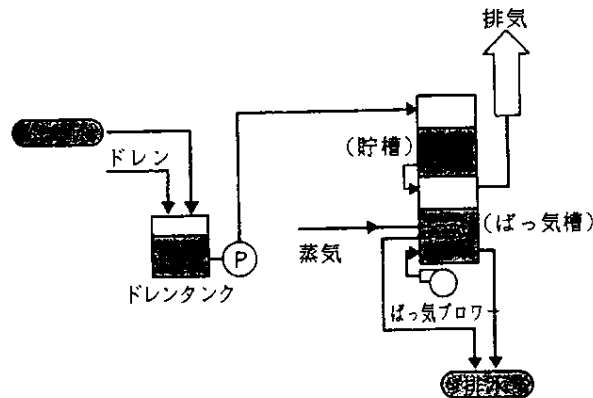


#### (iv) 排水処理のポイント

排水を排水基準値以下にするには、バッチ式でばっ気処理をすると確実に達成することができる。分離水などをドレンタンクから貯槽に移液し、バッチごとに下部のばっ気層で加温処理する（「5. 1. 4 塩素系溶剤の排水の処理及び管理」参照）。

ばっ気式排水処理装置の一例を次に示す。

### ばっ気式排水処理装置の一例



#### ⑤ 球状活性炭流動床吸着装置

本装置は吸着剤として球状活性炭を連続的に循環しながら排ガス中の塩素系溶剤の吸着・脱着を行い、ガス中に含まれる塩素系溶剤成分を除去・回収する流動床吸着装置である。

##### (i) システムの概要

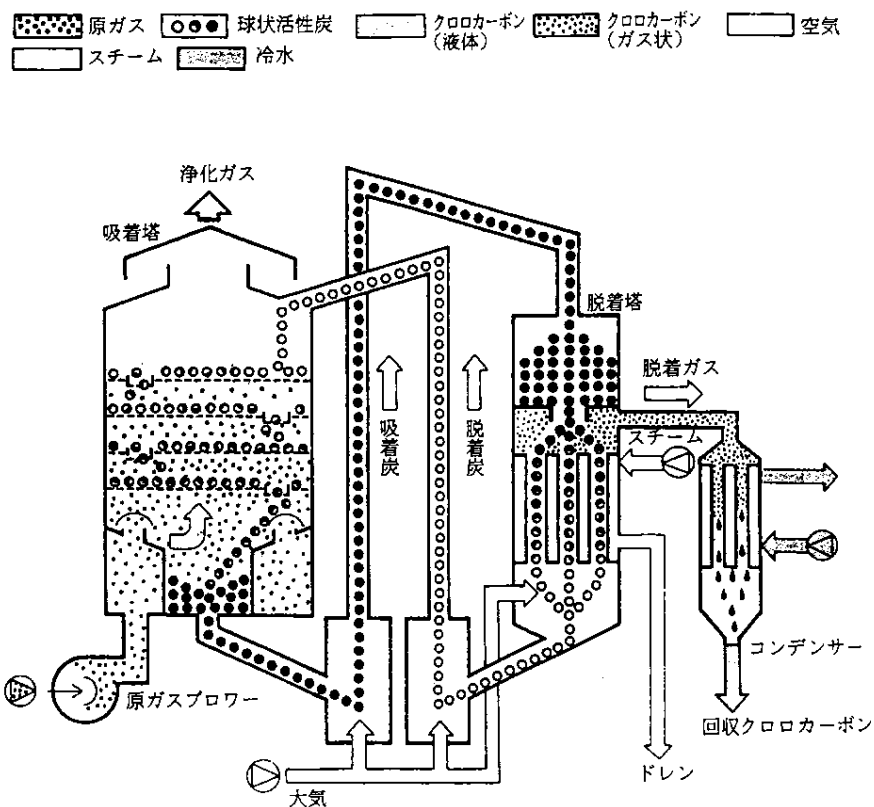
塩素系溶剤を含む排ガスは、球状活性炭の流動床である吸着部で、球状活性炭と向流接触し除去される。塩素系溶剤を吸着した球状活性炭は脱着部へ流下し、脱着部で、球状活性炭は水蒸気又は空気（テトラクロロエチレンの場合）により塩素系溶剤成分が脱着される。さらに、脱着再生された球状活性炭は空気流により吸着部最上段へ送られる。

一方、球状活性炭から脱離した塩素系溶剤成分はコンデンサーで冷却され、大部分は液体として回収される（テトラクロロエチレンの場合、空気は吸着部に戻され処理される。）

回収塩素系溶剤中に含まれる水分は比重差で水と塩素系溶剤に分離され、塩素系溶剤を含む排水はばっ気処理等を行い排水基準以下として排出される。

なお、球状活性炭は耐摩耗性・流動性に優れ、流動床吸着法はこの優れた特質を生かした安全な塩素系溶剤回収装置である。

## 球状活性炭流動床吸着法排出ガス回収装置の一例



### (ii) 装置の特徴

- ・ランニングコストが安価

連続吸着・脱着のため吸・脱着の切替がなく、ユーティリティー使用量が少ない。

流動層吸着のため装置内静圧が小さい（動力費安価）。

- ・入口濃度の変動に係らず、出口濃度が安定
- ・必要設置面積が少ない
- ・必要ユーティリティーは電気、蒸気、冷却水。蒸気がないときは電気ボイラーで対応可能。

### (iii) 実績例

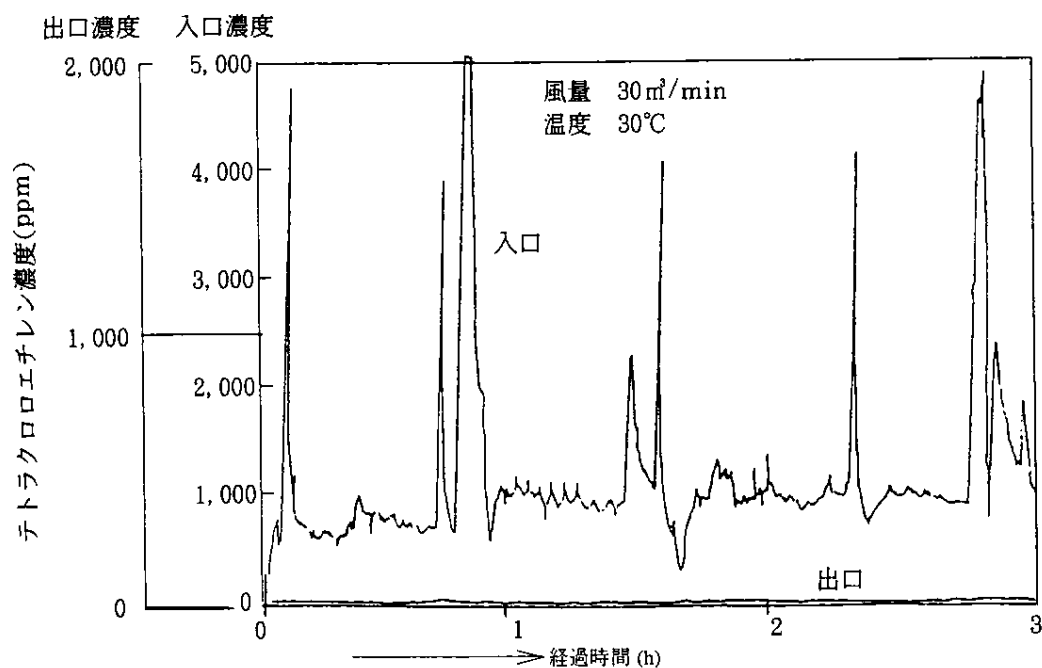
- ・塩化メチレンの回収例

処理風量	55 m <sup>3</sup> /分（30℃において）
入口濃度	20,000ppm
出口濃度	100ppm

- ・テトラクロロエチレンの例

テトラクロロエチレンの排出ガス処理の実績データの一例を示す。

## テトラクロロエチレン排出ガス回収装置の入口及び出口濃度の例



### ⑥ 圧縮深冷凝縮装置による排出ガス回収について

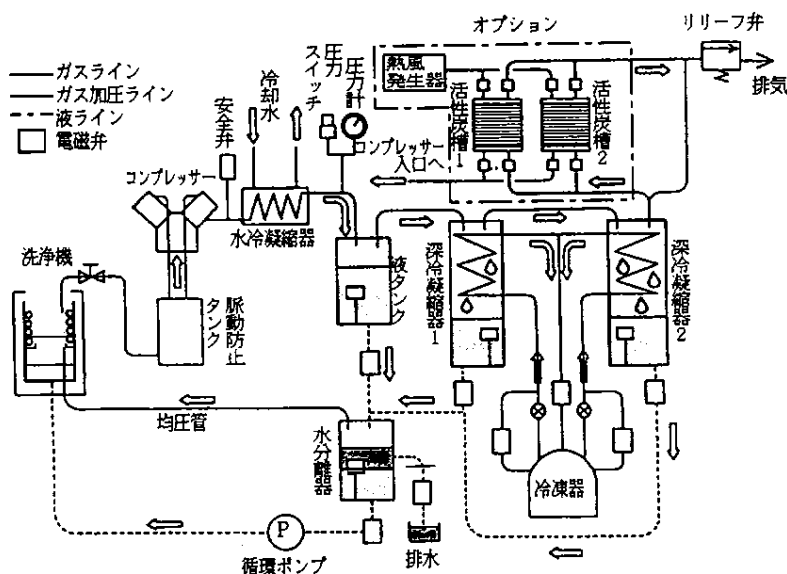
この装置は、圧縮深冷凝縮法により排ガス中の塩素系溶剤を回収する。

#### (i) プロセスの概要と特徴

基本的な構造は、吸引・加圧を兼ねるコンプレッサーと加圧ガスを凝縮する凝縮部及び回収塩素系溶剤と水を分離する水分離器にて構成されている。

- (a) 洗浄装置から脈動防止タンクを経て吸引されたガスは、コンプレッサーで0.5～0.6MPaに加圧され予冷却器で凝縮される。
- (b) 未凝縮ガスは、深冷凝縮器（直列2筒）で $-30^{\circ}\text{C}$ ～ $-40^{\circ}\text{C}$ に冷却して溶剤を凝縮し、溶剤濃度の低いガスとなり排出される。深冷凝縮器内は時間と共に凍結が進行するので一定時間毎（外部タイマー設定）に解凍する。
- (c) 圧縮深冷凝縮により処理後排出される稀薄ガスは、温度・圧カスイング方式を採用した活性炭ユニット（オプション機構）を経由することにより残存する溶剤を回収する。
- (d) この装置は、処理ガスが比較的高濃度、小容量に向いており、後述の洗浄装置と組み合わせた使い方が効果的である（溶剤回収率は95%以上である）。

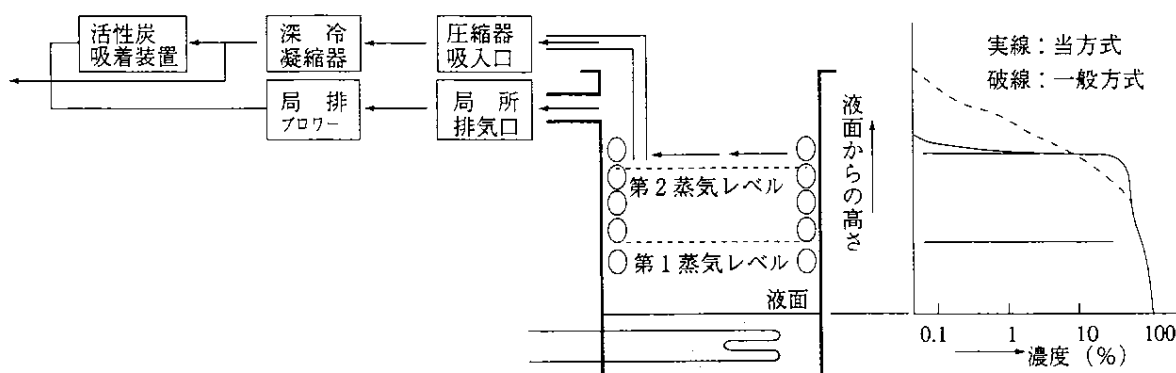
# 塩素系溶剤排出ガス回収装置（圧縮深冷凝縮法）の一例



## (ii) 洗浄装置との効果的な組み合わせ

この排ガス回収装置を効果的に使用するには、洗浄装置の蒸気濃厚ゾーンから小風量のガスを吸入することにより、溶剤消費量を少なくする。  
蒸気ゾーンの蒸気濃度と蒸気の流れ状態を次の図に示す。

## 洗浄装置と圧縮深冷凝縮装置との効果的な組み合わせ



回収装置の圧縮機吸入口を第1蒸気レベルの上部に置くことにより第2蒸気レベルが形成され、洗浄装置上部の局所排気口付近の蒸気濃度は極端に薄くなるので溶剤使用量が少なくなる。

洗浄装置の排ガス口における排ガス濃度を例えば50ppm以下にする例では、圧縮深冷凝縮の処理された排ガスを更に活性炭吸着処理することで達成される。又は、圧縮深冷凝縮された排ガスを活性炭吸着ユニット処理を行わないで、そのま

ま洗浄装置に付帯する局所排気ラインに接続して排出するときでも達成できる例もある。

回収装置導入と洗浄装置の一部改造を含む対策を実施した溶剤使用量の削減効果を下記に示す。

回収装置導入による溶剤使用量の削減比較

洗浄装置タイプ	使用溶剤	導入前使用量 (kg/月)	導入後使用量 (kg/月)	削減率 (%)
密閉式フープ洗浄装置 浸せき→シャワー→ エアブロー	トリクロロエチレン	1,500	150	90
3槽式 温浴→冷浴→蒸気	トリクロロエチレン	3,000	900	70
1槽縦型 浸せき＋蒸気	トリクロロエチレン	3,000	1,050	65
真空洗浄装置	塩化メチレン	500	100	80

#### 5. 1. 4. 塩素系溶剤の排水の処理及び管理

##### 1. 関係法令

排水の処理及び管理については、水質汚濁防止法等の関係法令を遵守する。

##### (1) 環境基本法

- ① 水質汚濁に係る人の健康の保護に関する環境基準が改正（1993年(平成5年)3月8日 環境庁告示第16号）され、塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンの環境基準（年間平均値）が次のように定められている。

塩化メチレン	0.02	mg/リットル以下
トリクロロエチレン	0.03	mg/リットル以下
テトラクロロエチレン	0.01	mg/リットル以下

（注）濃度の単位

$$\begin{aligned}
 1 \text{ mg/リットル} &= 1 \text{ ppm (100 万分の 1)} \\
 &= 1,000 \text{ ppb} \\
 &= 0.0001\%
 \end{aligned}$$

- ② 土壌の汚染に係る環境基準は次のように定められた。

塩化メチレン	0.02	mg/検液リットル以下
--------	------	-------------

トリクロロエチレン	0.03	mg/検液リットル以下
テトラクロロエチレン	0.01	mg/検液リットル以下

## (2) 水質汚濁防止法

- ① 水質汚濁防止法の有害物質に指定され、特定事業場から公共用水域へ排出される排水に関する排水基準（許容限度）は次のように定められている。

塩化メチレン	0.2	mg/リットル以下
トリクロロエチレン	0.3	mg/リットル以下
テトラクロロエチレン	0.1	mg/リットル以下

- ② 地下水の汚染防止のため、水質汚濁防止法により有害物質使用特定事業場から水を排出する者（特定地下浸透水を浸透させる者を含む）は、環境庁告示による検出方法で、次に示す数値以上の値が検出される特定地下浸透水を浸透させてはならないと定められている（事実上地下浸透禁止）。

塩化メチレン	0.002	mg/リットル
トリクロロエチレン	0.002	mg/リットル
テトラクロロエチレン	0.0005	mg/リットル

- ③ 塩化メチレン、トリクロロエチレン、テトラクロロエチレンを使用する特定施設（洗浄施設、蒸留施設）を設置及び変更しようとする時は、所定の事項を都道府県知事に届け出なければならない（水質汚濁防止法施行令参照）。

## (3) 下水道法

下水道法施行令により特定事業場から公共下水道又は流域下水道に排出される下水について、以下の物質に関する水質基準が定められている。

基準は水質汚濁防止法の排水基準と同じである

塩化メチレン	0.2	mg/リットル以下
トリクロロエチレン	0.3	mg/リットル以下
テトラクロロエチレン	0.1	mg/リットル以下

## (4) 水道法

水道法に基づき、以下の3物質に水道基準が定められている。

塩化メチレン	0.02	mg/検液リットル以下
トリクロロエチレン	0.03	mg/検液リットル以下
テトラクロロエチレン	0.01	mg/検液リットル以下

## (5) 土壌汚染対策法

要件（濃度基準）が定められており、値は「土壌の汚染に係る環境基準」と同じである。

## (6) 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律

塩化メチレン、トリクロロエチレン又はテトラクロロエチレンを使用する洗浄施設又は蒸留施設の特定施設を持つ特定工場は、公害防止組織を設置し、次の公害防止管理者及び代理者を選任しなければならない（1989年（平成元年）10月18日 政令

第 294 号)。

汚水等排出施設で排水量が 1 万 m<sup>3</sup>/日以上以上の工場

水質関係第 1 種公害防止管理者

汚水等排出施設で排水量が 1 万 m<sup>3</sup>/日未満の工場

水質関係第 2 種公害防止管理者

2. 排水処理装置は、排水の量及び含まれる塩素系溶剤の濃度に応じて、次のことに留意して適切な構造と処理能力を有するものを設置する。

- ① 排水処理装置としては、活性炭による吸着方式、及び吸着と空気吹き込みばっ気の併用方式が一般的であるが、これらは排水の実態に合わせて選定する。
- ② 排水処理は、処理の効率を上げる観点からできる限り発生源の近くで行う

(1) 塩素系溶剤を含む排水を処理する場合、高濃度で排水量が少ないほど、処理効果が大きく、処理装置及び運転の費用も少なくて経済的である。

従って、排水処理はできるだけ排水の発生源に近いところで行うことが望ましい。塩素系溶剤を含む排水にほかの工程からの排水、雨水等が混入すると水量が増加し、排水中の塩素系溶剤濃度が低下するために、処理効果が低下し、費用が高くなる。

(2) 塩素系溶剤を含む排水を排水基準値以下に処理する一般的な技術としては、次の 3 方式がある。

- ① 活性炭による吸着方式
  - ② 吸着方式とばっ気方式の組合せ式
- これらの処理方式の特徴は、下記の通りである。

排水処理方式の比較

排水処理方式		①活性炭吸着方式	②吸着とばっ気の併用方式
他物質の影響	ゴミ、懸濁物等	大きい（前ろ過が必要）	大きい（同左）
	他の有機物質等の溶解物質	大きい（活性炭は、他の有機物質も吸着し塩素系溶剤の吸着能力が低下する場合がある）	
	油 分	油分は悪影響を与えるので流出しないように注意する	
特 徴		濃度が高く、排水量が 多い場合に適する	最も確実な処理方式といえる。

(3) 最近、塩素系溶剤を酸化又は還元により分解処理して二次的な問題が生じないようにする次のような新しい技術の開発が進められている。これらは実験的規模で行われたものが多いが、維持管理が容易で、運転コストの低い実用的な処理装置の開発が望まれる。



① 酸化分解法

水中の塩素系溶剤は適切な酸化条件では、二酸化炭素と塩化物イオンに分解される。

(i) 過マンガン酸カリウム溶液法

(ii) ペルオキソ二硫化カリウム溶液法

(iii) 過酸化水素－オゾン法

(iv) 光触媒分解法

(酸化チタンや酸化亜鉛触媒共存のもとで紫外線照射)

(v) Fenton 分解法

(鉄(Ⅲ)共存のもとで過酸化水素による分解)

② 還元処理法

塩素系溶剤は還元処理によりエチレンやエタンに分解される、

(i) 鉄粉を用いた充填層に排水を循環して処理する方法

(ii) 鉄多孔体を充填した管内に排水を循環、接触させて還元処理する方法

③ 鉄多孔体と過酸化水素を共存させて塩素系溶剤を効率よく分解する小型の処理装置

(4) 排水処理装置及び排水配管等は、漏水の発生の有無が確認しやすいような構造とする。

(5) 排水処理装置及び配管等は、亀裂や漏水の有無を定期的に点検し、異常が認められた場合は、直ちに修理する。

(6) 処理済み排水は、定期的に分析し、排水基準以下となっていることを確認する。

(7) 排水量、濃度が変化すれば処理効果も変化する。洗浄装置の状態及び洗浄条件（被洗浄物の種類、量等）を十分に把握し、最適な処理が行えるよう努める。

3. 排水処理は、関係法令等を遵守するとともに、排水中の塩素系溶剤が適切に除去されるよう、次のことを留意して行う。

(1) ばっ気式処理装置は、排水量、ばっ気空気量、ばっ気時間等を適切に管理し、ばっ気不足を生じさせない。

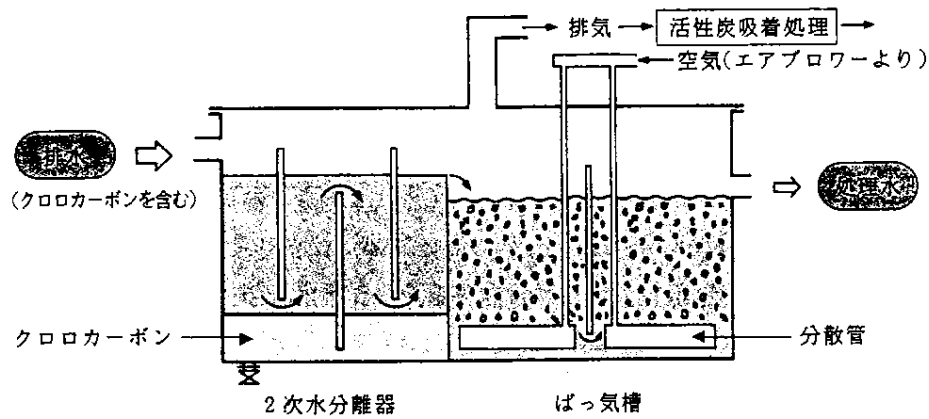
なお、ばっ気処理装置からの排気は、塩素系溶剤を含むため、「3. 排出ガスの処理及び管理」に従って、必要に応じて処理する。

(1) ばっ気式排水処理装置は、余裕ある空気量及びばっ気時間を確保し、排水が均等に滞留する構造のものとする。

なお、ばっ気装置からの排気は、塩素系溶剤を含有しているため、できる限り活性炭等による排ガス回収装置で処理する。

連続ばっ気式排水処理装置の例を図示する。

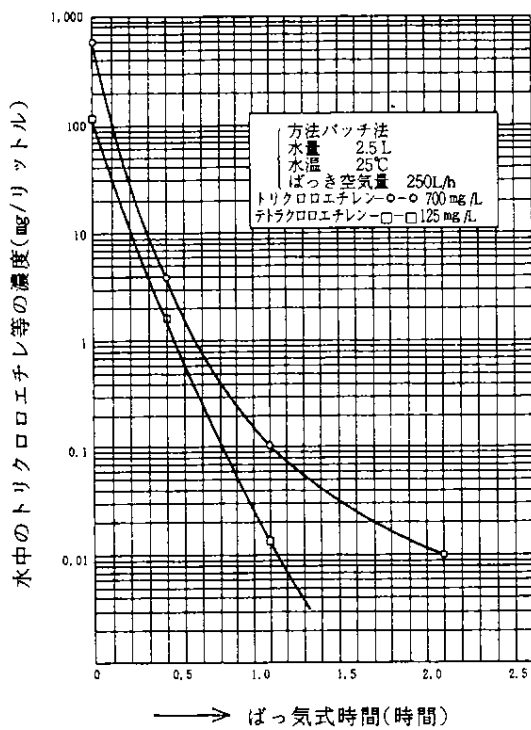
# 連続ばっ気式排水処理装置の一例



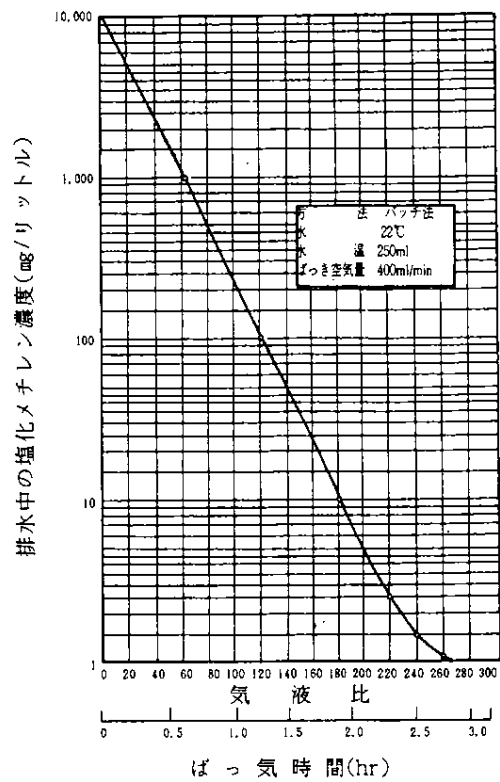
## (実施例 1)

ばっ気による排水中のトリクロロエチレン等及び塩化メチレンの除去効果の例を図示。

ばっ気による排水中トリクロロエチレン等の除去効果例



ばっ気による排水中の塩化メチレンの除去効果の例



塩化メチレンの場合は、水への溶解度（20℃で 1.98 g/100 g 水）が他の塩素系溶剤に比べて著しく高いため、常温ばっ気では排水基準 0.2mg/リットル以下を確保することは容易ではない。その対策としてばっ気時間を相当長くしたり、ばっ気処理温度を約 50℃以上にすると効果的である。

（実施例 2）

塩化メチレンの連続式ばっ気による実施例を以下に示す。

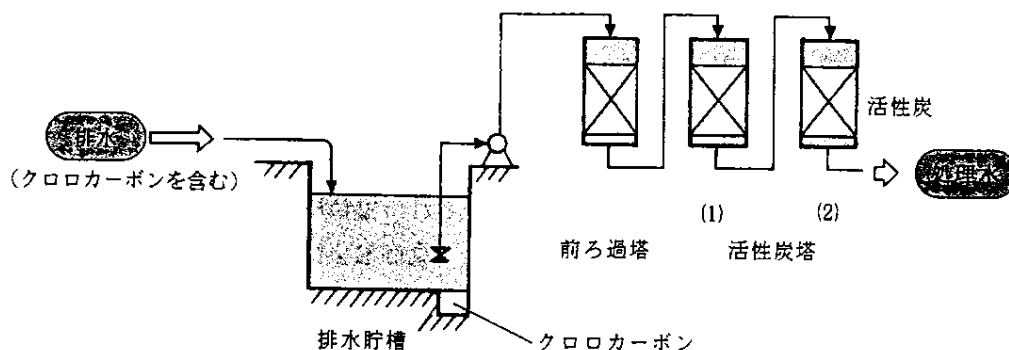
塩化メチレン濃度 1.1%の排水を 50～80℃に加温し、長時間連続ばっ気式で処理したところ 0.002mg/リットルとなった。

- （2）排水中に過飽和の塩素系溶剤が含まれている場合には、ばっ気効果が得られないため、排水から分離した塩素系溶剤はばっ気槽に入る前に完全に除去しておく。通常、排水は水分離器を経てばっ気排水処理装置に入るが、過飽和の塩素系溶剤をより確実に除去するために、連続式ばっ気式排水処理装置の一例に示したように 2 次水分離器を設けることが望ましい。

（2）活性炭吸着式処理装置は、活性炭の吸着効果を適正に保持するため、塩素系溶剤を吸着する活性炭が飽和状態になる前に、適切な間隔で交換又は再生を行う。なお、活性炭吸着処理装置では、高濃度の排水に対しては処理能力が低いことに注意する。

- （1）活性炭吸着式処理装置の例を次に示す。吸着装置は活性炭の効果的な利用と処理の確実性を考慮して、活性炭吸着槽（塔）は 2 槽直列に接続して通水し、1 段目の活性炭の吸着能力がなくなったとき 1 段目の活性炭を更新し、配管を切替えて 2 段目の活性炭を 1 段目に使用し、新しい活性炭は 2 段目に使用する。活性炭は種類によって 2～3 倍も吸着性能に差があるので、微小孔が多く、塩素系溶剤の除去に適した活性炭を選定することが重要である。

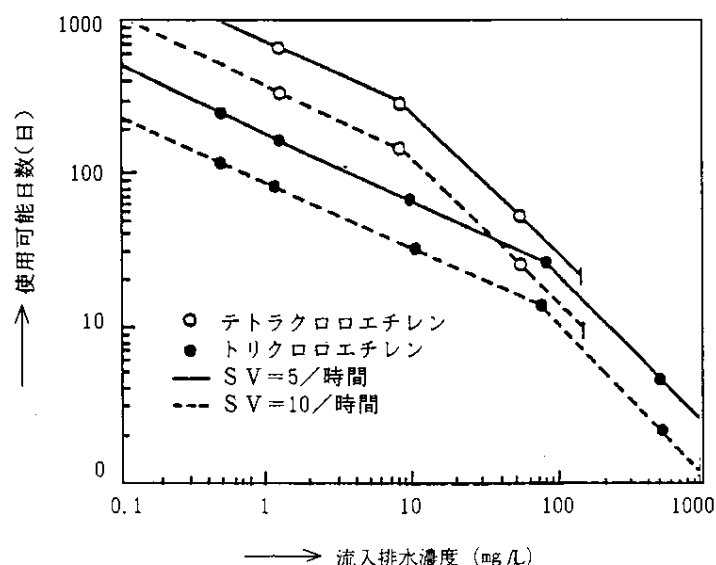
活性炭吸着式排水処理装置の一例



- (2) 吸着能力がなくなった1段目の飽和活性炭は、特別管理産業廃棄物等として専門の特別管理産業廃棄物処理業者等に処分を委託する。
- (3) 活性炭吸着法は活性炭の吸着能力に限界があるので、装置の実用的な使用条件として、塩素系溶剤の濃度が比較的低い排水を処理対象として適用することが望ましい。浦野\*による“排水濃度と粒状活性炭使用可能日数の関係”を示す。この図からトリクロロエチレン等含有排水を活性炭吸着法で処理した場合、排水基準（トリクロロエチレン 0.3mg/リットル、テトラクロロエチレン 0.1mg/リットル）以下に処理できる活性炭飽和までの使用可能日数が流入排水濃度から推定できる。例えば、トリクロロエチレン濃度 500mg/リットルの排水を活性炭吸着装置に SV=5/時間で通水処理した場合の活性炭飽和までの通水可能日数は4～5日である。また濃度 10mg/リットルの排水では通水可能日数は約 80 日であり、濃度 1mg/リットルの排水では、約 200 日以上の通水可能日数になる。

排水濃度と粒状活性炭仕様可能日数の関係

(処理後の排水濃度：トリクロロエチレン 0.3mg/L 又はテトラクロロエチレン 0.1mg/L とした場合)



このように活性炭吸着法は、低濃度排水の処理を対象にした場合、比較的に長い日数の通水処理が可能であり、経済的にも、実際の排水処理装置の管理上からも有効な方法といえる。

(注) \*浦野紘平、水質汚濁研究、18(5)、269～273(1985)

(3) 排水中の塩素系溶剤の濃度測定は、自社又は適切な測定能力をもった外部の業者等に委託する。また、排水中に含まれる塩素系溶剤の濃度を適切に管理するため、必要かつ十分な間隔で実施する。

(4) 測定の結果、高濃度の塩素系溶剤が検出された場合には、塩素系溶剤を取り扱う施設、使用装置、蒸留装置及び作業の管理状態について見直しを行い、塩素系溶剤の排水中への漏出を適切に防止する。

排水中に含まれる塩素系溶剤の濃度が排水基準を超えた場合には、直ちに施設、設備、場所及び作業方法等について点検を行い、目視点検で判明しないときには、排水の各系統について、排水中の塩素系溶剤の濃度を分析して漏出原因を究明する。漏出原因が判明したら速やかに漏出防止のために適切な処置を行う。

## 5. 2. 使用済み塩素系溶剤の再生利用及び回収再利用

### 5. 2. 1. 再生利用

#### 1. 再生蒸留作業について

使用済みの塩素系溶剤を含む廃液等はできる限り再生に努め、蒸留（バッチ式又は連続式）により再生を行い、次のことに留意する。

1. 使用済みの塩素系溶剤を含む廃液等の汚染物は、これらから塩素系溶剤が漏出・飛散しないように注意して取り扱う。

2. 使用済みの塩素系溶剤等を含む廃液等の汚染物は、分別し、ドラム缶のような密閉できる容器に入れて、適切に貯蔵し、できる限り速やかに再生処理する。

3. 蒸留装置は、本体、配管の継目等について始業点検を行う。作業中にも随時点検を行う。

- ① 装置、配管等が汚れていると液の漏出がわかりにくいので、装置、配管等の表面は常に清浄に保つ。
- ② 長期間停止後に運転する場合は、始業点検を特に念入りに行う。
- ③ 蒸留装置が室内に設置されている場合、装置の排気口の先端は、屋根から 1.5m 以上の高さとするか、または活性炭吸着装置につなぐ。

4. 蒸留は次のことに留意しつつ、できる限り効率よく行う。

- (1) 蒸留装置に仕込む使用済みの塩素系溶剤の量は、蒸留装置ごとに規定された量以下とし、適正に保つ。

塩素系溶剤を蒸留装置に注入するときは、塩素系溶剤を飛散又は流出させないように、装置内の液量が規定量を超えないように、また、注入口からあふれることが

ないように液面に注意する。

- (2) 使用済みの塩素系溶剤の突沸及び分解を防ぐために、蒸留温度は適正な範囲に維持して蒸留を行う。

塩素系溶剤の蒸留温度（常圧蒸留の場合）は熱源に電気ヒーターを使用する場合には、サーモスタットの作動を適切に保ち、また熱源に蒸気を使用する場合には、蒸気圧力を適正に保ち、次の蒸留温度範囲に保持する。

塩化メチレン	45～50℃
トリクロロエチレン	100～110℃
テトラクロロエチレン	130～140℃

- (3) 冷却水量を十分に保ち、水温を適正に保持する。

- ① 蒸留装置の使用に当り、まず冷却水を通すが、冷却水が通っていることを目視で確認する。更に、冷却水系統に断水リレーを設置し、電気ヒーターは蒸気と連動させ冷却水が通っていないときは加熱できないようにする。
- ② 停電等異常時の対策として、冷却水を確保する等の配慮をする。

- (4) 水分離器の管の詰まり及び水抜きに注意する。

水分離器により分離された水は「5. 1. 4 塩素系溶剤の排水の処理及び管理」に従って適切に処理する。

## 2. 使用済み塩素系溶剤を含む廃液等の回収装置について

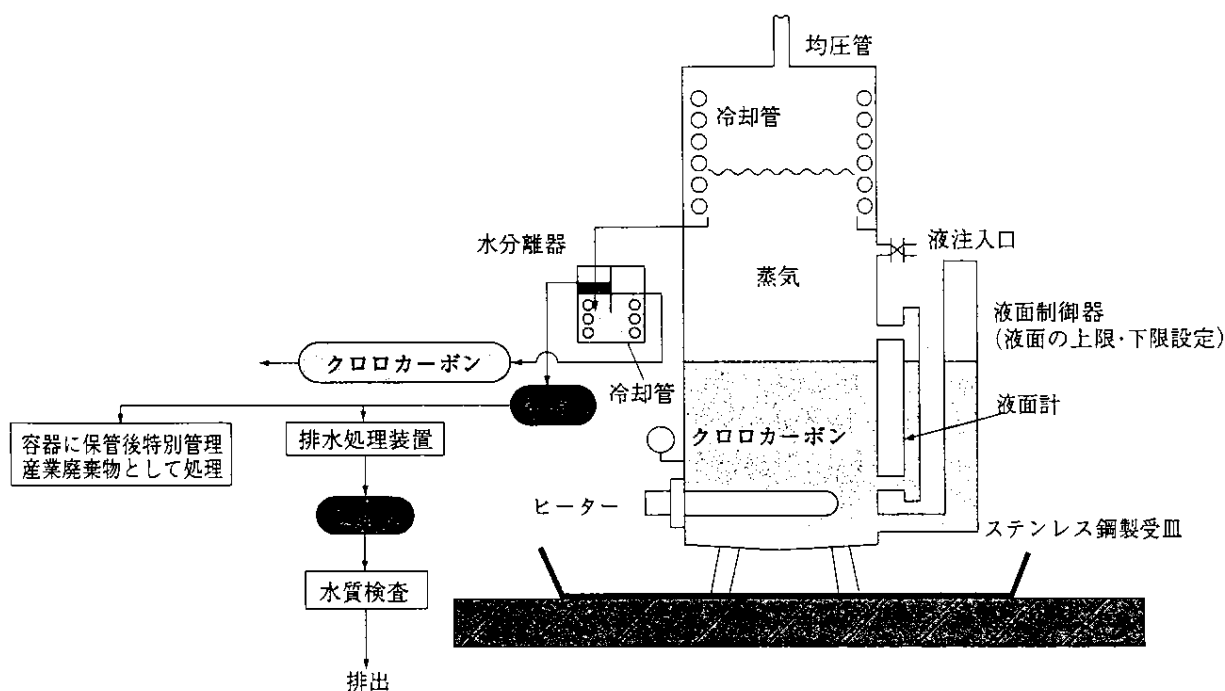
使用済みの塩素系溶剤を含む廃液等の汚染物は、回収装置を用いて回収し、再利用する。

回収装置としては、一般的に次に示すような蒸留又は空気吹き込み方式の装置がある。

### ① 蒸留回収装置

一般的には、次の図に示すような装置で回収する。

## 蒸留回収装置の例

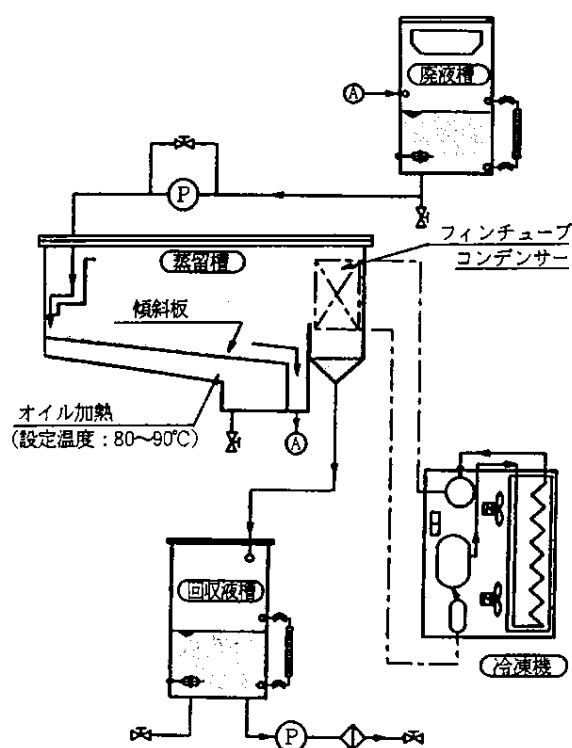


### ② 流下式蒸留回収装置（塩化メチレンの例）

#### 装置の概要

- (i) 塩化メチレン廃液を加熱部に流下させて蒸発させ、溶剤を回収する装置（バッチ式）である。
- (ii) 塩化メチレン廃液を蒸留層に少量づつ連続的に供給する。図に示すように邪魔板が取り付けられている傾斜板上を廃液が蛇行しながら流れる間に、80～90℃の熱媒体で加熱されることにより塩化メチレンが蒸発する。
- (iii) チラーユニットの冷媒で直接冷却・凝縮された溶剤は回収液槽に回収・貯蔵される。回収された塩化メチレンの純度は

#### 流下式蒸留回収装置（塩化メチレンの例）



99%以上となる。

#### 塩化メチレン廃液の実施例

濃度	80 %
量	150 kg
処理時間	8 時間
回収塩化メチレン純度	99 %
廃油量	31 kg

#### ③ 空気吸込式回収装置（塩化メチレンの例）

塩化メチレンを含んだ廃液に、常温でキャリアガスの空気を微細気泡にして吹き込み、塩化メチレンを気化させて、これを液化・回収する。

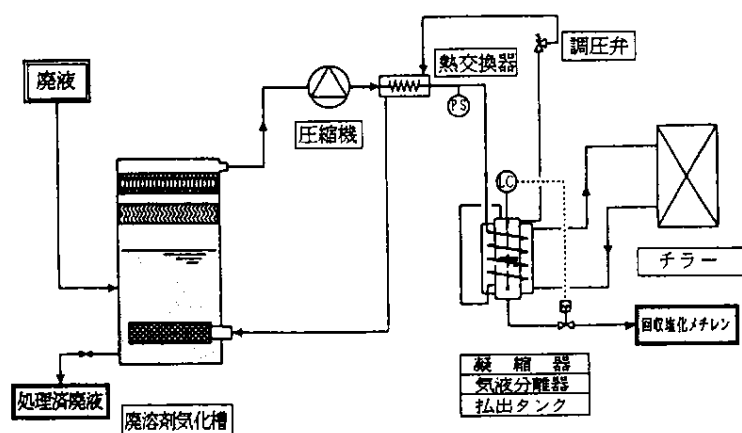
##### 装置の概要

- (i) 廃溶剤気化槽へ空気を吹き込み、塩化メチレンを気化させる。
- (ii) この排ガスを圧縮機にて0.4メガパス（ゲージ圧）まで圧縮する。
- (iii) 圧縮ガスはチラー水で10℃程度まで冷却され、凝縮液は回収溶剤となる。
- (iv) 排ガスは調圧弁より排出され、大気圧に戻されたガスは廃溶剤気化槽の吹き込みガスとして循環使用される。
- (v) 廃溶剤気化槽には廃油が残る。

##### 装置の特徴

- (i) 洗浄廃液に含まれた塩化メチレンを常温で新液並みの溶剤として回収できる。
- (ii) 廃液中の塩化メチレンを95%以上回収できる。
- (iii) 処理後の廃液量を1/5～1/20に減らすことができる。

#### 空気吸込式回収装置（塩化メチレンの例）



#### (3) 再生液の品質について

塩素系溶剤を含む廃液等の蒸留により回収した再生液は、水分、安定性（pH又は酸分）等に留意して再利用する。水分、安定性等の測定方法については、塩素系溶剤



メーカーの指示に従う。

(4) 蒸留装置の清掃について

「4. 6. 装置の洗浄」参照。

5. 2. 2. 回収再利用

蒸発した塩素系溶剤及び水と混合した塩素系溶剤等は、その濃度及び量に応じて適切な構造および処理能力を有する活性炭吸着装置、水分離器等によりできる限り回収し再利用する。下記の点に留意する。

- (1) 活性炭吸着装置は、活性炭の吸着効果を適正に保持するため、活性炭が飽和状態になる前に、適切な間隔で再生を行う。
- (2) 吸着を停止した活性炭に水蒸気を送り込んで塩素系溶剤等を脱着する際には、使用する水分離器の詰まり及び水抜きに注意する。

蒸発した塩素系溶剤及び水と混合した塩素系溶剤等は、できる限り回収に努め、環境汚染を引き起こさないように十分に注意する。

## 参考資料

### 参考資料 1. 塩素系溶剤の性状

#### 1. 1 一般的性状

塩素系溶剤は、いずれも無色透明で、水よりも重い、特有のにおいを有する液体である。

この塩素系溶剤が、洗浄用途を中心に、広い範囲の産業分野で使用されているのは、次に示すようなすぐれた特徴を有しているためである。

- ① 不燃性で、引火・爆発の危険がない（ただし、通常の使用条件において）。
- ② 脱脂力が大きく、有機物質をよく溶解する。
- ③ 粘度・表面張力が小さく、そのため浸透力が大きい。
- ④ 塩素系溶剤を含む廃液は、容易に蒸留回収・再利用できる。
- ⑤ 蒸気密度が大きい。
- ⑥ 水との相互溶解度が小さい。

塩素系溶剤は、一般的に通常の有機溶剤とは相互によく溶け合い、油脂類、グリース等をよく溶解する。一方、一般的なプラスチック、ゴム等を溶解又は膨潤させるため取り扱いに注意を要する。

塩素系溶剤には通常、分解反応の抑制、分解により生ずる酸の中和及び金属の腐食防止を目的とした安定剤が添加されている。

塩素系溶剤の物性、許容濃度、安全性、発がんリスクの評価の分類を下表に示す。

塩素系溶剤の物性、許容濃度、安全性、発がん性リスクの評価の分類等

項 目		塩化メチル	塩化メチレン (ジクロロメタン)	クロロホルム	四塩化炭素
特 定	官報告示整理番号 (化審法)	(2)-35	(2)-36	(2)-37	(2)-38
	CAS番号	74-87-3	75-09-2	67-66-3	56-23-5
	国連番号	1063	1593	1888	1846
	化学式	CH <sub>3</sub> Cl	CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	CHCl <sub>3</sub>	CCl <sub>4</sub>
物 性	分子量	50.49	84.94	119.38	153.84
	沸点[101.3kPa (760mmHg)] (°C)	-24.2	40.2	61.2	76.8
	融点 (°C)	-97.7	-94.9 (凝固点)	-63.5 (凝固点)	-23 (凝固点)
	比重	0.920	1.327	1.489	1.595
	蒸気 (空気=1)	(25°C) 1.784	2.93	4.12	5.32
	蒸気密度(沸点、101.3kPa(1atm))[(g/リットル)]	(0°C、101.3kPa)2.3045	3.30	(0°C、101.3kPa) 4.36	5.36
	蒸気圧 (20°C) [kPa (mmHg)]	489 (3,670)	46.50 (349)	21.28 (159.6)	11.95 (89.6)
	粘度 (20°C) [mPa・s (cP)]	(0°C、液)0.298 (0.298)	0.425 (0.425)	0.596 (0.596)	0.9785 (0.9785)
	表面張力 (20°C) [(mN/m (dyn/cm))]	16.2 (16.2)	27.89 (27.89)	27.14 (27.14)	26.77 (26.77)
	比熱 (20°C) [kJ/(kg・deg)(cal/g・deg)]	1.60 (0.382)	1.16 (0.276)	0.98 (0.234)	0.87 (0.207)
	蒸発熱 (沸点) [kJ/kg (cal/g)]	428.7 (102.4)	329.4 (78.7)	247.0 (59.0)	194.7 (46.5)
	ヘンリー定数 (10°C)	-	0.0603	0.0740	0.6370
	溶解度	水に対する溶度 (25°C) (%) 0.48	1.98	(20°C) 0.815	(20°C) 0.08
	溶剤に対する溶度 (25°C) (%)	0.0724	0.170	(22°C) 0.0805	(20°C) 0.013
	溶剤と水との共沸	共沸点 (°C) -	38.1	56.1	66.8
性	組成 (溶剤%)	-	98.5	97.2	95.9
	発火点 (°C)	632	662	なし	>1,000
	引火点 (タグ密閉式) (°C)	0°C以下 (開放式)	なし	なし	なし
	爆発範囲	空気中 (vol%) 8.1~17.4	14~22	-	-
	酸素中 (vol%)	-	15.5~66.9	-	-
	カウリプタノール値 (KB値)	-	136	208	114
	換算係数 (20°C)	mg/m <sup>3</sup> →ppm (ml/m <sup>3</sup> ) ppm (ml/m <sup>3</sup> )→mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup> =0.47ppm 1ppm=2.10mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup> =0.28ppm 1ppm=3.53mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup> =0.16ppm 1ppm=6.40mg/m <sup>3</sup>
	管理濃度 (労働省)	(ppm) -	100	10	5
	日本産業衛生学会 (2000)	許容濃度 (ppm) 50 (1984) (mg/m <sup>3</sup> ) 100	50;最大許容100 (1999) 170; 340 (皮膚)	10 (1991) 49	5 (1991) (皮膚) 31
	ACGIH TLV(1999)	TWA (8時間) (ppm) 50 (1996) (mg/m <sup>3</sup> ) (皮膚)103	50 (1996) 174	10 (1996) 49	5 (1996) (皮膚) 31
職 業 暴 露 限 度	OSHA PEL(1993) (許容暴露限度)	TWA (ppm) 100 (mg/m <sup>3</sup> ) 205	25 -	- -	10 -
	NIOSH REL(1994) (勧告暴露限度)	TWA (ppm) - (mg/m <sup>3</sup> ) -	- -	- -	- -
	DFG MAK(1999) (最高許容濃度)	TWA (ppm) 50 (mg/m <sup>3</sup> ) 100 ピーク (カテゴリー)*	100 350 Ⅱ, 1	0.5 2.5 Ⅱ, 1	10 64 Ⅱ, 1
	急性毒性	LC <sub>50</sub> (半数致死濃度) (吸入) ラット5,300ppm (4h) マウス2,200ppm (6h)	マウス14,400ppm (7h)	ラット47,702mg/m <sup>3</sup> (4h)	ラット8,000ppm (4h) マウス9,526ppm (3h)
	LD <sub>50</sub> (半数致死濃度) (吸入)	ラット1,800mg/kg	ラット1,600mg/kg	ラット908mg/kg マウス36mg/kg	ラット2,350mg/kg マウス8,263mg/kg
	LC <sub>50</sub> (48時間半数致死濃度)(ヒメダカ)	-	331mg/リットル	117mg/リットル	45mg/リットル
	生分解性 (生物化学的酸素要求量 (BOD)) (%)	0~1	5~26	0	0
	濃縮性 (コイ) (倍)	-	40以下	13以下	11以下
	日本産業衛生学会 (2000)	-	第2群B	第2群B	第2群B
	IARC (国際がん研究機関) (1999)	-	-	-	-
発 がん 性 リ ス ク	化学物質	グループ3	グループ2B	グループ2B	グループ2B
	ドライクリーニングにおける職業暴露	-	-	-	-
	EPA (米環境保護庁) (1999)	-	グループB2	グループB2	グループB2
	NIP (米国家毒性プログラム) (1999)	-	b	b	b
	ACGIH (米産業衛生専門家会議) (1999)	A4 (1996)	A3 (1996)	A3 (1996)	A2 (1996)
	EU (欧州連合) (1999)	カテゴリー 3	カテゴリー 3	カテゴリー 3	カテゴリー 3
	DFG (ドイツ研究協会) (1997)	B	B	B	B
大 気	大気中の寿命 (年)	-	0.41	0.55	42
	オゾン破壊係数 (ODP)(CFC-11=1)	0.02	0.007	-	1.1
	ハロカーボン地球温暖化係数(HGWP)(CFC-11=1)	-	0.002	0.001	0.35
	オゾン生成係数 (OCP) (エチレン=1)	-	0.031	-	-

項 目		トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン	1,1,1-トリクロロエタン
特 定	官報告示整理番号（化審法）	(2)-105	(2)-114	(2)-55
	CAS番号	79-01-6	127-18-4	71-55-6
	国連番号	1710	1897	2831
物 性	化学式	$\text{CHCl}=\text{CCl}_2$	$\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$	$\text{CH}_2\text{CCl}_3$
	分子量	131.39	165.85	133.41
	沸点[101.3kPa (760mmHg)] (°C)	87.2	121.2	74.1
	融点 (°C)	-86.4 (凝固点)	-22.35 (凝固点)	-30.4 (凝固点)
	比重	液体 (20/4 °C)	1.465	1.623
		蒸気 (空気=1)	4.54	5.83
	蒸気密度[沸点、101.3kPa(1atm)][(g/リットル)]	4.45	5.13	4.69
	蒸気圧 (20°C) [kPa (mmHg)]	7.733 (58)	2.133 (16)	1.333 (100)
	粘度 (20°C) [mPa·s (cP)]	0.566 (0.566)	0.880 (0.880)	0.744 (0.744)
	表面張力 (20°C) [(mN/m (dyn/cm))]	29.5 (29.5)	32.32 (32.32)	25.56 (25.56)
	比熱 (20°C) [kJ/(kg·deg)(cal/g·deg)]	0.933 (0.223)	0.858 (0.205)	1.067 (0.255)
	蒸発熱 (沸点) [kJ/kg (cal/g)]	239.4 (57.2)	209.3 (50.0)	241.5 (57.7)
	ヘンリー定数 (10°C)	0.2315	0.3641	0.4153
	溶解度	水に対する溶度 (25°C) (%)	0.137	0.015
		溶剤に対する溶解度 (25°C) (%)	0.032	0.0105
	溶剤と水との共沸	共沸点 (°C)	73.6	87.7
		組成 (溶剤%)	94.6	84.2
	発火点 (°C)	425 (空气中) 396 (酸素中)	なし	537
	引火点 (タグ密閉式) (°C)	なし	なし	なし
職 業 暴 露 限 度	爆発範囲	空气中 (vol%)	9.3~44.8 (80±3 °C)	10~15.5 (加熱線で着火)
		酸素中 (vol%)	8.0 (80±3 °C) ~79.0 (90±3 °C)	10.8 (30±3 °C) ~54.5 (110±3 °C)
	カウリブタノール値 (KB値)	130	90	124
	換算係数 (20°C)	mg/m³→ppm (ml/m³)	1mg/m³=0.18ppm	1mg/m³=0.18ppm
		ppm (ml/m³)→mg/m³	1ppm=5.46mg/m³	1ppm=5.55mg/m³
	管理濃度 (労働省) (ppm)	50	50	200
	日本産業衛生学会 (2000)	許容濃度 (ppm) (mg/m³)	25 (1997) 135	検討中 (1992) (皮膚) 200 (1974) 1,100
		TWA (8時間) (ppm) (mg/m³)	50 (1993) 269	25 (1993) 170 350 (1996) 1,910
	ACGIH TLV(1999)	STEL (15分) (ppm) (mg/m³)	100 (1993) 537	100 (1993) 685 450 (1996) 2,460
		TWA (ppm) (mg/m³)	100 -	100 - 350 1,900
安 全 性	急性毒性	L C <sub>50</sub> (半数致死濃度) (吸入)	マウス8,450ppm (4hr)	ラット34,200mg/m³(8h) マウス5,200ppm (4h)
		L D <sub>50</sub> (半数致死濃度) (吸入)	ラット5,560mg/kg マウス2,402mg/kg	ラット2,629mg/kg マウス8,100mg/kg
		L C <sub>50</sub> (48時間半数致死濃度)(ヒメダカ)	59mg/リットル	32mg/リットル
	生分解性 [生物化学的酸素要求量 (BOD)] (%)	2.4	1	0
	濃縮性 (コイ) (倍)	17以下	77.1以下	4.9以下
	日本産業衛生学会 (2000)	第2群B	第2群B	-
	IARC (国際がん研究機関) (1999)	グループ2A	グループ2A	グループ3
	化学物質	-	グループ2B	-
	ドラククリーニンにおける職業暴露	-	-	グループD
	EPA (米国環境保護庁) (1999)	-	-	-
発 がん 性 リ ス ク	NIP (米国国家毒性プログラム) (1999)	b	b	-
	ACGIH (米国産業衛生専門家会議) (1999)	A5 (1993)	A3 (1993)	A4 (1996)
	EU (欧州連合) (1999)	カテゴリー3	カテゴリー3	-
	DFG (ドイツ研究協会) (1997)	A1	B	-
	大気中の寿命 (年)	0.018	0.36	5.4
	オゾン破壊係数 (ODP)(CFC-11=1)	0.005	0.005	0.1
	ハロカーボン地球温暖化係数(HGWP)(CFC-11=1)	<0.001	0.002	0.025
	オゾン生成係数 (OCP) (エチレン=1)	-	-	-

(注)

(1) 物性；(社)日本化学会編、化学防災指針集成、丸善(1996)；

クロロカーボン衛生協会、クロロカーボン適正使用ハンドブック(2000)等による。

(2) 職業暴露限度

許 容 濃 度：労働者が有害物質に暴露される場合に、空気中の濃度がこの数値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪い影響がみられないと判断される濃度

TLV・TWA：時間荷重平均濃度[1日8時間、1週40時間の正規の労働時間中の時間荷重平均濃度(Threshold Limit Value・Time Weighted Average Concentration)]

1 労働日中の暴露が TLV・TWA を超えず、またごく短時間といえども TLV・TWA の 5 倍を超えないという条件で、1 労働につき合計 30 分以内に限り TLV・TWA の 5 倍まで超過が許される。

TLV・STEL：短時間暴露限度[一日の平均暴露が TLV・TWA を超えないことを条件として、短時継続的に暴露されても 1) 耐えられない刺激、2) 慢性的又は非可逆的な生体組織の損傷、3) 麻酔作用による障害事故の発生の危険増加、自制心の喪失、または著しい作業能率の低下の起こらない濃度の限界(Threshold Limit Value・Short Term Exposure Limit)]

A C G I H：米国産業衛生専門家会議(American Conference of Governmental Industrial Hygienist)

O S H A：米国労働省 労働安全衛生局(Occupational Safety Health Administration)

N I O S H：米国健康福祉省 国立労働安全衛生所(National Institute for Occupational Safety and Health)

D F G：ドイツ研究審議会(Deutsche Forschungs Gemeinschaft)

最大許容作業濃度(MAK)ピーク暴露限度

カテゴリー	短時間暴露レベル		頻度／シフト
	期 間	ピ ーク	
Ⅱ 全身影響を有する物質 影響の発現 2時間以内のもの			
Ⅱ、1：半減期が2時間以内の場合	30分間平均値	MAKの2倍	4回
Ⅱ、2：半減期が2時間～シフト時間の 場合	30分間平均値	MAKの5倍	2回

(注) 半減期：濃度が初期の値の 1/2 になる時間

(皮膚)：経皮的に侵入し、全身的影響を起こしうる物質

(3) 安全性〔通商産業省基礎産業局化学品安全課監修、(財) 化学品検査協会編集、化審法の既存化学物質安全性点検データ集、(社) 日本化学物質安全・情報センター発行(1992)〕

生分解性：活性汚泥を調整して、化学物質と混合し、一定条件で培養後、化学物質の生物化学的酸素要求量(BOD)を計算する。一般に60%異常であれば、易分解性といわれている。

濃縮性：コイを最大20尾入れた水槽に、一定量、一定温度で化学物質を溶かした液を最長2ヵ月連続供給し、化学物質の水中の濃度(2水準)に対する魚体中の濃度の倍率を調べる。ちなみに、PCBは最大22000倍。

急性毒性：化学物質の濃度を数種変えた水槽に、10尾のヒメダカを入れ、48時間後の半数致死濃度(LC50)を算出する。海洋汚染防止法では、これを5段階に分類している。1未満：高度に有害；10未満：かなり有害；100未満：若干有害；1000未満：ほとんど無害；1000以上：無害

(4) ヒトに対する発がん性リスクの評価の分類

日本産業衛生学会

第1群：人間に対して発がん性のある物質

第2群A：人間に対しておそらく発がん性のあると考えられる物質で、証拠がより十分な物質

第2群B：人間に対しておそらく発がん性のあると考えられる物質で、証拠が比較的十分でない物質

IARC (国際ガン研究機関)

グループ1：ヒトに対して発がん性である物質(carcinogenic to humans)

グループ2A:ヒトに対しておそらく発がん性である物質(probably carcinogenic to humans)

グループ2B:ヒトに対して発がん性がある可能性がある物質(possibly carcinogenic to humans)

グループ3：ヒトに対する発がん性については分類できない物質(not classifiable as to its carcinogenicity to humans)

グループ4：ヒトに対しておそらく発がん性がない物質(not carcinogenic to humans)

US EPA(米環境庁)

グループA：ヒト発がん性物質

グループB1：恐らくヒト発がん物質で、疫学的研究から、限定されたヒトへの影

#### 響を示す物質

グループ C : ヒト発がん性があるかもしれない物質

グループ D : ヒト発がん性に関して分類できない物質

グループ E : ヒトに対して発がん性がないという証拠がある物質

#### NTP (米 国家毒性プログラム)

K : ヒトに対して発がん性が確認された物質

R : 合理的に発がん性があることが予想される物質

#### ACGIH (米国産業衛生専門家会議)

A 1 : ヒトに対して発がん性が確認された物質

A 2 : ヒトに対して発がん性が疑われる物質

A 3 : 動物発がん性物質

A 4 : 発がん性物質として分類できない物質

A 5 : ヒトに対して発がん性として疑えない物質

#### EU (欧州連合)

カテゴリー 1 : ヒトに対して発がん性であることが知られている物質

カテゴリー 2 : ヒトに対して発がん性であるようにみなされるべき物質

カテゴリー 3 : 発がん影響を及ぼす可能性があるためヒトに対して懸念を引き起こすが、利用可能な情報がそれについて満足なアセスメントを行うために適切でない物質

#### DFG (ドイツ研究審議会)

カテゴリー 1 : ヒトにがんを引き起こし、発がんリスクの有意な増大をもたらすと推測できる物質

カテゴリー 2 : ヒトに発がん性をもつと考えられる物質

カテゴリー 3 : ヒトに発がん性があると懸念されるが、データが不十分なために最終評価ができない物質

3 A : カテゴリー 4 または 5 への分類の基準を満たしているが、MAK 値の確立のためのデータベースが不十分な物質

3 B : *in vitro* 試験または動物試験から得た発がん作用の証拠が、他のカテゴリーのいずれかに分類するには十分でない物質。

カテゴリー 4 : 遺伝毒性がないかまたは遺伝性毒性がごく僅かな役割をはたすにすぎない発がん物質

カテゴリー 5 : 発がん作用と遺伝子毒性作用を持つが、その効力が非常に小さいと考えられるため、MRK 値と BAT 値が遵守されるならばヒト発がんリスクの優位な増加をもたらさないと予想される物質

(注) (社) 日本化学物質安全・情報センター、発がん性物質の分類とその基準

—発がん性評価物質一覧表— (第 5 版) (2002)

#### (5) オゾン生成係数 (Ozone Creation Potential ; OCP)

下部大気圏において揮発性有機化合物は分解により対流圏オゾンを生成して光化学スモッグを促進する。OCP は、この影響の寄与の尺度（エチレン=1.0）である。ECSA（欧州塩素系溶剤協会）、SOLVENTS DIGEST, April2000 による。

（６）\*:NOAA/NASA/UNEP/WMO,Scientific Assessment of Ozone Depletion:1994(1995);

H. Siedebottom et al.,Pure&Appl.Chem.,68(9):1757~1769(1996);

WMO,Scientific Assessment of Ozone Depletion:1998 等による。

## 1. 2 有害性

塩素系溶剤の暴露にともなう主な健康障害・症状及びその他の有害性情報を下表に示す。

塩素系溶剤の暴露にともなう主な健康障害・症状

	塩化メチレン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン
体内への侵入	吸入や経口摂取により、あるいは経皮的に体内に吸収される。	吸入や経口摂取により、あるいは経皮的に体内に吸収される。	吸入や経口摂取により、あるいは経皮的に体内に吸収される。
暴露に伴う症状	急性の高濃度暴露では、中枢神経系への抑制作用が強く、麻酔作用のために意識を失い、死亡に至ることもある。 長期的、また反復して暴露した場合は、肝臓障害皮膚炎を起こす。 飲み込むと化学性肺炎があり得る。 アルコール飲料により有害作用が増大する。 体内代謝により血液中の酸素輸送機能を減少させる。	急性の高濃度暴露では、中枢神経系への抑制作用が強く、麻酔作用のために意識を失い、死亡に至ることもある。 長期的、また反復して暴露した場合は、肝臓障害皮膚炎を起こす。 飲み込むと化学性肺炎があり得る。 アルコール飲料により有害作用が増大する。 長期反復暴露で、腎臓への影響があるとされている。	急性の高濃度暴露では、中枢神経系への抑制作用が強く、麻酔作用のために意識を失い、死亡に至ることもある。 長期的、また反復して暴露した場合は、肝臓障害皮膚炎を起こす。 飲み込むと化学性肺炎があり得る。 アルコール飲料により有害作用が増大する。
代謝	塩化メチレンの吸入により血液中に一酸化炭素ヘモグロビンを生じることから、吸収された塩化メチレンの一部は、一酸化炭素	吸収された溶剤は代謝されて、尿中に主としてトリクロロエタノールとそのグルクロン酸抱合体（ウロクロラール酸）及びトリク	吸収された溶剤は代謝されて、尿中にトリクロロエタノール、ウロクロラノール酸、トリクロロ酢酸として排出される。



	となると考えられている。	ロクロ酢酸として、ごく一部はモノクロロ酢酸として排出される。	(テトラクロロエチレンはトリクロロエチレンよりも代謝され難い。)
--	--------------	--------------------------------	----------------------------------

### 塩素系溶剤のその他の有害性情報

	塩化メチレン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン
皮膚に触れた場合	皮膚の脂質を溶解するため、わずかに刺激がある。長時間又は繰り返し接触すると痛みを感じ、発赤、水泡や薬傷に至る。	繰り返し又は長時間皮膚に接触させると、脱脂作用により皮膚炎を起こす。この場合、皮膚は荒れて赤くなり乾燥する。灼熱痛を伴い、まれに水泡を生じる。	液に皮膚を接触しても軽度の刺激のみであるが、繰り返し又は長時間皮膚に接触すると皮膚脂肪が除去されるので、皮膚炎を起こすことがある。
眼に入った場合	中程度の刺激があり、一時的に損傷を起こすことがある。	流涙、灼熱痛を伴い、炎症を起こす。	流涙、灼熱痛を伴い、炎症を起こす。
飲み込んだ場合	胃腸を刺激し、吐き気、嘔吐、下痢を引き起こす。症状が重い場合は昏睡状態や意識不明となる。	下痢を引き起こし、めまい、し眠、頭痛、脱力感、意識喪失等の症状が現れる。	初期症状として悪心、嘔吐、血便を伴う下痢などの胃腸管刺激症状が現れる。
変異原性	サルモネラ菌で陽性、陰性どちらのデータもある。	サルモネラ菌で陰性。染色体異常試験でも陰性。	サルモネラ菌とラット細胞で弱い陽性を示す。
生殖毒性及び催奇形性	ラットの二世代の長期暴露試験では、母動物の体重減以外に大きな変化無し。	生殖毒性は雌雄の試験で異常なし。催奇形性は吸入試験で陰性。	マウス、ラット、ウサギでは有意な影響を示さず。

※化学物質ファクトシート（環境省）の URL：

<http://www.env.go.jp/chemi/prtr/5/5index.html>（資料）

## 参考資料 2. 関係法令

### 塩素系溶剤に適用される主な関係法令等

関係法令等	塩化メチレン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン
労働安全衛生法 ・有機溶剤作業主任者の選任・名称等 を表示すべき有害物・作業環境測定・ 健康診断等 ・化学物質等安全データシート (MSDS) の公布・法令等の周知等 ・有機溶剤中毒予防規則 ・作業環境評価基準(管理濃度) (平成17年4月1日から適用) ・シクロタンによる健康障害を防止する ための指針 ・テトラクロロエチレンによる健康障害を防止す るための指針 ・変異原性が認められた化学物質によ る健康障害を防止するための指針 ・労働安全衛生マネジメントシステムに関する指 針	適用  適用  第2種有機溶剤 50ppm  —  —  適用  適用	適用  適用  第1種有機溶剤 25ppm  —  —  —  適用	適用  適用  第2種有機溶剤 50ppm  —  適用  —  適用
作業環境測定法 ・作業環境測定士による測定・評価・ 改善措置の実施	適用	適用	適用
化学物質の審査及び製造等の規則に関 する法律 ・官報告示整理番号 ・規則区分 ・環境汚染防止のための措置に関する 容器、包装等の表示 ・トリクロロエチレン又はクリーニン グ営業者以外の事業者に係るテトラ クロロエチレンの環境汚染防止措置 に関する技術上の指針	(2)-36 第2種特定化学物質 — —	(2)-105 第2種特定化学物質 適用 適用	(2)-114 第2種特定化学物質 適用 適用
特定化学物質の環境への排出量の把握 及び管理の改善に関する法律 ・第1種指定化学物質	該当	該当	該当

<ul style="list-style-type: none"> <li>・指定化学物質取扱事業者が講ずべき第1種指定化学物質等及び第2種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針（化学物質管理指針）</li> <li>・排出量の把握及び届出（PRTR）</li> <li>・化学物質等安全データシート（MSDS）の交付</li> </ul>	適用	適用	適用
<b>環境基本法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水質汚濁に係る環境基準 <ul style="list-style-type: none"> <li>人の健康の保護に関する環境基準（年間平均値）</li> <li>地下水の水質汚濁に関する環境基準（年間平均値）</li> </ul> </li> <li>・土壌の汚染に係る環境基準</li> <li>・大気汚染に係る環境基準（年間平均値）</li> </ul>	0.02mg/l 以下  0.02mg/l 以下  0.02mg/検液l 以下 0.15mg/m³以下	0.03mg/l 以下  0.03mg/l 以下  0.03mg/検液l 以下 0.02mg/m³以下	0.01mg/l 以下  0.01mg/l 以下  0.01mg/検液l 以下 0.2mg/m³以下
<b>水道法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水道水水質基準</li> </ul>	0.02mg/l 以下	0.03mg/l 以下	0.01mg/l 以下
<b>水質汚濁防止法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・排水基準（許容限度）</li> <li>・有害物質を含む地下浸透水の地下への浸透 <ul style="list-style-type: none"> <li>有害物質が検出されるとする濃度</li> </ul> </li> <li>・特定施設（洗浄、蒸留）の設置及び変更の届出</li> <li>・事故時の応急措置</li> <li>・地下水の水質の浄化に係る措置命令等</li> <li>浄化基準</li> </ul>	0.2mg/l 以下 禁止  0.002mg/l 適用  適用 適用  0.02mg/l	0.3mg/l 以下 禁止  0.002mg/l 適用  適用 適用  0.03mg/l	0.1mg/l 以下 禁止  0.0005mg/l 適用  適用 適用  0.01mg/l
<b>特定工場における公害防止組織の整備に関する法律</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・公害防止総括者の選任・公害防止管理者及び代理者の選任</li> </ul>	適用	適用	適用
<b>下水道法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・下水の排除の制限に係る水質の基準</li> </ul>	0.2mg/l 以下	0.3mg/l 以下	0.01mg/l 以下
<b>土壌汚染対策法</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>・有害物質</li> </ul>	該当	該当	該当

土壌・地下水汚染に係る調査・対策指針及び運用基準（環境庁水質保全局長通知）	適用	適用	適用
大気汚染防止法 ・指定物質	—	該当	該当
・指定物質排出施設及び指定物質抑制基準# 乾燥施設(送風機の能力 1,000m <sup>3</sup> /hr 以上のもの)	—	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>
混合施設（混合槽の容量 5 k l 以上のもの） （密閉式のものを除く）	—	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>
蒸留施設（密閉式のものを除く）	—	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 150mg/m <sup>3</sup>	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 150mg/m <sup>3</sup>
洗浄施設（空気に接する面の面積 3 m <sup>2</sup> 以上のもの）	—	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>	既設 500mg/m <sup>3</sup> 新設 300mg/m <sup>3</sup>
事業者による有害大気汚染物質の自主管理の促進について(1996.10.4 8 立 局第 529 号・8 基局第 763 号 通商産業省立地環境局・基礎産業局長通達) ・事業者による有害大気汚染物質の自主管理促進のための指針 対象物質	該当	該当	該当
廃棄物の処理及び清掃に関する法律 ・特別管理産業廃棄物 ・特別管理産業廃棄物管理責任者の設置 ・運搬又は処理処分の外部委託 ・産業廃棄物管理票（マニフェスト）の交付又は電子マニフェスト	該当 適用  特別管理産業廃棄物 処理業者 適用	該当 適用  特別管理産業廃棄物 処理業者 適用	該当 適用  特別管理産業廃棄物 処理業者 適用

注）#・指定物質排出抑制基準：指定物質排出施設の排出口（指定物質を指定物質排出施設から大気中に排出するために設けられた煙突その他の施設の開口部）から大気中に排出される排出ガスに含まれる指定物質の許容限度

- ・既設〔1997 年 4 月 1 日において現に設置されている指定物質排出施設（設置の工事がされているものを含む）〕
- ・新設（1997 年 4 月 1 日以降に設置される指定物質排出施設）

### 参考資料 3. 大気・水及び土壌の塩素系溶剤の分析方法

大気、水及び土壌中の塩素系溶剤濃度の測定は、基本的にはガスクロマトグラフ法が用いられるが、試料の捕集、前処理については、大気、水及び土壌にそれぞれ適した方法が用いられている。また、比較的高濃度の場合には、検知管等を用いる簡易な分析方法もある。

#### 3. 1 大気中の塩素系溶剤の分析方法

(注) \*有機塩素化合物対策検討会(環境庁大気保全局)、「有機塩素化合物による大気の汚染について」(1993 年 3 月)による。

##### 3. 1. 1 周辺環境濃度

事業場の周辺大気等比較的低濃度の分析には、次の方法が適している。なお、有害大気汚染物質の環境大気中の濃度の測定用として、次のマニュアルがある。

「有害大気汚染物質測定マニュアル」(環境庁大気保全局規制課(1997 年 2 月))

##### (1) 試料の捕集方法

- ① ポーラスポリマービーズ等を使用する方法(吸着-加熱脱着法)
- ② 活性炭等を利用する方法(吸着-溶媒抽出法)

##### (2) 分析方法

- ① 電子捕獲検出器(ECD)を用いたガスクロマトグラフ法
- ② ガスクロマトグラフ-質量分析法(GC-MS)

##### 3. 1. 2 設備の大気への排出口等における濃度

設備からの大気への排出口等比較的高濃度の高い場所の分析は、次の方法が適している。なお、有害大気汚染物質のうち指定化学物質等に指定されたトリクロロエチレン、テトラクロロエチレン等の排出ガス中の濃度の測定用として、次のマニュアルがある。

「排出ガス中の指定化学物質等の測定方法マニュアル」(環境庁大気保全局大気規制課(1997 年 4 月))

##### (1) 試料の捕集方法

- ① 真空瓶またはテドラーバッグにより捕集する方法
- ② 常温吸着による方法

##### (2) 分析方法

次のような検出器を用いたガスクロマトグラフ法で分析する。

- ① 水素イオン化検出器 (FID)
- ② 電子捕獲検出器 (ECD)
- ③ ガスクロマトグラフー質量分析方法 (GC-MS)

### (3) 簡易分析法

簡易な分析方法としては、次の方法があるが、いずれも数 10ppm 以上の比較的高濃度の場合、概略の濃度を便宜的に測定するのに適している。

- ① ガス検知管
- ② 電子式ガス検知機

## 3. 2 水中の塩素系溶剤の分析方法

水質汚濁に係わるヒトの健康の保護に関する環境基準及び排水基準では、測定対象の種類ごとに、次の JIS の試験方法に定める方法によるとされている。

日本工業規格 (JIS) K 0125 「用水・排水中の揮発性有機化合物試験方法」

- 5.1 パージ・トラップーガスクロマトグラフ質量分析法
- 5.2 ヘッドスペースーガスクロマトグラフ質量分析法
- 5.3 パージ・トラップーガスクロマトグラフ法
  - 5.3.1 電子捕獲検出器 (ECD) を用いたパージ・ストラップーガスクロマトグラフ法
  - 5.3.2 水素炎イオン化検出器 (FID) を用いたパージ・ストラップーガスクロマトグラフ法
- 5.4 ヘッドスペースーガスクロマトグラフ法
  - 5.4.1 電子捕獲検出器 (ECD) を用いたヘッドスペースーガスクロマトグラフ法
- 5.5 溶媒抽出・ガスクロマトグラフ法

## 3. 3 土壌中の塩素系溶剤の分析方法

「土壌溶出調査に係る測定方法を定める件」(環境省告示 18 号 平成 15 年 3 月 6 日) に記載されている方法による。

採取した土壌を一定量の水 (質量体積比 10%) と混合攪拌し、土壌中のクロロカーボンが溶出した水 (検液) を前記の方法で分析する。

## 参考資料 4. 塩素系溶剤の排出口濃度の測定法

本資料は、大気中への排出実態を把握するために、排出口の濃度の測定方法の概略と、排出状況の目安となる簡易測定方法について記載した。

### 4. 1. 排出口の濃度測定方法（概要）

1997 年（平成 9 年）2 月 6 日付 環境庁告示第 5 号にて、「指定物質抑制基準」が告示され、指定物質排出施設の排出口から大気中に排出される排出ガスに含まれる、0℃、1 気圧の状態に換算した指定物質の量、採取方法及び測定方法が定められた。

トリクロロエチレンおよびテトラクロロエチレンは、

採取方法：捕集バッグ、真空瓶、キャニスター又は捕集管

測定方法：水素イオン化検出器（FID）、電子捕獲検出器（ECD）又は質量分析計（MS）を検出器とするガスクロマトグラフ（GC）法

とされる。これに伴い、このうち、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレンの測定法の概要は、

- （a）バッグ採取法－GC（FID 又は ECD）法又は GC－MS 法（直接導入法）
- （b）真空瓶採取法－GC（FID 又は ECD）法又は GC－MS 法（直接導入法）
- （c）キャニスター採取法－GC（FID 又は ECD）法又は GC－MS 法（直接導入法）
- （d）固体吸着法－GC（FID 又は ECD）法又は GC－MS 法（溶媒抽出法）であり、塩化メチレンについても、これらの測定法が同様に適用され则认为られる。詳細は、上記告示及びマニュアルを参考とすること。しかし、排出口の測定頻度、採取時間、数値のまとめ方に関する記述はない。[神奈川県条例の方法を参考にすると、稼働中の排出ガス口から 5 分間ガスを採取してそのガスを測定、又は稼働中の 1 工程（1 タクトタイム）の平均濃度、又は稼働中の平均濃度を測定する方法が、常識的な方法と认为られる]。

敷地境界濃度の測定方法は、1997 年（平成 9 年）2 月に「有害大気汚染物質測定方法マニュアル」が環境庁大気保全局大気規制課から各都道府県及び各政令市に通知された。このうち、トリクロロエチレン及びテトラクロロエチレン等揮発性有機化合物（VOCs）は、

- （a）容器採取－ガスクロマトグラフ質量分析法
- （b）固体吸着－溶媒抽出－ガスクロマトグラフ質量分析法
- （c）固体吸着－加熱脱着－ガスクロマトグラフ質量分析法

のいずれかの方法で、地方公共団体によって測定される。さらに測定にあたっては、年平均を適正に把握するために、原則として、月 1 回、測定日をランダムに決め、各 24 時間以上サンプリングすることとされる。

### 4. 2. 簡易分析法の利用

上記の排出口濃度及び敷地境界濃度の測定方法は、少なくともガスクロマトグラフの準備が必要になる。しかし、現状の把握を容易に早く行う際は、簡易分析が利用できる。

また、この方法は労働安全衛生法の作業環境の現状把握のための測定にも利用できる。

簡易分析法は検知管法によるが、その検知管には、ガステック検知管、北川式検知管及びドレーゲル検知管がある。ガステック検知管及び北川式検知管が一般的で、最近ではトリクロロエチレンは0.25ppm(約1.3/m<sup>3</sup>)、テトラクロロエチレンは、0.2ppm(約1.4/m<sup>3</sup>)、塩化メチレンは5ppm(約12mg/m<sup>3</sup>)と排出基準値以下まで測定できるようになっている。



## 参考資料 5. 脱脂洗浄における塩素系溶剤の取扱量、排出量及び移動量の簡易算出マニュアル

### 5. 1 前提条件

#### 5. 1. 1 対象化学物質

ここでは塩素系溶剤が単一成分（純度 100%）で使用される場合に限定する。塩素系溶剤とその他の有機溶剤との混合物からなる洗浄剤については、本簡易算出マニュアルの対象としない。

#### 5. 1. 2 脱脂洗浄方法又は工程

塩素系溶剤による金属部品等の脱脂洗浄方法は、主として次のように分類される。

- 手拭き洗浄
- スプレー洗浄
- シャワー洗浄
- 浸漬洗浄（常温又は加温、揺動又は超音波併用）
- 蒸気洗浄
  - 1) 1 槽式（蒸気洗浄）
  - 2) 2 槽式（浸漬洗浄→蒸気洗浄）
  - 3) 3 槽式〔浸漬洗浄（温浴・超音波）→ 浸漬洗浄（冷浴）→ 蒸気洗浄〕

#### 5. 1. 3 排出源

脱脂洗浄における塩素系溶剤の環境への排出先は、「水域」、「大気」、「土壌」および「廃棄物」としての移動であるのでこれに限定する。つまり、塩素系溶剤を使用する脱脂工程・洗浄工程における脱脂洗浄槽からの蒸発及び揮散、脱脂洗浄後の部品及び洗浄用治具（カゴ、コンベア等）に付着した溶剤の蒸発等及び蒸留釜残液等の特別管理産業廃棄物である。「水域」及び「土壌」への排出は、「水域」には水質汚濁防止法により排水基準（許容限度）が設定されており、また、「土壌」には地下浸透禁止となっているから、法を遵守することで排出は実質上無し（ゼロ）と見積もる。事故等により「水域」及び「土壌」への排出があった時は、直ちに改善して法を遵守する必要があるが、その時は排出量を算出して報告する。

#### 5. 1. 4 算出方法

排出量の算出方法としては、次の 4 つの方法があるが、本簡易マニュアルでは次の①

又は②の方法を用いる。

- ① 物質収支による方法
- ② 排出係数による方法
- ③ 物性値を用いた方法
- ④ 実測による方法

代表的な 3 槽式洗浄方法と蒸留器及びこれらの装置から排出される各廃棄物等の名称記号を図-1 に、算出方法を流れ図でまとめたものを図-2 に示す。

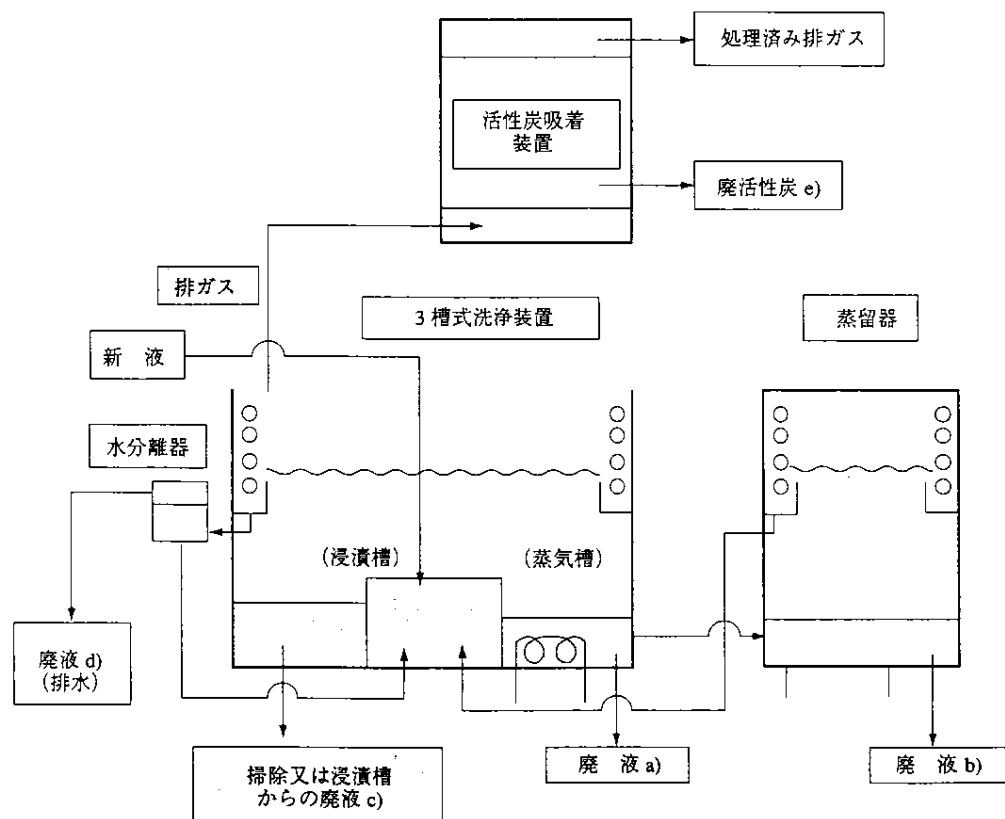
また、排ガス処理として活性炭吸着処理をする場合があるが、この活性炭吸着処理施設には、活性炭の回収再生型と交換型（非再生型、取り出し再生型）がある。図-2 に示すように活性炭吸着装置が設置されている場合の算定方法は、3 通りの方法（A、B 及び C 方法）があるが、基本的な表-1 のメインの方法を先に記載し、後で A、B 及び C 方法の算出方法を記載する。

活性炭吸着装置が設置されていない場合の算出方法では、最も簡便な方法は、表-1 の排出係数による方法で、次いで物質収支による方法である。

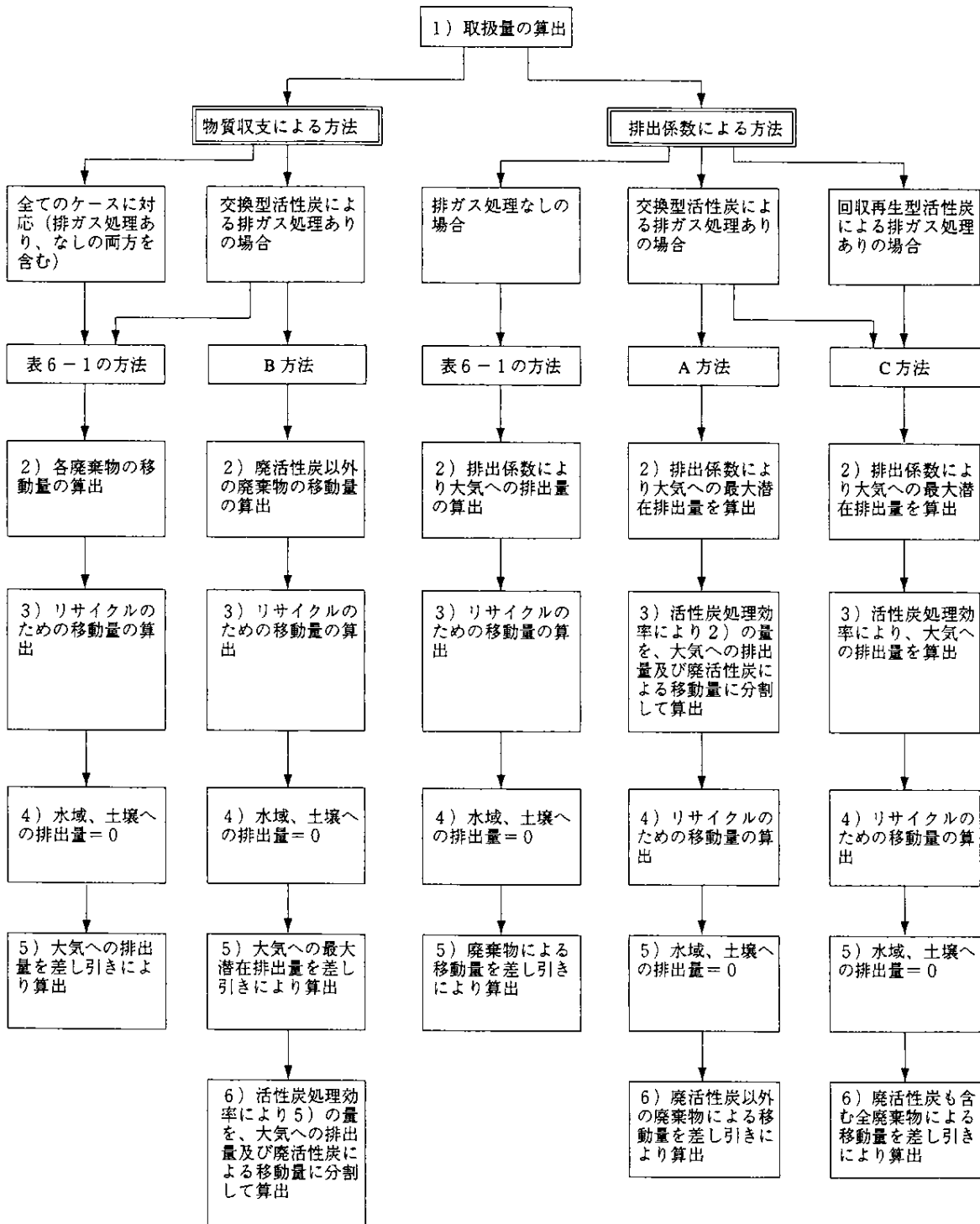
#### 5. 1. 5 算出量の単位

算出量は、kg/年で算出して報告する。有効数字は 2 桁まで記入する。

代表的な 3 槽式洗浄装置及び蒸留器



取扱量、排出量及び移動量の算出方法の流れ図



## 5. 2 取扱量、排出量及び移動量の算出方法の要約

取扱量、排出量及び移動量の算出方法の要約

No	算出項目	算出手法
1	取扱量 (法) 省令においては、この量は報告の必要はないが、環境への排出量算出のために必要であるので、算出する。	<p>年間の取扱量 (kg/年) = [(洗浄剤の年間購入量) + (洗浄剤の期首在庫量) - (洗浄剤の期末在庫量)] × (洗浄剤に含まれる対象化学物質含有率) ÷ 100</p> <p>(洗浄剤に含まれる対象化学物質含有率) は、含有率が約 100% であるから、ここでは 100 とする。</p>
2-1	<p>廃棄物としての移動量(物質収支による算出方法を採用する場合)</p> <p>a) 洗浄装置の蒸気槽釜残液</p> <p>b) 蒸留器の釜残液</p> <p>c) 洗浄装置又は蒸留器の清掃等により排出される廃棄物及び浸漬槽からの抜き出し廃液</p> <p>d) 水分離器から排出される水の廃液 (排水)</p> <p>e) 活性炭吸着装置から寿命に達した等により廃棄される活性炭に含まれて排出される廃棄物</p> <p>f) その他の廃棄物</p>	<p>(廃棄物に含まれての移動量) (kg/年)</p> <p>= (廃液等の特別管理産業廃棄物処理業者への年間引き渡し量)</p> <p>× (廃液等に含まれる対象化学物質含有量) ÷ 100</p> <p>(廃液当に含まれる対象化学物質含有量) は、参考資料を参照して算出する。</p> <p>a) 資料 1、2、又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p> <p>b) 資料 1、2、又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p> <p>c) 資料 2 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p> <p>d) 資料 3 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p> <p>e) 資料 2 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p> <p>f) 資料 2 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p>
2-2	廃棄物としての移動量(排出係数による算出方法を採用する場合) (算出項目 No. を参照)	<p>(廃棄物に含まれての移動量) = (Na1) - [(Na3) + (Na4) + (Na5) + (Na6 - 2)]</p>
3	<p>リサイクルのため売却される廃棄物 (有価物) としての移動量</p> <p>(注) 省令においては、この量は報告の必要はないが、環境への排出量算出のために必要であるので、算出する。</p>	<p>(廃液等に含まれての移動量) (kg/年)</p> <p>= (廃液等の特別管理産業廃棄物処理業者への年間引き渡し量) × (廃液等に含まれる対象化学物質含有率) ÷ 100</p> <p>(廃液等の対象化学物質含有率) は、資料 1.2.3 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。</p>
4	「水域」への排出量	<p>1. 公共用水域への排出が、法律による排出基準の許容限度 (塩化メチレン: 0.2mg/L、トリクロロエチレン: 0.3mg/L、テトラクロロエチレン: 0.1mg/L) 以下に保たれているときは、ゼロ (0) とする。</p> <p>2. 事故等により「土壌」に排出されたときは、その量を算出。</p>
5	「土壌」への排出量	<p>1. 法律による地下浸透禁止が遵守されている時は、ゼロ (0) とする。</p>

		2. 事故等により「土壌」に排出された時は、その量を算出。
6-1	「大気」への排出量（物質収支による算出方法を採用する場合）（算出項目 No.参照）	「大気」への排出量（kg／年）＝（Na1）－〔（Na2-1のa）＋（Na2-1のb）＋（Na2-1のc）＋（Na2-1のd）＋（Na2-1のe）＋（Na2-1のf）＋（Na3）＋（Na4）＋（Na5）〕
6-2	「大気」への排出量（排出係数による算出方法を採用する場合）  （ただし、排ガス処理設備が設置されていない場合に限る）	「大気」への排出量（kg／年）＝年間取扱量×排出係数  各塩素系溶剤の排出係数  塩化メチレン               ：0.891kg／kg－取扱量 トリクロロエチレン    ：0.838 kg／kg－取扱量 テトラクロロエチレン：0.790 kg／kg－取扱量

（注）

- 1 回収再生型の活性炭素吸着処理設備がある場合に、表－1 中の物質収支により算出する場合について

排ガスが活性炭吸着処理（回収再生型）されているときの扱いは、回収される溶剂量については取扱量を減少させるけれども、表－1 の算出式の中には実質含まれており、また活性炭素吸着処理後に排出される排出ガスも、蒸気の算出式の中には実質含まれているので、別途算出する必要はない、（水蒸気により脱着して凝縮液化する時、水分離器から分離した水は、塩素系溶剤を飽和濃度までにして排出することになるが、このばう気空気は再度活性炭吸着処理される。この場合も特に別途算出する必要はない。）

- 2 交換型の活性炭吸着処理設備がある場合

前提としては、活性炭の吸着能力の範囲以内で活性炭が交換されて排ガス処理が行われるものとする。算出は、図－2 に示すように表－1、A、B 及び C 方法の全ての方法で算出できる。

## 5. 3 取扱量、排出量及び移動量の算出方法の解説

### 5. 3. 1 年間取扱量の算出

（洗浄剤の年間取扱量）（kg／年）＝〔（洗浄剤の年間購入量）＋（洗浄剤の期首在庫量）－（洗浄剤の期末在庫量）〕×（洗浄剤に含まれる対象化学物質含有量）÷100

（洗浄剤に含まれる対象化学物質含有量）は、含有率が約 100％であるから、ここでは 100 とする。

（算出上の留意事項）

- （1）洗浄剤等に含まれる対象化学物質の含有量は、該洗浄剤の化学物質等安全データシート（MSDS）に記載された含有量を採用する。（ここで扱う塩素系溶剤の洗浄剤では原則として各塩素系溶剤の純度はほぼ 100％であるので、100 とする。）なお、ここで扱う塩素系溶剤の洗浄剤は、この PRTR 法でいう第 1 種

指定化学物質であるから、提供者はMSDSの公布が義務付けられているので、  
万一入手していないときは、購入先から入手する。

(2) 複数の塩素系溶剤の洗浄剤を使用しているときは、各洗浄剤ごとに計算する。

### 5. 3. 2 移動量の算出

(1) 廃棄物に含まれる対象化学物質の移動量の算出（物質収支による算出方法を採用する場合）

$\begin{aligned} & (\text{廃棄物に含まれる移動量}) (\text{kg/年}) \\ & = (\text{廃液等の特別管理産業廃棄物処理業者への年間引き渡し量}) \\ & \times (\text{廃液等に含まれる対象化学物質含有量}) \div 100 \end{aligned}$
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(算出上の留意事項)

① 廃液等としては、次の種類がある。(図-1参照)

- (i) 洗浄装置の蒸気槽の釜残液からの抜き出し廃液
- (ii) 蒸留器の釜残液からの抜き出し廃液
- (iii) 洗浄装置又は蒸留器の清掃等により排出される廃液及び浸漬槽からの抜き出し廃液
- (iv) 水分離器からの水をドラム缶等の容器に受けて貯留した廃液
- (v) 活性炭吸着装置から寿命に達した等により廃棄される活性炭に含まれて排出される廃棄物
- (vi) その他の廃棄物

(注) 廃棄物等の取扱いの分類としては、上記以外に一般的には、①「同一事業所内での埋立処分」、②「同一事業所内での焼却等の処分」、③「公共下水道への放流」、及び④「共同処理施設等のほかの事業者の排水処理施設への放流」があるが、この簡易算出マニュアルで扱う脱脂洗浄工程では通常該当しないので取り扱わないこととした。

② (i) から (vi) までの廃棄物等に含まれる対象化学物質含有率の推定方法は、次の方法による。

- ① (i) は、資料 1、2 または適当な方法のいずれかで推定する方法
- ② (ii) は、資料 1、2 または適当な方法のいずれかで推定する方法
- ③ (iii) は、資料 2 または適当な方法のいずれかで推定する方法
- ④ (iv) は、資料 3 または適当な方法のいずれかで推定する方法
- ⑤ (v) は、資料 2 または適当な方法のいずれかで推定する方法
- ⑥ (vi) は、資料 2 または適当な方法のいずれかで推定する方法

(2) 廃棄物としての移動量（排出係数による算出方法を採用する場合）

(廃棄物に含まれての移動量) (kg/年)

= (年間取扱量) - [大気への排出量 (排出係数により算出した排出量)] - [リサイクルのため売却される廃棄物 (有価物) としての移動量] - (水域への排出量) - (土壌への排出量)

(3) リサイクルのため売却される廃棄物 (有価物) としての移動量の算出

[リサイクルのため売却される廃棄物 (有価物) としての移動量] (kg/年)

= (廃液等の特別管理産業廃棄物処理業者への年間引き渡し量) × (廃液等の対象化学物質含有量) ÷ 100

(算出上の留意事項)

有価物のリサイクルとして売却される廃棄物としての移動量は5. 3. 2 (1) 「廃棄物に含まれる対象化学物質の移動量の算出」で記載した方法により算出する。

### 5. 3. 3 排出量の算出

(1) 水域への排出量の算出

(水域への排出量) (kg/年) = 0

(算出上の留意事項)

- ① 「水域への排出は、水質汚濁防止法により「水域」には排水基準 (許容限度が設定されており、法を遵守することで排水は実質上無し (ゼロ) と見積もる。

水質汚濁防止法による排水基準 (許容限度)

塩化メチレン : 0.2mg/L

トリクロロメチレン : 0.3mg/L

テトラクロロメチレン : 0.1mg/L

- ② 事故等により「水域」への排出が一時的にでもあるときには、直ちに改善して法を遵守する必要があるが、排出量が把握されている場合を除き、次のように算出する。

(公共用水域への排出水中の対象化学物質の量) (kg/年)

= (対象化学物質が混入した、公共用水域への排出水中の対象化学物質の濃度) (mg/L) × 10<sup>-3</sup>

- ③ ちなみに「公共下水道」への排水は実際には殆ど例がないと考えられるが、「公共下水道」への排水基準 (許容限度) も設定されている。それは蒸気の水質汚濁防止法の排水基準と同じであり、法を遵守することで排出は実質上無し (ゼロ) と見積もる。ただし、事故等により公共下水道へ排出された場合には、その量を把握して報告する。報告は「水域」への排出ではなく、移動量の報告となる。

## (2) 土壌への排出量の算出

$$(\text{土壌への排出量}) (\text{kg}/\text{年}) = 0$$

### (算出上の留意事項)

- ① 「土壌」への排出は、水質汚濁防止法により地下浸透が禁止されているので、事故以外では法を遵守することで排出は実質上なし（ゼロ）と見積もる。
- ② 事故等があって、「土壌」に排出されたときは、その量を報告する。

## (3) 大気への排出量（物質収支による算出方法を採用する場合）

$$(\text{大気への排出量}) (\text{kg}/\text{年}) = (\text{年間取扱量}) - (\text{廃棄物としての移動量}) - [\text{リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量}] - (\text{水域への排出量}) - (\text{土壌への排出量})$$

### (算出上の留意事項)

- ① 排ガスを活性炭(回収再生型)等により処理している場合には、液として回収して再利用する。活性炭吸着処理後の排ガスは、濃度が高くなって大気に出る。また、水蒸気によって脱着する場合には、凝縮した水が排出され、この中には塩素系溶剤が飽和濃度で混入しているが、これはばっ気等により除去して、水中の該塩素系溶剤濃度は法で決められた排水基準以下にして放流する。また、ばっ気したガスは活性炭吸着設備の入口に再度循環して吸着処理する。従って活性炭吸着設備があっても、前記した計算上ではこれも実質含んだものとしての計算になっている。
- ② 排ガス処理の方法として、燃焼処理をする場合もあるが、ダイオキシン等の発生等を抑制するための焼却設備で高温で燃焼させる必要がある。このようなケースは一般的ではないので、この簡易算出マニュアルでは扱わない。必要であれば別に算出するものとする。

## (4) 大気への排出量（排出係数による算出方法を採用する場合）

$$(\text{大気への排出量}) (\text{kg}/\text{年}) = (\text{年間取扱量}) \times (\text{排出係数})$$

### (算出上の留意事項)

排出係数による算出方法は、排ガス処理設備が設備されていない場合に限り採用する。  
各塩素系溶剤の排出係数

塩化メチレン	: 0.891kg/kg－取扱量
トリクロロメチレン	: 0.838 kg/kg－取扱量
テトラクロロエチレン	: 0.790 kg/kg－取扱量



## 5. 4 交換型の活性炭吸着処理設備がある場合の排出量の算出方法

前提条件としては、活性炭の吸着能力の範囲以内で活性炭が交換されて排ガス処理が行われるものとする。

算出方法は、次の3通りの方法及び表―1の方法がある。

### ① 排出係数による算出方法（A方法）

年間取扱量及び排出係数及び活性炭処理効率にて、大気への排出量及び廃活性炭中に含まれて移動する量を算出し、その後他の廃棄物による移動量を差し引きにより算出する方法。

### ② 物質収支による算出方法（B方法）

年間取扱量及び廃活性炭以外の廃棄物の移動量をまず算出し、次いで差し引きにより大気への最大潜在排出量を物質収支で算出し、その後大気への排出量及び廃活性炭に伴って移動する量を活性炭処理効率から算出する方法。

### ③ 交換型又は回収再生型活性炭吸着装置がある場合の排出係数による算出方法（C方法）

（回収再生型の活性炭吸着装置があり、排出係数を用いて算出する方法についてもこの同じ方法で算出する。）

年間取扱量及び排出係数により大気への最大潜在排出量をまず算出し、その大気への最大潜在排出量から活性炭処理効率により大気への排出量を算出し、その後廃活性炭も含む全廃棄物による移動量を差し引きで算出する方法。

#### 5. 4. 1 排出係数による算出方法（A方法）

##### （1）取扱量の算出

5. 3. 1で記載した内容と同じ

##### （2）大気への排出量（排出係数及び活性炭処理効率による算出方法）

$\begin{aligned} & \text{（大気への排出量）（kg／年）} \\ & = \text{（年間取扱量）} \times \text{（排出係数）} \times [1 - \text{（活性炭処理効率} \div 100\text{）}] \end{aligned}$
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

（算出上の留意事項）

#### ① 各塩素系溶剤の排出係数

塩化メチレン	: 0.891kg/kg－取扱量
トリクロロメチレン	: 0.838 kg/kg－取扱量
テトラクロロエチレン	: 0.790 kg/kg－取扱量

#### ② 廃活性炭処理効率は、80％とする。

(3) 廃活性炭に含まれて移動する量

(廃活性炭に含まれて移動する量) (kg/年)

$$= (\text{年間取扱量}) \times (\text{排出係数}) \times (\text{活性炭処理効率} \div 100)$$

(算出上の留意事項)

(1) 各塩素系溶剤の排出係数

塩化メチレン : 0.891kg/kg-取扱量

トリクロロメチレン : 0.838 kg/kg-取扱量

テトラクロロエチレン : 0.790 kg/kg-取扱量

(2) 廃活性炭処理効率は、80%とする。

(4) リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量の算出

5. 3. 2 (3) で記載した内容と同じ。

(5) 廃活性炭以外の廃棄物による移動量

(廃活性炭以外の廃棄物による移動量) (kg/年)

$$= (\text{年間取扱量}) - (\text{大気への排出量}) - (\text{廃活性炭に含まれて移動する量}) - [\text{リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量}] - (\text{水域への排出量}) - (\text{土壌への排出量})$$

5. 4. 2 物質収支による算出方法 (B 方法)

(1) 年間取扱量の算出

5. 3. 1 で記載した内容と同じ。

(2) 廃活性炭以外の排出物による移動量の算出

5. 3. 2 (1) で記載した内容と同じ。(ただしv)に該当する廃活性炭の廃棄物による移動量は、5. 4. 2 (6) の方法で算出する。)

(3) リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量の算出

5. 3. 2 (3) で記載した内容と同じ。

(4) 大気への最大潜在排出量の算出

$$\begin{aligned} & \text{(大気への最大潜在排出量) (kg/年)} \\ & = (\text{年間取扱量}) - (\text{廃活性炭以外の廃棄物による移動量}) - [\text{リサイクルのため売却される廃棄物(有価物)としての移動量}] - (\text{水域への排出量}) - (\text{土壌への排出量}) \end{aligned}$$

(5) 大気への排出量

$$\begin{aligned} & \text{(大気への排出量) (kg/年)} \\ & = (\text{大気への最大潜在排出量}) \times [1 - (\text{活性炭処理効率} \div 100)] \end{aligned}$$

(算出上の留意事項)

活性炭処理効率は 80% とする。

(6) 廃活性炭に含まれて移動する量

$$\begin{aligned} & \text{(廃活性炭に含まれて移動する量) (kg/年)} \\ & = (\text{大気への最大潜在排出量}) \times (\text{活性炭処理効率}) \div 100 \end{aligned}$$

(算出上の留意事項)

活性炭処理効率は 80% とする。

#### 5. 4. 3 交換型又は回収再生型活性炭吸着装置がある場合の排出係数による算出方法 (C 方法)

この方法は、交換型の活性炭吸着装置或いは回収再生型の活性炭吸着装置が設備され、排出係数を用いて算出する方法について適用できる。

(1) 年間取扱量の算出

5. 3. 1 で記載した内容と同じ。

(2) 大気への排出量 (排出係数及び活性炭処理効率による算出方法)

$$\begin{aligned} & \text{(大気への排出量) (kg/年)} \\ & = (\text{年間取扱量}) \times (\text{排出係数}) \times [1 - (\text{活性炭処理効率} \div 100)] \end{aligned}$$

(算出上の留意事項)

① 各塩素系溶剤の排出係数

塩化メチレン : 0.891kg/kg－取扱量  
 トリクロロメチレン : 0.838 kg/kg－取扱量  
 テトラクロロエチレン : 0.790 kg/kg－取扱量

② 活性炭処理効率は、80%とする。

(3) リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量の算出

5. 3. 2 (3) で記載した方法と同じ。

(4) 廃棄物（廃活性炭素も含む）による移動量

(廃棄物による移動量) (kg/年)

= (年間取扱量) - (大気への排出量) - (リサイクルのため売却される廃棄物（有価物）としての移動量) - (水域への排出量) - (土壌への排出量)

[注 1]

塩素系溶剤含有率の算出方法

廃液中の塩素系溶剤含有率の算出は、以下の資料1「沸騰温度又は液比重による含有率算出方法」又は資料2「重量法による含有率算出方法」、また、分離水中の塩素系溶剤の算出は、資料3「水への溶解度による含有率算出方法」或いは適当な方法のいずれかの方法で行う。

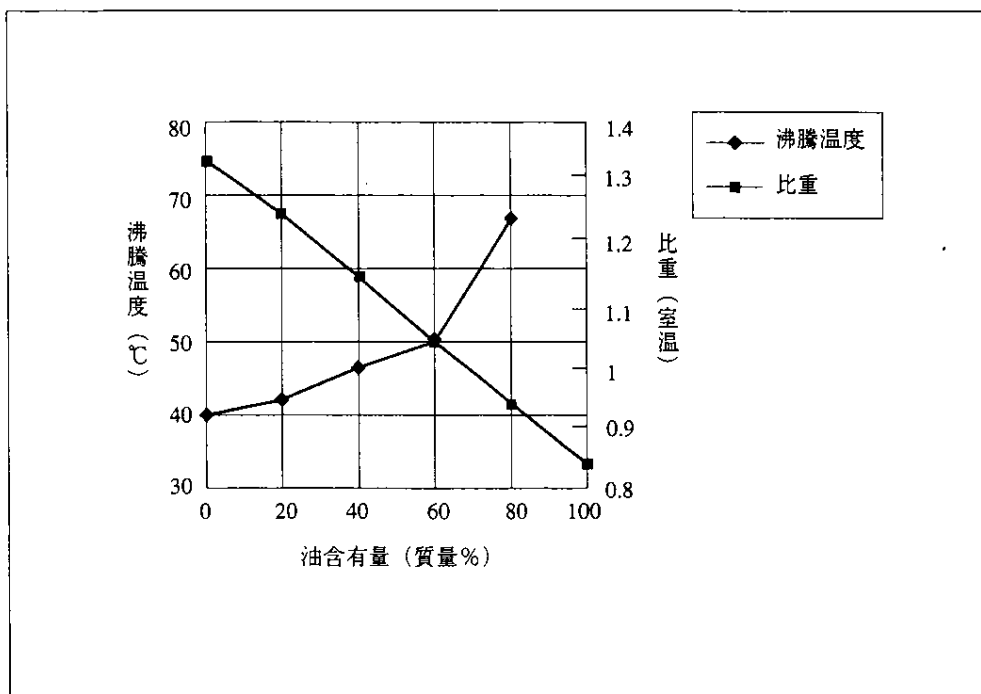
資料1 沸騰温度又は液比重による含有率算出方法

塩素系溶剤中に被洗浄物からの油等が溶けて混入すると、洗浄剤の比重や沸騰温度が変化する。この性質を利用して溶剤の含有率を推定することができる。液比重は、市販の浮秤り比重計を使用するか、又は比重瓶を使用して測定できるが、測定液温は室温（約 16℃から 30℃）で測定する必要がある。

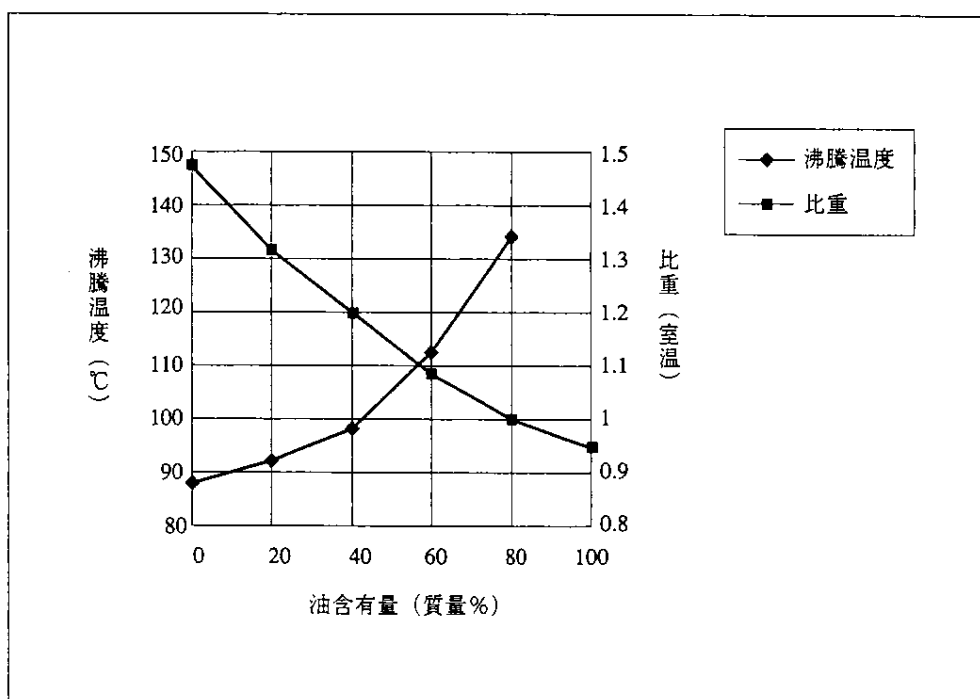
通常、洗浄設備又は蒸留器の釜の温度がある設定した一定温度に到達すれば、自動的に或いは手動により釜液の抜き出しを行うことが行われている。釜液を抜くと、その液量に相当する新液が補給され沸騰温度は低下して洗浄が再継続される。この釜液を抜くためのある設定された温度（沸騰温度）から、次に示す各々の塩素系溶剤に応じた沸騰温度と油含有率の図により、又は液比重と油含有率の図より、油含有率（%）を読み取る（好ましい操業時の油分濃度は、洗浄設備の蒸気槽では通常 20%程度以下で、廃溶剤の回収のための蒸留設備で通常 40～60%程度である）。

廃液中の塩素系溶剤の含有率 = [100 - 油含有率（%）]

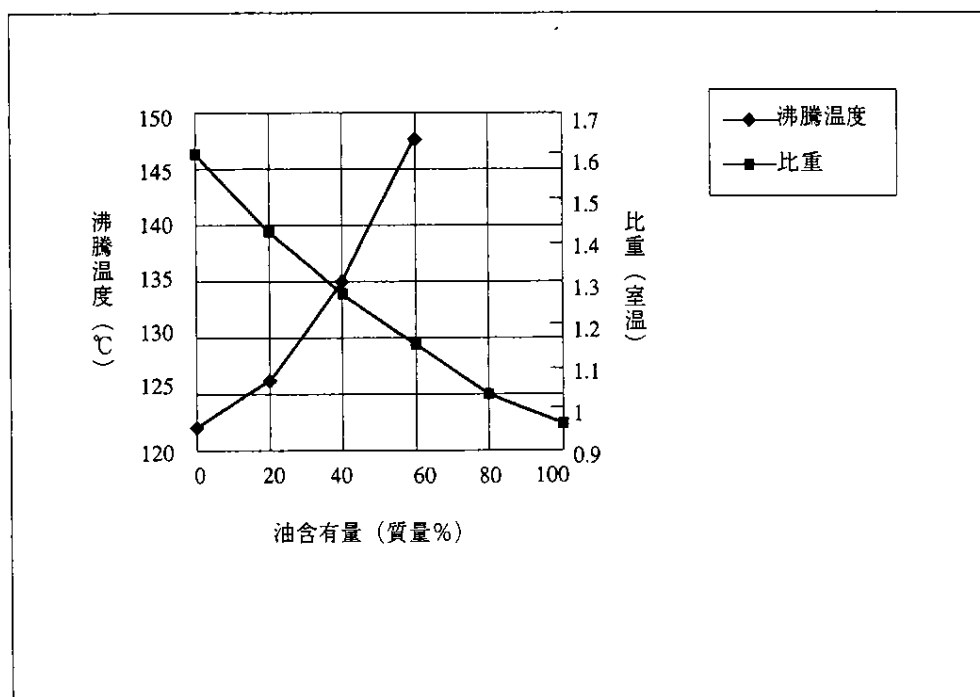
塩化メチレン中の油の含有量と沸騰温度及び比重の関係の一例



トリクロロエチレン中の油の含有量と沸騰温度及び比重の関係の一例



テトラクロロエチレン中の油の含有量と沸騰温度及び比重の関係の一例



資料2 重量法による含有率算出方法

- ① グラム (g) 単位まで測定できる秤を使用して、質量を測定した秤量瓶 (ピーカーのようなガラス容器でも良い) (W1) に、大体 100 g 程度サンプルを採取して秤量瓶に入れて質量 (W2) を測定する。サンプルの採取は、例えば廃液ドラムから採取する場合であれば、中の液を攪拌して平均的な液組織のサンプルを採取する。
- ② 秤量瓶を、ドラフト等の換気が十分されて、人のいる場所から離れた外気に向けて排出される設備に入れて、サンプル入り秤量瓶を塩素系洗浄剤の沸騰温度近くまで加温して、廃液に含有される塩素系洗浄剤成分を蒸発揮散させる。加温方法は、例えば、ヒーターの上に水の入った大きい容器を弱く沸騰加熱状態にして、その大きな容器の中に、前記サンプル入り秤量瓶を入れて加熱する。又は、更に簡易的な方法としてヘアードライヤーにて温風を直接サンプル入り秤量瓶の液面に当てて加熱する。このような加熱蒸発を、2 時間以上保持する。
- ③ 加熱を中止して、サンプル入り秤量瓶を室温近くまで冷却する。
- ④ 冷却後、サンプル入り秤量瓶の重量 (W3) を測定する。
- ⑤ ②～④の操作を繰り返して、W3 の重量が前に測定した W3 の値と差が 3 g 以内になったら、この繰り返し操作を終了する。そして次の計算のために、最後に測定した W3 を採用する。
- ⑥ 廃液中の塩素系溶剤の含有率 (重量%) =  $[100 - (W3 - W1) / (W2 - W1) \times 100]$

---

## 化学物質等安全データシート(MSDS)

作 成 平成 5 年(1993) 3 月 日

最新改訂 平成 16 年(2004) 4 月 日

---

### 整理番号

---

### 1 化学物質等及び会社情報

#### 製品

化学物質等の名称(製品名(商品名)等)

化学物質等(製品)のコード

#### 供給者情報

供給者の名称

住所

電話番号

緊急連絡電話番号

ファックス番号

---

### 2 組成、成分情報

単一化学物質・混合物の区別 単一化学物質

化学名 ジクロロメタン(ジクロルメタン)

一般名又は別名 メチレンクロライド、塩化メチレン、二塩化メチレン

CAS 番号 75-09-2

危険有害性の原因となる成分 ジクロロメタン %以上

化学式又は構造式  $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ 

官報公示整理番号 (化審法) (2)-36

(安衛法) (2)-36(化審法を準用)

化学物質管理促進法政令番号 第1種指定化学物質 145

ジクロロメタン(別名 塩化メチレン)

TSCA 登録の有無 あり

EINECS No. 200-838-9

---

### 3 危険有害性の要約

#### 化学物質等の分類

- ・急性毒性物質(有機溶剤中毒予防規則 第2種有機溶剤)
- ・その他の有害性物質(変異原性が認められた既存化学物質 労働省労働基準局長

通達)

- ・その他の有害性物質(哺乳動物に対する発がん性が明らかになった化学物質  
(厚生労働省労働基準局長通達))

#### **最も重要な危険有害性及び影響**

- ・引火点がなく、実用上は不燃性と考えてよい。火気等と接触して分解し、有毒ガスを発生することがある。
- ・吸入や皮膚から体内に吸収され、中枢神経系や血液に影響を及ぼす。

#### **環境への影響**

- ・自然界の分解性は低い、生体内の濃縮は極めて低く、魚毒性も弱い。

---

## **4 応急措置**

- ・専門家による治療までの救急措置は、被災者の障害や暴露の状況で異なるが、被災してから救急措置、治療が行われるまでの時間がその後の結果に重大な影響を及ぼすので、可能な限り迅速に行う。

### **吸入した場合**

- ・応急措置をする者は、有機ガス用防毒マスク、空気呼吸器等呼吸用保護具を着用して、患者を直ちに空気の新鮮な場所に移し、毛布等でくるんで保温して安静にさせる。
- ・呼吸して嘔吐がある場合は、頭を横向きにする。
- ・呼吸困難又は呼吸が停止しているときには、直ちに人工呼吸を行い、速やかに医師の手当を受けさせる。

### **皮膚に付着した場合**

- ・塩化メチレンによって汚染された作業服、靴等は、直ちにぬがせる。皮膚に付着又は接触部は、直ちに多量の水及び石けんで洗い流す。
- ・外観に変化がみられたり、痛みが続く場合は、直ちに医師の手当を受けさせる。

### **目に入った場合**

- ・直ちに多量の清浄な流水で 15 分間以上洗眼し、医師の手当を受けさせる。
- ・洗眼の際、まぶたを指でよく開いて眼球、まぶたのすみずみまで水がよくゆきわたるように洗浄する。
- ・コンタクトレンズを使用している場合は、固着していない限り、取り外して洗浄を続ける。

### **飲み込んだ場合**

- ・無理に吐かせてはいけない。かなりの量を飲込み、かつ患者に意識のある場合には、口内を水で洗浄し、温水 250ml を飲ませる。
- ・被災者に意識がない場合は、口から何も与えてはならない。
- ・直ちに医師の処置を受けさせる。

---

## **5 火災時の措置**



- ・通常の条件では燃えないので、火災の危険性は少ない。酸素との混合物の場合、加熱されると火災になる。

#### **消火剤**

- ・水、粉末、炭酸ガス、粉末、泡

#### **消火方法**

- ・消火剤としては、炭酸ガス及び粉末が有効であるが、炎を消さず周辺の物件を水で冷却し、延焼を防ぐ方が良い場合もある。
- ・火災時、通風の悪い場所には、塩化メチレン蒸気及び火災より生じた塩化水素、ホスゲン等の有毒ガスが存在するから、空気呼吸器等呼吸用保護具を着用して消火作業を行う。
- ・周辺火災の場合は、容器を安全な場所へ移動する。移動不可能の場合は、容器に注水して冷却する。

---

### **6 漏出時の措置**

- ・屋内で漏出した場合は、処理が終わるまで十分に換気を行う。
- ・高濃度の塩化メチレン蒸気が存在する場合には、必ず有機ガス用防毒マスク、空気呼吸器等呼吸用保護具並びに手、目及び皮膚の保護具を着用して作業を行う。

#### **少量の場合**

- ・塩化メチレンが、下水や排水溝へ流出、また地下へ浸透することのないように、活性炭等により吸着又は乾燥した砂等により吸収させて、密閉できる容器に保管する。

#### **多量の場合**

- ・ポンプ等により塩化メチレンをくみ取り密栓できる金属容器へ移替え、残ったものは、活性炭等による吸着、ぼろ布等による拭き取りを行い、密閉できる容器に保管する。
- ・塩化メチレンを吸着又は吸収したものは、特別管理産業廃棄物として適切に処分する。〔13 廃棄上の注意〕の項 参照)

---

### **7 取扱い及び保管上の注意**

#### **共通事項**

- ・労働安全衛生法の関連法規に準拠して作業する。なお、塩化メチレンは、有機溶剤中毒予防規則で第2種有機溶剤に指定されており、次の事項を遵守しなければならない。
  - ① 設備：蒸気の発散源を密閉する設備又は局所排気装置の設置
  - ② 管理：有機溶剤作業主任者の選任、作業場の巡視、装置の点検、有機溶剤等の使用の注意事項等の掲示、有機溶剤の区分の表示など
  - ③ 作業環境の定期測定と記録の保存
  - ④ 健康診断の実施と記録の保存

⑤ 保護具の使用

⑥ 貯蔵及び空容器の処理

- ・塩化メチレンの譲渡者・提供者から化学物質等安全データシート(MSDS)の交付を受ける。
- ・事業者は、MSDSを作業場の見やすい場所に常時掲示するか又は備え付けなどの方法により労働者に周知する。
- ・貯蔵及び取扱い場所の床面は、原則としてコンクリート等の地下へ浸透が防止できる材質とする。コンクリートのひび割れに留意する。
- ・塩化メチレンの蒸気は、空気の約3倍と重いため低いところに滞留しやすいから、吸引式排気装置を床面に近いところに設置する。

**取扱い**

- ・取扱い際には、必要に応じて有機ガス用防毒マスク、保護手袋等保護具を着用する。(「8 暴露防止及び保護措置」の保護具 参照)
- ・貯蔵及び取扱い場所の床面は、原則としてコンクリート等の地下へ浸透が防止できる材質とする。コンクリートのひび割れに留意する。
- ・屋内作業の場合は、適切な排気装置を設け、管理濃度以下に保つ。塩化メチレンの蒸気は空気の約3倍で重いので、低いところに滞留しやすいから、吸引式排気装置を床面に近いところに設置する。

**保管**

- ・推奨される容器は、ドラム(リン酸亜鉛処理鋼板)、タンク(ステンレス鋼板)、ガラス瓶(試薬用)である。
- ・容器の蓋又は栓のパッキングには、腐食されない材料を用いる。通常、ポリエチレン(共重合物は不可)、フッ素樹脂製シート等が用いられる。
- ・屋外でドラム等により貯蔵する場合は、屋根をつける、カバーをかける等の処置をする。
- ・屋外貯蔵タンクは、断熱施工を行い、タンク内の塩化メチレンの温度を下げるため冷却装置を設置することが望ましい。
- ・密閉容器に入れ、直射日光や雨水を避けて40℃以下の涼しくて換気の良い場所(冷暗所等)に貯蔵する。
- ・一旦開栓した容器を保管するときは、密栓する。

**排出抑制及び回収再利用**

- ・大量に使用して蒸散する量が多いときや、水と混合したものについては、活性炭吸着や水分離器によりできる限り回収して再利用する。
- ・使用済みの廃液等は、できる限り蒸留により回収して再利用する。移替え等に当たっては、受け皿を使用し、液面の高さに注意するなど、できる限りこぼさないよう注意する。
- ・ローリーからの移替えの場合には、ホース内の残液の処理を安全に行う。

## 8 暴露防止及び保護措置

### 設備対策

- ・蒸気の発散源を密閉する設備又は局所排気装置を設置する。(有機溶剤中毒予防規則)
- ・取扱い場所の近くに洗身シャワー、手洗い、洗眼設備を設け、その位置を明瞭に表示する。

### 暴露限界値

管理濃度(労働安全衛生法)	100 ppm
許容濃度	
日本産業衛生学会(2002)	
許容濃度	50 ppm(170 mg/m <sup>3</sup> )
最大許容濃度(常時この濃度以下に保つこと)	100 ppm(340 mg/m <sup>3</sup> )
	(経皮吸収物質)
米国産業衛生専門家会議(ACGIH)(2002)	
時間荷重平均(8 時間)(TWA)	50 ppm
米国労働安全衛生局(OSHA)(1998)	
時間荷重平均(8 時間)(TWA)(PEL)	25 ppm
短時間ばく露限度(15 分)(STEL)	125 ppm

### 測定方法

ガスクロマトグラフ分析法ー直接捕集法  
ガスクロマトグラフ分析法ー固体捕集法(シリカゲル管又は活性炭管)  
検知管法

### 保護具

- ・呼吸器系の保護具 有機ガス用防毒マスク、送気マスク、空気呼吸器等
- ・手の保護具 保護手袋(耐溶剤型)
- ・目の保護具 安全ゴーグル、顔面シールド等
- ・皮膚及び身体の保護具 労働衛生保護衣、長靴、前掛け等(耐溶剤型)

---

## 9 物理的及び化学的性質

物理的状态: 揮発性で無色透明な液体(室温)  
臭い: 甘い芳香臭  
沸点: 40.2 °C  
融点: -95.14 °C<sup>(1)</sup>  
引火点: なし  
自然発火点: 662 °C  
爆発特性: 14~22 vol%(空气中)  
15.5~66.9 vol%(酸素中)  
揮発性: (25 °Cのn-酢酸ブチルの揮発速度を1.00とする相対値)=14.50

蒸気圧: 46,500 Pa(348.9 mmHg)(20 °C)<sup>(2)</sup>  
蒸気密度: 2.93(空気=1)<sup>(2)</sup>  
密度: (25 °C) 1.326 g/ml  
溶解性: 水に対する溶解度 2.0 g/水 100 g(20 °C)<sup>(2)</sup>  
有機溶剤とは自由に混合  
オタノール/水分配係数: log Pow 1.25, 1.51<sup>(3)</sup>

---

## 10 安定性及び反応性

### 爆発性

液体は、空気中では引火点がないため、通常の使用条件では引火・火災の危険性はない。しかし、ドラム等塩化メチレンを含んだ密閉容器に溶接の火等の高エネルギーの火源を当てると爆発の危険性がある。分解・爆発が起こると塩化水素等の有害ガスが発生する。

### 反応性

- ・塩化メチレンは安定性が高く、乾燥状態では 290 °C でも空気による酸化や熱分解は受けない。少量の溶解水は 100 °C 以下でほとんど影響しないが、過剰の遊離水が存在すると 60 °C で加水分解が認められ、金属を腐食する。180 °C で水と長時間加熱すると、ギ酸、塩化メチル、メタノール、塩酸や一酸化炭素等を生成する。
- ・アルミニウム及びその合金と反応してアルミニウムメチル化合物のような自然発火性物質を生成する。
- ・アルミニウムやマグネシウムなどの軽金属、強塩基、硝酸と激しく反応し、発火・爆発を起こす可能性がある。
- ・ある種のプラスチック、ゴム、被膜剤を侵す。

---

## 11 有害性情報<sup>(2,3)</sup>

### 急性毒性

#### 吸入した場合

- ・蒸気は麻酔作用がある。
- ・高濃度蒸気への曝露は、中枢神経系に影響し、初期段階では、軽いめまい、吐き気、嘔吐及び頭痛を起こす。軽いめまいの最初の兆候は、1,000 ppm で 20 分間暴露した時に現れる。連続的或いは高濃度蒸気への曝露の場合は、意識不明となり、死に至ることがある。気道にも刺激を与える。
- ・体内に取り込まれた塩化メチレンは、一酸化炭素へ代謝され、カルボキシヘモグロビンを生成させ、血液の酸素輸送機能を減少させ、めまい、錯乱及び頭痛を起こす。

#### 皮膚に付着した場合

- ・皮膚の脂質を溶解するため、わずかに刺激がある。長時間又は繰り返して接触すると、痛みを感じ、最終的に発赤、水泡や薬傷に至る。皮膚からも吸収されるが、全身的に悪影響がでる程多くは吸収されない。

### 目に入った場合

- ・ 中程度の刺激があり、一時的に損傷を起こすことがある。

### 飲み込んだ場合

- ・ 大量に飲み込んだ場合は、胃腸を刺激し、吐き気、嘔吐、又は下痢を引き起こし、症状が重い場合は昏睡状態や意識不明となる。

### 慢性毒性・長期毒性

- ・ 高濃度蒸気に繰り返し曝露すると、意識消失を引き起こし、肝臓や腎臓に悪影響を及ぼすことがある。

### 発がん性の分類

- ・ 日本産業衛生学会(2002)  
「第2群B」(人間に対しておそらく発がん性のあると考えられる物質で、証拠が比較的に十分でない物質)
- ・ 国際がん研究機関(IARC)(1999)  
「2B」(ヒトに対して発がん性がある可能性があるもの)
- ・ 米国産業衛生専門家会議(ACGIH)(2002)  
「A3」(実験動物に対してのみ発がん性がある物質)
- ・ 米国環境庁(EPA)(1999)  
「B2」(動物での十分な証拠があり、かつ疫学的研究から、ヒトでの発がん性の不十分な証拠があるか、又は証拠がない物質)
- ・ 米国国家毒性プログラム(NTP)(2002)  
「R」(合理的にヒト発がん性があることが予想される物質)
- ・ 欧州連合(EU)(1998)  
「3」(発がん影響を及ぼす可能性があるためヒトに対して懸念を引き起こすが利用可能な情報がそれについて満足なアセスメントを行うためには適切でない物質)
- ・ ドイツ研究審議会(DFG)  
「3A」(カテゴリー4又は5への分類の基準を満たしているが、MAK 値の確立のためのデータベースが不十分な物質)

### 特定データ(動物試験データ)

#### 急性毒性<sup>(9)</sup>

##### 経口毒性

ラット LD<sub>50</sub> 1,600 mg/kg

##### 吸入毒性

マウス LC<sub>50</sub> 14,400 ppm(7 h)

#### 刺激性<sup>(9)</sup>

##### 皮膚

ウサギ 810 mg/24 h 強度(standard Draize test)

ウサギ 100 mg/24 h 中度(standard Draize test)

## 目

- ウサギ 162 mg 中度(standard Draize test)
- ウサギ 10 mg 軽度(standard Draize test)
- ウサギ 500 mg/24 h 軽度(standard Draize test)

## 変異原性<sup>(28)</sup>

変異原性が認められた既存化学物質

(平成9年12月24日 基発第770号の2 労働省労働基準局長通達)

## 慢性毒性

哺乳動物(マウス)を用いた長期吸入試験により肝臓及び腎臓に悪性の腫瘍を発生させる。人に対するがん原性は現在確定していないが、労働者がこれに長期間暴露された場合、中枢神経障害、肝臓障害等のほか、がん等の健康障害を生ずる可能性を否定できず、この観点から労働者の健康障害の防止に特別の配慮が必要である。(平成14年(2002)1月21日付け 基発第0121001号 厚生労働省労働基準局長通達)

## 12 環境影響情報

### 環境中の挙動<sup>(23)(43)</sup>

- ・環境に放出された塩化メチレンの大部分は、蒸発して大気中に存在している。
- ・大気中の寿命は0.41年(推定値)で、直接光分解しないが、光化学的に生成されたヒドロキシルラジカルと反応して分解する。また、オゾン破壊係数(ODP)は0.007、地球温暖化係数(HGWP)(CFC-11=1)は0.002で非常に小さい。
- ・塩化メチレンは、動物又は食物連鎖に蓄積されないとされている。

### 分解性

難分解性(BOD 5~26%)

### 生体蓄積性

低濃縮性(コイ)(濃縮倍率 13倍以下/6週)

### 魚毒性

guppy	LC <sub>50</sub> (14 d)	294 ppm
fathead Minnow	LC <sub>50</sub> (96 h)	193 mg/l(流水)
fathead Minnow	LC <sub>50</sub> (96 h)	310 mg/l(静水)
fathead Minnow	LC <sub>50</sub> (48 h)	265 mg/l(流水)
fathead Minnow	EC <sub>50</sub> (48 h)	209 mg/l
ヒメダカ	LC <sub>50</sub> (48 h)	331 mg/l

### 環境基準

- ・水質汚濁に係る環境基準

人の健康の保護に関する環境基準 0.02 mg/リットル以下(年間平均値)

地下水の水質汚濁に係る環境基準 0.02 mg/リットル以下(年間平均値)

- ・土壌の汚染に係る環境基準 0.02 mg/検液リットル以下

### 13 廃棄上の注意

- ・「7 取扱い及び保管上の注意」の項による他、水質汚濁防止法の有害物質及び特定施設(洗浄施設・蒸留施設)並びに廃棄物の処理及び清掃に関する法律の特別管理産業廃棄物であるため、これらの関係法令に従って適正に処理する。

#### 大量の場合

- ・特別管理産業廃棄物の処理等に当たっては、焼却を行うなど環境汚染とならない方法で処理・処分する。
- ・処理等を外部の業者に委託する場合は、都道府県知事等の許可を受けた特別管理産業廃棄物処理業者に産業廃棄物管理票(マニフェスト)を交付して委託し、関係法令を遵守して適正に処理する。

#### 少量の場合

- ・塩化メチレンを拭き取ったウエスや少量の液といえども、そのまま埋め立て、投棄等をしてはいけない。必ず専用の密閉できる容器に一時保管して特別管理産業廃棄物として処理・処分する。

#### 使用済容器

- ・空容器は、そのままで再利用や廃棄処分をしない。再利用や処分をする際は、塩化メチレンがなくなるまで洗浄し、洗浄液は無害化処理をする。

#### 焼却する場合

- ・焼却すると塩化水素を発生するので、十分な可燃性溶剤、重油等の燃料とともにアフターバーナー、スクラバー等を具備した焼却炉でできるだけ高温(850℃以上)で焼却し、排ガスは中和処理を行う。

### 14 輸送上の注意

国連分類    クラス 6.1(毒物類・容器等級 3)

国連番号    1593

港則法       毒物類

船舶安全法   毒物類

航空法       毒物

#### 輸送時の安全対策及び条件

- ・堅ろうで容易に変形、破損しない容器に入れて輸送する。
- ・運搬に際しては、容器の漏れのないことを確かめ、転倒、落下、損傷がないように積み、荷崩れの防止を確実に行う。
- ・輸送中は40℃以下に保つように日除け等の処置を講ずる。

### 15 適用法令

#### (1) 労働基準法

- ・第 62 条(危険有害業務の就業制限)(18 歳未満の年少者の危険業務の就業制限)

○労働基準法施行規則

- ・第 34 条の 3(訓練生を危険業務に就業させることができる場合)  
別表第 1(危険有害業務の範囲並びに使用者が講ずべき措置の基準)
- ・第 35 条(業務上の疾病の範囲)  
別表第 1 の 2 第 4 号 1(化学物質等による疾病)

○労働大臣が指定する単体たる化学物質及び化合物並びに労働大臣が定める  
疾病の指定(告示)

ジクロロメタン

中枢神経性急性刺激症状、中枢神経系抑制、前眼部障害又は気道障害

○年少者労働基準規則

- ・第 8 条第 33 号の業務に係る使用者が講ずべき個別的措置の基準第 5 項の有  
害性が高度な有害物等(告示)  
有害性が低度な有害物 ジクロロメタン

(2) 労働安全衛生法(安衛法)

- ・第 14 条(作業主任者)
- ・第 28 条第 3 項(技術上の指針等の公表等)  
ジクロロメタンによる健康障害を防止するための指針(平成 14(2002)1 月  
21 日 健康障害を防止するための指針公示第 12 号)

[ジクロロメタンのばく露を低減するための措置、作業環境測定(記録  
30 年間保存)、労働衛生教育(4.5 時間以上)、製造・取扱作業に従事する  
労働者の把握(記録 30 年間保存)]

- ・第 57 条(名称等を表示すべき物質)
- ・第 57 条の 2(文書(化学物質等安全データシート(MSDS)の交付等)
- ・第 57 条の 5(国の援助等)

変異原性が認められた化学物質の取扱いについて

(平成 9 年 12 月 24 日 基発 第 770 号の 2 労働省労働基準局長通達)

変異原性が認められた化学物質 塩化メチレン

変異原性が認められた化学物質による健康障害を防止するための指針

(平成 5 年(1993)5 月 17 日 基発第 312 号の 3 の別添 1 労働省労働基準局  
長通達)

(変異原化学物質によるばく露を低減するための措置、作業環境測定(記  
録 30 年保存)、労働衛生教育(4 時間以上)、危険有害性等の表示、製造・取  
扱作業に常時従事する労働者の把握(記録 30 年間保存))

- ・第 58 条第 2 項(化学物質管理のための指針の公表)
- ・第 59 条(安全衛生教育)
- ・第 65 条(作業環境測定)
- ・第 65 条の 2(作業環境測定の結果の評価)



- ・ 第 66 条(健康診断)
- ・ 第 101 条(法令等の周知)(法令, MSDS の労働者への周知)

○公示(公示 平成 12 年(2000)3 月 31 日 適用 平成 12 年(2000)4 月 1 日)

- ・ 化学物質等による労働者の健康障害を防止するため必要な措置に関する指針  
(化学物質管理計画の策定等、有害性等の特定及びリスクアセスメント、実施事項、監査等、記録、人材の養成)

○労働安全衛生法施行令

- ・ 第 6 条(作業主任者を選任すべき作業)
  - 22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業  
別表第 6 の 2(有機溶剤)
    - 29 ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)  
ジクロルメタン混合物(5 %(重量)を超えるもの)
- ・ 第 18 条(名称等を表示すべき有害物)
  - 14 の 7 ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)
- ・ 第 18 条の 2(名称等を通知すべき有害物)
  - 別表第 9 257 ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)
- ・ 第 21 条(作業環境測定を行うべき作業場)
  - 22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業  
別表第 6 の 2(有機溶剤)
    - 29 ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)  
ジクロルメタン混合物(5 %(重量)を超えるもの)
- ・ 第 22 条(健康診断を行うべき有害な業務)
  - 22 屋内作業場又はタンク、船倉若しくは坑の内部等における作業  
別表第 6 の 2(有機溶剤)
    - 29 ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)  
ジクロルメタン混合物(5 %(重量)を超えるもの)

○労働安全衛生規則

- ・ 第 16 条(作業主任者の選任)
  - 有機溶剤作業主任者
- ・ 第 24 条の 2(自主的活動の促進のための指針)
  - 労働安全衛生マネジメントシステムに関する指針  
(平成 11 年 4 月 30 日 平成 11 年労働省告示第 53 号)
- ・ 第 30 条(名称等を表示すべき有害物)
  - 別表第 2 14 の 7  
ジクロルメタン(別名 二塩化メチレン)を含有する製剤その他の物  
ただし、ジクロルメタンの含有量が 5 %(重量)以下のものを除く
- ・ 第 31 条(名称等の表示)

○有機溶剤中毒予防規則

- ・第1条第1項第4号(第2種有機溶剤)
- ・第19条(有機溶剤作業主任者の選任)
- ・第24条(掲示)
- ・第25条(有機溶剤等の区分の表示)
- ・第29条(健康診断)

○作業環境測定基準

- ・第13条(有機溶剤の濃度の測定)  
別表第2 ジクロロメタン(別名 二塩化メチレン)

○作業環境評価基準

- ・第2条(測定結果の評価)  
別表(管理濃度) ジクロロメタン(別名 二塩化メチレン) 100 ppm

(3) 作業環境測定法

(4) 化学物質の審査及び製造等の規制に関する法律

- ・第2条第5項(第2種監視化学物質)

(5) 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律

(化学物質管理促進法又はP R T R法)

(公布 平成11年(1999)7月13日 施行 平成12年(2000)3月30日)

- ・第2条(定義)第2項(第1種指定化学物質)
- ・第2条第5項(第1種指定化学物質等取扱事業者)
- ・第3条(化学物質管理指針)
- ・第5条(排出量等の把握及び届出(P R T R))  
排出量等の把握の開始 平成13年(2001)4月  
排出量等の届出(第1回) 平成14年(2002)4月以降
- ・第14条(指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報(M S D S)の提供)  
M S D Sの交付の開始 平成13年(2001)1月

○特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律  
施行令

(公布 平成12年(2000)3月29日 施行 平成12年(2000)3月30日)

- ・第1条(第1種指定化学物質)  
別表 145 ジクロロメタン(別名 塩化メチレン)
- ・第3条(業種)  
製造業(全業種)  
機械修理業  
廃棄物処分業(特別管理産業廃棄物処分業を含む)  
高等教育機関(付属施設を含む)  
自然科学研究所等
- ・第4条(第1種指定化学物質等取扱事業者の要件)  
第3条の業種に該当し、かつ①及び②のすべての要件に該当する事業者

①事業活動に伴い取り扱う第1種指定化学物質の質量

年間1トン以上(当初2年間は5トン以上)

②常時使用する従業員の数 21人以上

・第5条(法第2条第5項第1号の政令で定める要件)

第1種指定化学物質量の割合 1%以上(質量)

○告示(公表 平成12年(2000)3月30日)

・指定化学物質取扱事業者が講ずべき第1種指定化学物質等及び第2種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針(化学物質管理指針)

(製造・使用その他の取扱い設備の改善・管理方法、製造過程における回収・再利用等使用の合理化、管理方法・使用の合理化並びに排出状況の国民の理解の増進、性状・取扱いに関する情報の活用)

○特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律  
施行規則(公布 平成13年(2001)3月30日 施行 平成13年(2001)4月1日)

#### (6) 環境基本法

○水質汚濁に係る環境基準

・人の健康の保護に関する環境基準 0.02 mg/リットル以下(年間平均値)

・地下水の水質汚濁に係る環境基準 0.02 mg/リットル以下(年間平均値)

○土壌の汚染に係る環境基準 0.02 mg/検液リットル以下

○大気汚染に係る環境基準 0.15 mg/m<sup>3</sup>以下(1年平均)

#### (7) 水道法

○水質基準に関する省令 0.02 mg/リットル以下

#### (8) 水質汚濁防止法

・第2条(定義)の2(平成12年(2000)3月1日以降 特定施設)

・第3条(排水基準)

・第5条(特定施設の設置の届出)

・第6条(経過措置)

都道府県知事への届出 特定施設になった日から30日以内

・第12条第2項(排出水の排出の制限)

特定施設になった日から6月間 適用しない

ただし、既に特定事業場であるときは、この限りでない(排水基準に適合しない排水を排出してはならない)

・第12条の3(特定地下浸透水の浸透の制限)

有害物質を含む地下浸透水(0.002 mg/リットル以上)の地下への浸透の禁止

・第14条の3(地下水の水質の浄化に係る措置命令等)

○水質汚濁防止法施行令

・第1条(特定施設)(施行 平成12年(2000)3月1日)

別表第1(特定施設)

ジクロロメタンによる洗浄施設

ジクロロメタンによる蒸留施設

- ・第2条(人の健康に係る被害を生ずるおそれのある物質)

ジクロロメタン

○水質汚濁防止法施行規則

- ・第9条の3(地下水の水質の浄化に係る措置命令等)

浄化基準

0.02mg/リットル

○排水基準を定める総理府令

- ・第1条(排出基準)

別表第1(許容限度)

0.2 mg/リットル

(9) 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律

- ・第2条(定義) (特定工場)
- ・第3条(公害防止統括者の選任)
- ・第4条(公害防止管理者の選任)
- ・第5条(公害防止主任管理者の選任)
- ・第6条(代理者の選任)

(10) 下水道法

- ・第12条の2(特定事業場からの下水の排除の制限)
- ・第12条の3(特定施設の設置等の届出)

○下水道法施行令

- ・第9条の4(特定事業場から下水の排除に係る水質の基準)

0.2 mg/リットル以下

(11) 大気汚染防止法

- ・第2章の3(有害大気汚染物質対策の推進)

○事業者による有害大気汚染物質の自主管理の促進について(平成8年(1996)10月4日 8立局第529号・8基局第763号 通商産業省環境立地局長・基礎産業局長発 関係業界団体代表者あて)(通産省公報 平成8年(1996)10月7日)

- ・事業者による有害大気汚染物質の自主管理の促進のための指針

対象物質 ジクロロメタン

(12) 土壌汚染対策法

- ・第2条 定義(特定有害物質)

○土壌汚染対策法施行令

- ・第1条 特定有害物質 ジクロロメタン

○土壌汚染対策法施行規則

- ・第18条 指定区域の指定に係る環境基準

別表第2 特定有害物質の種類 ジクロロメタン

要件 検液1リットルにつき 0.02mg 以下

(13) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律(廃棄物処理法)

- ・第2条第5項(特別管理産業廃棄物)

- ・ 第 12 条の 2(事業者の特別管理産業廃棄物に係る処理)
- ・ 第 12 条の 3(産業廃棄物管理票(紙マニフェスト))
- ・ 第 12 条の 5(電子情報処理組織の使用(電子マニフェスト))
- ・ 第 14 条の 4(特別管理産業廃棄物処理業)
- 金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令
 

水溶性汚泥等	0.2 mg/検液リットル
廃酸・廃アルカリ	2 mg/試料リットル
廃酸・廃アルカリ以外	0.2 mg/検液リットル
- (14) 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律
  - 海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令
    - ・ 第 1 条の 2(海洋環境の保全の見地から有害である物質)
      - 別表第 1 D 類物質 103 ジクロロメタン
    - ・ 第 1 条の 8(船舶からの有害液体物質の排出基準)
      - 別表第 1 の 7(有害液体物質の事前処理に関する基準)
- (15) 特定有害廃棄物の輸出入等の規制に関する法律(バーゼル条約国内法)
  - ・ 第 2 条第 1 項第 1 号イ(特定有害廃棄物)
  - 第 2 条第 1 項第 1 号イに規定する物(環境庁・厚生省・通商産業省告示)
    - 38 ハロゲン化された有機溶剤(ジクロロメタン)を 0.1 % 以上含む物
- (16) 港則法
  - 港則法施行規則
    - ・ 第 12 条(危険物の種類)(毒物類)
- (17) 船舶安全法
  - 危険物船舶運送及び貯蔵規則(危規則)
    - ・ 第 3 条(分類等)
      - 船舶による危険物の運送基準等を定める告示
      - 別表第 4(毒物類)
        - ジクロロメタン(塩化メチレン)
- (17) 航空法
  - 航空機による爆発物等の輸送基準等を定める告示
    - ・ 第 1 条(毒物の定義)
      - 別表第 9(毒物)
        - ジクロロメタン

---

## 16 その他の情報

### 参考文献

- (1) 浅原ほか, 溶剤ハンドブック, p. 245~248, 講談社(1976)
- (2) 有機合成化学協会編, 新版 溶剤ポケットブック, p. 265~267, オーム社(1994)
- (3) 日本化学会編, 化学防災指針集成 I 物質編, p. I-407~I-410, 丸善(1996)

- (4) 労働省安全衛生部監修, 中央労働災害防止協会編, 化学物質の危険・有害便覧, p.450～451, 中央労働災害防止協会(1991)
- (5) Environmental Health Criteria 164, Methylene Chloride(Second Edition), World Health Organization(1996)
- (6) Commision of the European Communities, Organo-Chlorine Solvents, Health Risks to Workers, p. 147～173, Royal Society of Chemistry(1986)
- (7) National Toxicology Program, Technical Report Series No. 306(1986)
- (8) EC 委員会(緒方正名・武田和久訳), 工業化学物質のヒトにおける生物学的モニタリング, p. 32～36, 同文書院(1987)
- (9) Registry of Toxic Effects of Chemical Substances(RTECS), NIOSH(1994)
- (10) 米国 OSHA 危険有害性の周知基準－規則と危険有害性化学物質リスト (第 5 版), 日本化学物質安全・情報センター(JETOC)(1995)
- (11) Federal Register, Vol. 56, No. 216, p. 57036(Nov. 7, 1991)
- (12) 労働省安全衛生部編, 安衛法便覧Ⅰ及びⅡ, 労働基準調査会(1995)
- (13) 労働省労働基準局安全衛生部監修, 労働基準調査会編, 決定版 改正安衛法ハンドブック－法律および政省令・通達完全対照－, 労働基準調査会(1989)
- (14) 労働基準調査会編, 決定版 改正安衛法ハンドブック・健診編, 労働基準調査会(1989)
- (15) 労働省安全衛生部労働衛生課編, 新版 有機溶剤中毒予防規則の解説, 中央労働災害防止協会(1998)
- (16) 労働省安全衛生部労働衛生課編, 新版 有機溶剤作業主任者テキスト, 中央労働災害防止協会(1997)
- (17) 労働省安全衛生部化学物質調査課編, 有機溶剤作業主任者の実務－能力向上教育用テキスト－, 中央労働災害防止協会(1992)
- (18) 労働省労働衛生課編, 改訂 有機溶剤中毒予防の知識と実践－作業教育用テキスト－, 中央労働災害防止協会(1990)
- (19) 労働省労働衛生課編, 局所排気・空気清浄装置の標準設計と保守管理(上)局所排気装置編及び(下)空気清浄装置編, 中央労働災害防止協会(1985)
- (20) 労働省安全衛生部環境改善室編, 局所排気装置の風量調整確認者テキスト, 中央労働災害防止協会(1997)
- (21) 労働省安全衛生部環境改善室編, 作業環境測定ガイドブック 5－有機溶剤関係－, (社)日本作業環境測定協会(1998)
- (22) 労働省労働基準局編, 昭和 62 年度～平成 12 年度 労働衛生のしおり, 中央労働災害防止協会(1987～2000)
- (23) ECSA, Methylene Chloride, Its Properties, Uses, Occurence in the Environment, Toxicology and Safe Handling (Aug. 2, 1989)
- (24) Alexander, H. C., McCarthy, W. M., Bartlett, E. A., Toxicity of

- perchloroethylene, trichloroethylene, 1,1,1-trichloroethane, and methylene chloride to fathead minnows, Bull. Environ. Contam. Toxicol., 20 : 344 (1978)
- (25) Buccafusco, R. J., Ells, S. J., Leblanc, G. A., Acute toxicity of priority pollutants to bluegill(Lepomis macrochirus), Bull. Environ. Contam. Toxicol., 26:446(1981)
- (26) Hansch, C., Vittoria, A., Silippo, C., Jov, P. Y. C., Partition coefficients and the structure-activity relationship of the anaesthetic gases, J. Med. Chem., 18:546~548(1975)
- (27) Koenemann, W. H., Quantitative structure-activity relationship for Kinetics and toxicity of aquatic pollutants and their mixtures in fish, Utrecht, Pijksuniversiteit, Doctorate thesis(1979)
- (28) National Toxicology Program Annual Report, U. S. Dept. of Health and Human Services(1985~1993)
- (29) 松井, 代替フロン等ハロゲン化炭化水素類の燃焼性評価, 産業安全衛生研究所 特別研究報告(RIIS-SRR)NO.12:23-31(1993)
- (30) クロロカーボン衛生協会 塩化メチレン部会編, 塩化メチレン適正使用マニュアル, クロロカーボン衛生協会(1993)
- (31) クロロカーボン衛生協会 塩化メチレン部会編, 塩化メチレン適正使用マニュアルー関係法令の等の改正についてー, クロロカーボン衛生協会(1995)
- (32) クロロカーボン衛生協会 塩化メチレン部会編, 塩化メチレン適正使用マニュアルー金属洗浄分野における適正使用についてー[改訂版], クロロカーボン衛生協会(1996)
- (33) クロロカーボン衛生協会編集・発行, クロロカーボン適正使用ハンドブック (改訂版)(2000)
- (34) クロロカーボン衛生協会編集・発行, 大気汚染防止法の一部改正及び大気汚染に係る環境基準, 水質汚濁防止法の一部改正, 並びに 1,1,1-トリクロロエタンによる健康障害を防止するための指針について(1997)
- (35) クロロカーボン衛生協会編集・発行, 塩化メチレンに変異原性が認められるとの労働省労働基準局長通達について(1997)
- (36) クロロカーボン衛生協会編集・発行, 塩素系溶剤を今後ともご使用いただくためにー環境問題とその対応ー(1998)
- (37) クロロカーボン衛生協会編集・発行, 水質汚濁防止法の一部改正, 特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(化学物質管理促進法又はP R T R法)の制定, 労働安全衛生法の一部改正等について(2000)
- (38) 中小企業事業団, 中小事業化学物質安全対策情報提供・指導事業 化学物質安全対策講習会テキスト(平成9年度), 中小企業事業団(1998)
- (39) 中小企業事業団, 中小事業化学物質安全対策情報提供・指導事業 化学物質安全

- 対策配布用マニュアル(平成 9 年度)、中小企業事業団(1998)
- (40) 中小企業事業団、中小事業化学物質安全対策情報提供・指導事業 金属洗浄における塩素系有機溶剤の自主管理達成マニュアルー大気汚染防止法の一部改正に基づいてー(平成 9 年度)、中小企業事業団(1998)
- (41) 中小企業事業団、中小事業化学物質安全対策情報提供・指導事業「検知管法による簡易分析マニュアル」ー排出口ガス濃度分析を中心としてー中小企業事業団(1999)
- (42) 中小企業総合事業団、化学物質管理促進法対応講習会テキスト(平成 12 年度版)及び同資料編、中小企業総合事業団(2000)
- (43) 中小企業総合事業団、化学物質の管理について(平成 12 年(2000)10 月版)、中小企業総合事業団(2000)
- (44) IPCS, Environmental Health Criteria 164, Methylene Chloride(Second Edition), WHO(1996)
- (45) Trevor Green, Methylene chloride induced mouse liver and lung tumours: An overview of the role of mechanistic studies in human safety assessment, Human & Experimental Toxicology, 16, 3~13(1997)
- (46) H. Sidebottom, J. Franklin, The atmospheric fate and impact of hydrochlorofluorocarbons and chlorinated solvents, Pure & Appl. Chem., 68 (9):1757~1769(1996)
- (47) 大気汚染法令研究会監修、有害大気汚染物質排出対策マニュアル、ぎょうせい(1999)
- (48) 化学物質管理促進法 P R T R ・ M S D S 対象物質全データ、化学工業日報社(2000)

---

#### 記載内容の取扱い

全ての資料や文献を調査したわけではないため、情報漏れがあるかもしれません。また、新しい知見の発表や従来の説の訂正により内容に変更が生じます。重要な決定等にご利用される場合は、出典等をよく検討されるか、試験によって確かめられることをお勧めします。なお、含有量、物理的及び化学的性質等の数値は保証値ではありません。また、注意事項は、通常的な取扱いを対象としたものなので、特殊な取扱いの場合には、この点にご配慮をお願いします。

---

#### 記載内容の問い合わせ先

担当部門

電話番号

ファックス番号

---

クロロカーボン衛生協会 環境委員会



作 成 平成 5 年(1993) 3 月

最新改訂 平成 16 年(2004) 4 月

---

参考資料 7. 塩素系溶剤製造販売業者・輸入業者及び商品名一覧

会社名	塩化メチレン	トリクロロエチレン	テトラクロロエチレン
旭硝子株式会社 〒100-8405 東京都千代田区有楽町 1-12-1 新有楽町ビル 6F 化学品カンパニー 東京支店基礎化学品グループ 電 話 03-3218-5686 FAX 03-3218-7850	メチレン クロライド	アサヒ トリクロロール	アサヒ パークロール
関東電化工業株式会社 〒100-0005 東京都千代田区丸の内 1-2-1 東京海上日動ビル新館 営業本部基礎化学品部 電 話 03-3216-4563 FAX 03-3216-4581		トリクロロール エチレン	カンデンパークロ
信越化学工業株式会社 〒100-0004 東京都千代田区大手町 2-6-1 塩ビ事業本部化成品部 電 話 03-3246-5085 FAX 03-3246-5089	シンエツソリーナ (金属洗浄及び特 殊グレード)  メチレン クロライド (一般品)		
東亜合成株式会社 〒105-8419 東京都港区新橋 1-14-1 基礎化学品事業部 クロルアルカリグループ 電 話 03-3597-7929 FAX 03-3597-7368	ラピクレン	トリクレン	パークロールエチレン

株式会社トクヤマ 〒105-8429 東京都港区西新橋 1-4-5 トクヤマビル 化成品部門 電 話 03-3597-5036 FAX 03-3597-5020	メチレン クロライド		トクソー パークロ (一般用) トクソー パークロ M (金属洗浄用)
〒150-8383 東京都渋谷区渋谷 3-3-1 渋谷金王ビル 機能材料部門 電 話 03-3597-5120 FAX 03-3499-8963	メタクレン (金属洗浄用)		
アルケマ株式会社 〒100-0011 東京都千代田区内幸町 2-2-2 富国生命ビル 化学品営業本部 工業薬品営業部 電 話 03-5251-9583 FAX 03-5251-9930	塩化メチレン		
ダウ・ケミカル日本株式会社 〒140-0002 東京都品川区東品川 2-2-24 天王洲セントラルタワー 化学品営業本部 電 話 03-5460-2273 FAX 03-5460-6246	メチレンクロライ ドテクニカル  メチレンクロライ ド SVG (金属洗浄用)	ハイトライ	ダウパー

## 参考資料 8. H C F C 系溶剤

### 8. 1 種類

ハイドロクロロフルオロカーボン（H C F C）系溶剤には、HCFC-225 と HCFC-141b がある。これらの溶剤の物性を表 1 に示す。上市されている HCFC-225 は、HCFC-225ca（ $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CHCl}_2$ ）と HCFC-225cb（ $\text{CClF}_2\text{CF}_2\text{CHClF}$ ）の混合物である。

H C F C 系溶剤は、塩素系溶剤や他の溶剤と比べると、以下のような特徴を有する。但し、塩素系溶剤も不燃性である。

- ① 不燃性（HCFC-141b は、引火点はないが、爆発範囲を有する。）
- ② 熱的・化学的安定性に優れ、回収・再利用が可能である。
- ③ 適度な洗浄力を有し、材料への影響が比較的小さい。
- ④ 表面張力、粘度が小さく、浸透性に優れる。
- ⑤ 蒸発潜熱小さく、乾燥が容易である。（HCFC-141b は、やや大きい値を有しているため、場合によっては、結露等の問題が生じる場合がある。）
- ⑥ 比較的毒性が低い。

表 1 HCFC-225 と HCFC-141b の物性

	HCFC-225	HCFC-141b
化学式	$\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CHCl}_2/\text{CClF}_2\text{CF}_2\text{CHClF}$	$\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{F}$
分子量	202.94	116.95
沸点 [°C]	54	32.1
凝固点 [°C]	-131	-103.5
比重 (25°C)	1.55	1.23
粘度(25°C)[mPa/s]	0.59	0.43
表面張力 (25°C) [mN/m]	16.2	18.4
蒸気圧 (25°C) [MPa]	0.038	0.080
蒸発潜熱 (沸点) [kJ/kg]	145	221
蒸発速度(1-テール=100)	90	140
水の溶解度 (25°C) [g-水/100g-溶剤]	0.031	0.042
水への溶解度 (25°C) [g-溶剤/100g-水]	0.033	0.09
引火点	なし	なし
爆発範囲 (空気中) [vol%]	なし	10.8－14.8
KB 値	31	58
SP 値	6.9	7.6

オゾン破壊係数 (ODP) (CFC-11=1)	0.03	0.11
地球温暖化係数 (GWP) (CO <sub>2</sub> =1, 100 年 ITH)	370	630
化審法	2-3586/2-3587	2-3682
安衛法	2-(13)-180/2-(13)-179	2-13-28
CAS 番号	422-56-0/507-55-1	1717-00-6

## 8. 2 取扱い

H C F C系溶剤の取扱いは、塩素系溶剤に準じるが、法律上の規制は、少ない。該当する法律としては、H C F C系溶剤のメーカーが関係するオゾン層保護法とユーザーに関係するP R T R法がある。H C F C系溶剤は、オゾン破壊係数（ODP）を小さいながら有するので、極力、大気中への放出を抑制することが必要である。実際の取扱い上の注意点については、製品安全データシート（M S D S）を参照して適切に取り扱う。また、輸出する場合は、輸出貿易管理令に従い、申請し、承認を得なければならない。

H C F C系溶剤については、旧通商産業省化学品審議会が定めた、以下の削減スケジュールが規定されている。

HCFC-225：2010年から漸次削減し、2020年全廃

HCFC-141b：2000年から漸次削減し、2010年全廃

（HCFC-141 が主に使用されていた発泡剤用途については、2003年全廃済）

## 参考資料 9. 水系洗浄剤

水系洗浄剤は、安全で容易に使用できる「水」をベースに構成されていることから溶剤にない特徴を有する。即ち、塩素系溶剤が、不燃性で、油脂に対する溶解性・乾燥性に優れる一方、人体への毒性、土壌汚染・地下水汚染・オゾン層破壊に見られる大気汚染等の環境問題を抱えているのに対し、水系洗浄剤は、環境や人体に対する影響が低く、無機塩類などの電解質に対する溶解性や粒子汚れに対する分散性に優れ、界面活性剤をうまく組み合わせることにより塩素系溶剤に匹敵する油脂に対する溶解力を有する。しかし、洗浄やすすぎ操作で水が用いられるため乾燥や排水処理対策が必要となる。特に排水処理は、水系洗浄剤を使用する際の経済性に関係し、効果的に排水負荷を低減するために洗浄液自身の排水特性（BOD, COD）の低減化、洗浄設備の効率化、次工程への持ち込み抑制、ノンリンス型水系洗浄剤を用いたすすぎ工程を排除した洗浄システムなどが行われている。

### 9. 1. 種類

水系洗浄剤は、水、界面活性剤、無機・有機ビルダー、防錆剤などから構成され、その液性からアルカリ性洗浄剤・中性洗浄剤・酸性洗浄剤に分類される。水系洗浄剤の種類、主成分、対象となる汚れと特徴を表-1に示す。

1. 水系洗浄剤の種類と特徴

分類	アルカリ性洗浄剤	中性洗浄剤	酸性洗浄剤
主成分	NaOH、KOH、 珪酸ナトリウム、 ポリリン酸、有機アルカリ、 キレート剤、界面活性剤	非イオン界面活性剤 アニオン界面活性剤 両性界面活性剤 キレート剤 水溶性溶剤	リン酸、塩酸 有機酸 界面活性剤 インヒビター
対象汚れ	加工油、切削油、圧延油、 研磨粉、切削粉、ガラス粉	加工油、ピッチ、液晶、 ワックス、	錆、スケール
特徴	①脱脂力に優れる ②粒子洗浄性に優れる ③取り扱いに注意が必要。	①非鉄金属の洗浄に適する。 ②金属類を腐食しにくい。 ③安全で取り扱いが容易。	①錆など特殊な汚れの除去性に優れる。 ②金属を腐食し易い。 ③取り扱いに注意が必要

水系洗浄剤は、概略以下のような特徴を有する。

- ①引火性を示さない（消防法上、非危険物に該当する）。
- ②イオン性汚染物質や粒子汚れに対して優れた洗浄性をもつ。
- ③ 乳化、分散、ケン化、浸透、溶解作用により各種汚れに対応した水系洗浄剤を適宜選定することにより洗浄性が確保できる。

- ④ 洗浄部材の材料への影響を加味した水系洗浄剤の選定が必要となる。
- ⑤ 蒸発潜熱が比較的大きく、乾燥しにくい。
- ⑥ 多くの種類の成分からなり、回収・再利用が難しい。
- ⑦ VOC（Volatile Organic Compound;揮発性有機化合物）は低い。
- ⑧ 比較的安全性は低い。

## 9. 2. 取扱い

水系洗浄剤の取扱いは、洗浄剤の種類、洗浄条件、洗浄方法、ワーク形状などが異なることからマニュアル化が難しい。水系洗浄剤に該当する法律としては、ユーザーの事業所に関係するP R T R法、下水道法、水質汚濁防止法がある。

実際の取扱いにおいては、製品安全データシート（MSDS）を参照して、表－2に記載したP R T R法に該当する第一種指定化学物質の有無とその含有量、液性などを加味して適切に取り扱う。その際、水系洗浄剤は、大気及び土壌への排出はないものとし、公共用水域、廃棄物、下水道への排出に限定して移動量又は排出量として把握する必要がある。リンス排水の公共用水域又は下水道への排出は、下水道法及び水質汚濁防止法を遵守する。特に、水質汚濁防止法では、BOD・COD、ノルマルヘキサン抽出物含有量がそれぞれ160mg/l、160mg/l、5mg/l以下に規制されており、自治体によっては、更に厳しい規制値を課しているところもある。また、輸出する場合は、輸出貿易管理令に従い、申請し、承認を得なければならない。

表－2. 水系洗浄剤に含有される第一種指定化学物質一覧

政令番号	対象物質	備考
16	2-アミノエタノール（モノエタノールアミン）	防錆剤
24	直鎖アルキルベンゼンスルホン酸及びその塩 (R=C10～14 及び混合物)	界面活性剤
43	エチレングリコール	添加剤
44	エチレングリコールモノエチルエーテル	添加剤
45	エチレングリコールモノメチルエーテル	添加剤
47	エチレンジアミン四酢酸（EDTA）	キレート剤
233	ニトリロ三酢酸（NTA）	キレート剤
283	フッ化水素及びその水溶性塩	半導体、無機物除去
299	ベンゼン（特定第一種指定化学物質）	添加剤
304	ほう素及びその化合物	防錆剤
307	ポリ（オキシエチレン）＝アルキルエーテル（R=C12～15 及び混合物）	界面活性剤
308	ポリ（オキシエチレン）＝オクチルエーテル	界面活性剤
309	ポリ（オキシエチレン）＝ノニルエーテル	界面活性剤

### 第3章 有機合成工程の化学物質排出量等管理マニュアル



## 第3章 有機合成工程の化学物質排出量等管理マニュアル

### 1. はじめに

有機合成は、反応の種類が多く、しかも一つの反応を取り上げても、反応の前後に多くの単位操作の組み合わせから成る前処理工程、分離・精製工程等がある。しかも、反応形態も多い。(参照：参考資料1-1：有機合成モデルフローシート、参考資料1-2：反応工程と単位操作、参考資料1-3：気相水素還元反応フローシート、参考資料1-4：酸化反応フローシート)

ここでは、個々の指定化学物質等の取扱いの面からではなく、より汎用性のある単位操作による指定化学物質等管理について記した。すなわち、反応工程及び、分離、精製工程の単位操作の中からは蒸留とろ過を対象とした。また、有機合成反応全体にわたって記述するのではなく、ポイントと思われる事項について事例を示した。

本マニュアルは、「化学物質管理指針」(平成12年3月30日環・通告1)を概説した第I節第1章「化学物質排出量等管理マニュアルについて」の内、有機合成の上記工程に固有な第2項から第6項までについて記述し、事業者が事業所の有機合成工程における指定化学物質等の適正な管理および使用の合理化を図るためのマニュアルを策定する際のガイドラインとすることを目的とする。

### 2. 管理計画の策定

#### 2.1 現状確認

管理・改善計画策定にあたっては、現状の確認、評価と見直しを行い、それに基づき必要ならば、現状の管理計画の修正、改善を行う。

そのためには、まずチェックリストにより現状を確認し、関係者共通の認識のもとに、管理ポイントと次の行動課題を明確化することが重要である。

既存の有機合成工場においては、既に安全設備・公害対策設備が設置され、それらの日常管理及び定期管理が実施されている。ここでは、指定化学物質等の排出防止の観点にしばって現状確認を行う。

現状確認のためのチェックリストの例  
管理体制について

No	項 目	チェック結果
1	指定化学物質等の取り扱い責任者は指名されているか（職務・責任・権限）	
2	指定化学物質等の取り扱い者は指名されているか（職務・責任・権限）	
3	作業要領は工程ごとに作成されているか	
4	教育・訓練は実施されているか（実施結果・記録）	
5	広報担当者は指名されているか（職務・権限・責任）	
6	対外窓口は明確になっているか	
7	対外窓口は公開されているか	

指定化学物質等について

No	項 目	チェック結果
1	取り扱っている指定化学物質等は、すべてリストアップされているか	
2	上記の指定化学物質等は関係者全員に周知されているか	
3	上記の指定化学物質等のMSDSは用意してあるか	
4	上記の指定化学物質等の必要な物性値は、わかっているか	
5	上記の指定化学物質等の排出箇所は、すべてリストアップされているか	
6	上記の排出箇所からの排出物の性状、量、組成のデータはあるか	
7	上記の排出物の組成分析の担当者、分析頻度は定まっているか	
8	上記の排出箇所が属する工程の物質収支はできているか	
9	反応器等の安全弁が作動したときの指定化学物質等の処理の対策はできているか	
10	管理すべき地域範囲（バッテリーリミット）は関係者全員が承知しているか	

（注）No4：必要な物性値とは、融点（又は凝固点）、沸点、引火点、水への溶解度（又は溶解性）、他の溶媒への溶解性、比重、粘度等である。蒸留では、温度－蒸気圧曲線が必要。

## 2. 2 資料の整備

### ① 基礎データシートの作成

排気処理設備、排水処理設備、廃棄物処理設備を含む全工程のプロセスフローシート（P&ID：パイピング・アンド・インスツルメンテーションダイアグラム が望ましい）に、排気、排水、廃棄物がプラント外に出る全箇所を記入する。次いで、その箇所のそれぞれについて、指定化学物質等を含むか否かをチェックし、指定化学物質等を含む箇所については、基礎データ（管理値、実測値）シートに示すようなリストを作成する。

このリストは関係者全員が、いつでも見られるようにしておかなければならない。

基礎データ（管理値・実測値）シートの例

指定化学物質等		A	B	C
指定化学物質等名		ニトロベンゼン	アニリン	
排出箇所	性状			
1	無色	原料貯槽排気		
2	無色		反応器排気	
3	無色	脱水塔排気	←	
4	無色	回収塔排気	←	
常温での状態		液体	液体	
沸点	℃	211	184	
融点	℃	8.7	-6	
水への溶解度	g/100g		3.5	
[管理値]				
排出箇所	流量 (kg/h)	濃度 (mg/m <sup>3</sup> 又はppm)		
		A	B	C
1				
2				
3				
4				
[実測値]				
		年	月	日 時 分
排出箇所	流量 (kg/h)	濃度 (mg/m <sup>3</sup> 又はppm)		
		A	B	C
1				
2				
3				
4				

(注1) 指定化学物質等を含む排出箇所すべてを、1, 2, 3, …と列記する。

(注2) 斜体は記入例である。

(注3) 管理値と対照するように、実測値を記入できるようにしている。

## ② 管理値等の記入

上記のリストに次の項目を記入する。

- ・ 排気、排水、廃棄物の分類を排出箇所と一緒に記入する。
- ・ 性状（色、にごり、臭気など）
- ・ 正常運転時の管理値（流量、各指定化学物質等の濃度）

## ③ 排出量の管理値

指定化学物質を気体や液体、固体で排出する場合には、予め定めた箇所で測定したデータに基づいて管理値を定める。

- ・ 気体の場合・・・濃度
- ・ 液体、固体の場合・・・液体又は固体の発生量×濃度

この管理値は、作業環境、環境対策から見て、妥当な数字でなければならない。また、つねにより低い数字にするように努めなければならない。

## ④ 環境濃度

環境濃度についても管理値（例えば $X\text{ mg/m}^3$  以下）を明確にしておく。環境濃度測定のための日時、場所を明確にしておく。

## ⑤ 異常時、事故時の処置法

異常あるいは事故があった場合の処置法及び連絡法を、あらかじめ決めておく。フローチャートを書くことなどにより、わかりやすくしておく。

## 2. 3 管理計画の策定

現状把握後速やかに管理状況を見直し、より適切な管理と改善を図るため、管理計画を策定する。

### 2. 3. 1 管理計画策定の手順

管理計画策定の手順のイメージをフローチャートの形で次ページに示す。

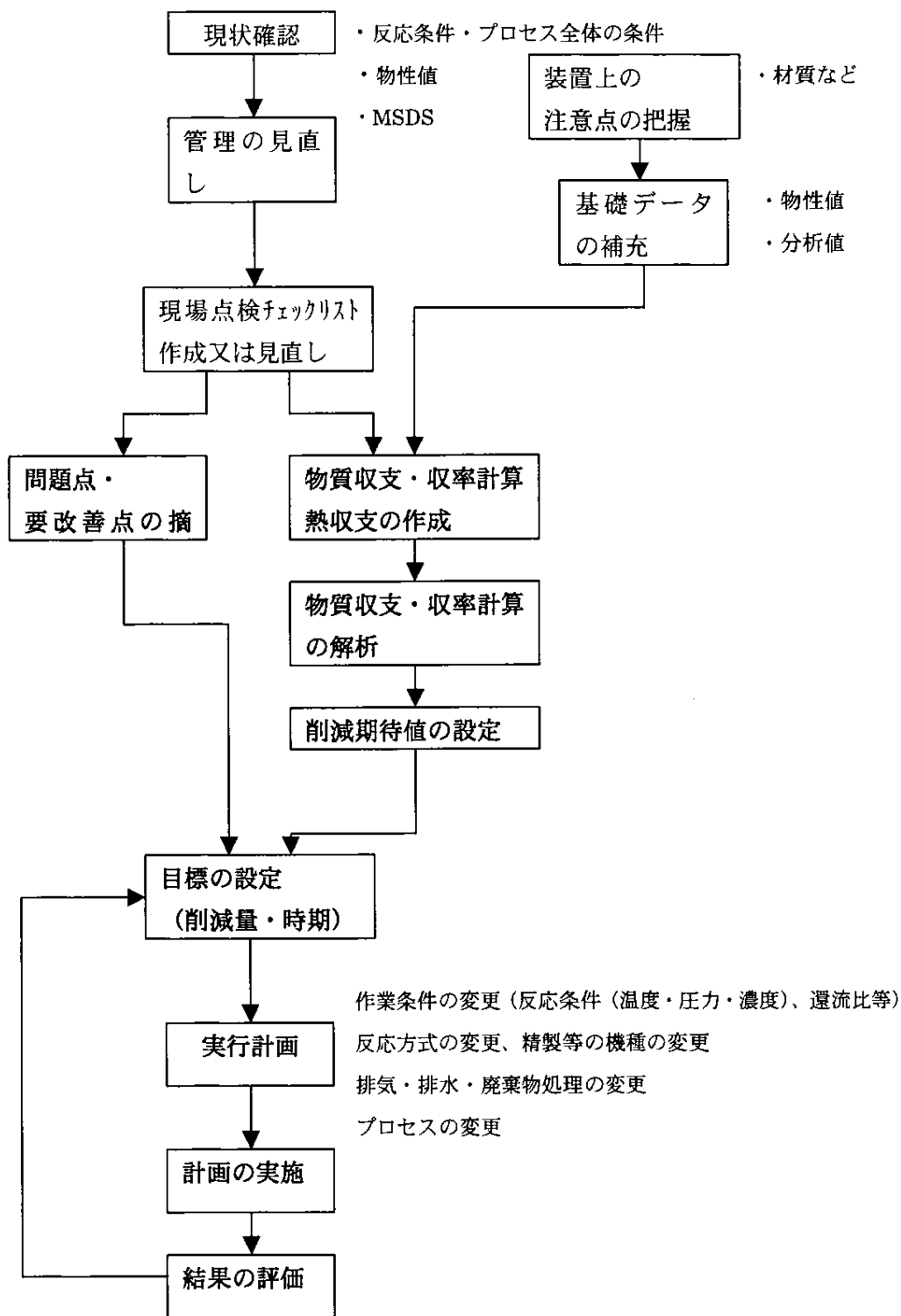
### 2. 3. 2 管理計画策定手順の説明

#### ① 現状確認（反応条件・反応データの把握、物性値の把握）

資料の整備の項で記述した現状の確認を、迅速かつ的確に行う。反応原料や反応生成物の物性も、できるだけ集めておく。蒸留に関しては、温度－蒸気圧曲線、高沸物の濃度－粘度曲線がなければ、測定・採取することが望ましい。（参考資料（3）（4））

反応条件は、生産開始前の小試験或いはパイロット試験又はベンチスケール試験で得られたデータから決まることが多い。現状の管理にも、改善計画のためにも、反応条件を変えたら反応成績はどのようなになるかは知っておかねばならない。反応生成物は分析によってわかるので、その反応データが、どのような分析法によって得られたのかも知っておくのが良い。

# 有機合成 指定化学物質等管理計画策定フローチャート



## ② 現場点検チェックリストの作成又は見直し

現状確認ののち、現場点検チェックリストの作成又は見直しを行う。

## ③ 物質収支

特に有機合成では、反応によって物質の化学変化を起こさせるのであるから、その合成反

応の前後の物質収支を、確実に解析し把握しなければならない。即ち、有機合成で第一に重要なことは物質収支と収率の把握である。

正反応、副反応をすべて挙げて、化学反応式から物質収支を計算し、分析からの実績値と比較する。物質不減であるから、反応前と反応後の重量は一致するか、誤差があっても一致しなくても近くなければならない。誤差が小さい場合には、ロスとして計上する。差が大きい場合には、計算、計量、分析を再チェックする。

単位は、連続反応の場合は単位時間当たりの重量(例えば、kg/Hr)、回分反応の場合は1バッチ当りの重量(例えば、kg/バッチ)である。

なお、反応原料と生成物の他、例えば溶媒を使用している場合は、溶媒の物質収支もとらなければならない。

#### ④ 反応収率

反応原料と反応生成物について、上記の物質収支と同じやり方で、反応収率を求める。反応収率は反応成績を表すものである。主原料から理論的に得られるべき目的物の量に対し、実際に得られた目的物の比によって表す(%/th. th.: theory)。

副生物の数又は量が多い場合には、モルを単位として算出すると反応の解析がしやすい。

(注) 転化率：原料が副生物も含めて、どれだけ転化したかの%

選択率：転化した原料のうち、目的物にどれだけ転化したかの%

#### ⑤ 物質収支・熱収支・収率計算の解析

収支に不合理なところはないか十分解析をする。小試験での反応条件や反応成績と比較して違いすぎることはないかをチェックし、違いが大きい場合には、その原因を検討する。

#### ⑥ 問題点・要改善点の抽出

上記までのことを総括して、問題点を整理・集約し、何をどのくらい改善したいのかを明確にする。現場点検で発見した不具合な箇所で解決していない項目も包含させる。

#### ⑦ 目標の設定

⑤の削減期待値と、その時点での達成可能な削減量の両者を勘案して、何をどれだけ、いつまでに削減するかを目標を設定する。

#### ⑧ 実行計画策定、計画の実施、結果の評価、目標の設定

PDCA(プラン・ドゥ・チェック・アクションのサイクル)を廻していく。

### 3. 管理対策の実施

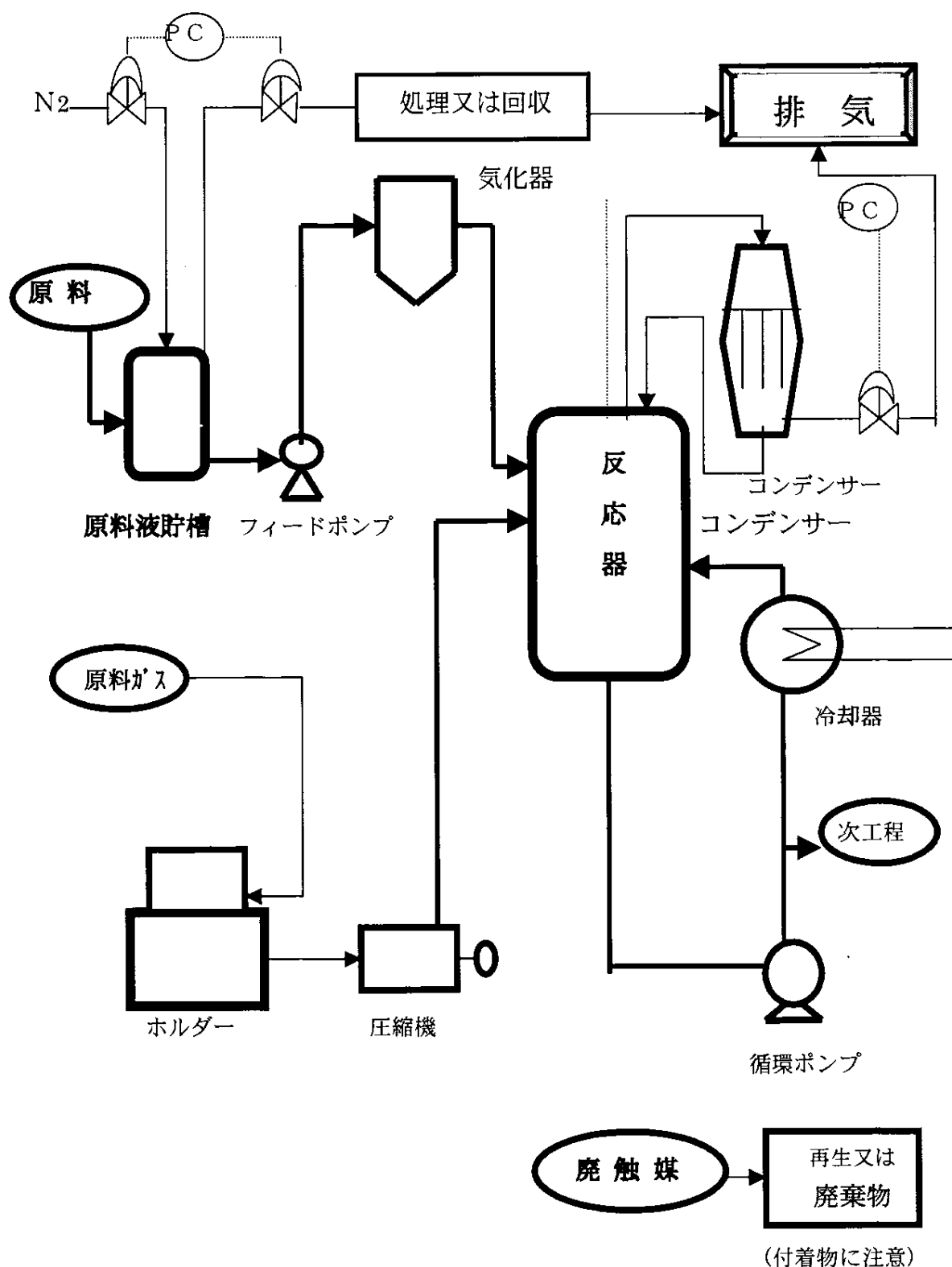
事業者による指定化学物質等の管理の活動において、国が定めた化学物質管理指針で言う「管理対策の実施」と「化学物質の使用の合理化対策」とは密接に関連していることから、両者を厳密に区分して取り扱うことは煩雑さを増し、理解の促進の支障となるおそれがある。この観点から、本マニュアルでは、両者の内容を包括する形で、「管理対策の実施」として化学物質管理に必要となる事項を紹介する。

管理対策の実施は、有機合成の全般に関する事項は反応工程と併せて、全般及び反応工程、蒸留工程、ろ過工程の順に記述した。管理ポイントを明確にするため、反応、蒸留、

ろ過工程の構成図の中に、指定化学物質等を環境に排出する可能性の高い箇所を管理ポイントとして示した。

### 3. 1 全般及び反応工程

#### 3. 1. 1 反応工程構成図



### 3. 1. 2 現場点検チェックリストの例

排出箇所 1：原料貯槽排気 2：反応器排気 3：脱水塔排水

点検者：〇〇××		日時	日時	日時	日時
排気の性状（色、量、臭気）はOKか？	1				
	2				
局排のダクトのダンパー開度は適当か？	1				
	2				
局排のファンの運転は正常か？					
局排処理設備の運転はOKか？					
排水の状態（色、量、臭気）はOKか？	3				
排水溝に油滴や油の粒はないか？					
排水溝に着色はないか？					
排水溝の油切りに油は溜まっていないか？					
防液堤の油切りに油は溜まっていないか？					
最終総合排水の色、量、臭気はOKか？					
配管・弁類・機器からの漏れはないか？					
ポンプ・カシールやグラッドからの漏れはないか？					
ドラム缶からの漏れはないか？					
廃触媒、廃吸着剤の処理は適切か？					
廃触媒、廃吸着剤に指定化学物質等が付着、吸着していないか？					
現場設置の圧力計で反応器の圧力は正常か？					
その他特記事項					
異常がある場合					
原因は何か？					
どんな対策をしたか？					
対策の結果は？					
その他特記事項					



### 3. 1. 3 現場点検の全般的注意事項

日常管理では、常に現場をよく見て、味覚以外の五感を働かして管理すること。施設・機械の点検だけでなく、とくに排気、臭気、排水溝に注意する。

これらの点検のための現場パトロールは、毎日、時間を決めて行うのは勿論、常に注意が必要である。

- ① ポンプ、ブロワ、圧縮機などの回転機器に異常音などの異常はないか。→ 異常音があればできるだけ早く修理する。
- ② ポンプのメカニカルシールやグランドパッキンから流体の漏れはないか。→ 漏れがあれば、漏れ防止の対策をとる。
- ③ その他の機器に異常や流体の漏れはないか。→ 異常や漏れがあれば早く対策をとる。
- ④ 機器からの排気箇所に着色や臭気はないか。現場に臭気はないか。排水溝に異物や油の塊又は粒はないか。
- ⑤ 配管やフランジ、バルブのグランドなどから流体の漏れはないか。
- ⑥ 計装機器、電気機器に異常はないか。特に圧力計、圧力計器の検出端に閉塞などの異常はないかを点検する。
- ⑦ やむを得ずドラム缶に指定化学物質等や溶液を入れて置いている場合、ドラム缶の穴あきや破れで指定化学物質等やその溶液が地面に漏れていないか。漏れていると、土壤への浸透の原因になる。ドラム缶の厚みは薄く、中に入れた指定化学物質等と材質的に合わない場合もあり、破れる危険がある。→ できるだけ早く処分するが、やむを得ずある程度の期間置く場合には、コンクリート舗装のように不浸透性の場所に置き、かつ雨水等が入らないようにする。
- ⑧ 回分式反応、回分蒸留のように温度の上げ下げがある場合は、温度が上がったときにフランジのボルトの伸びによりフランジ漏れが生じることがあるので、特に注意し、必要ならば増し締めを行う。
- ⑨ 熱交換器等の冷却水は、冷却塔で冷却して循環使用することが多い。熱交換器等の伝熱管に破れや穴が生じた場合、プロセス側の流体が冷却水の中に漏れてくるので、冷却塔ピットの冷却水の観察をしていると漏れが早期に発見できる。

これらを主体に現場点検を行う。現場点検は前ページの例のようなチェックリストによって行くと良い。頻度は少なくとも、勤務時間内に1回以上行う。

#### 管理ポイント

- ・排気、排水、廃棄物それぞれの処理のフローシートを作成しておく。
- ・排気の色や臭気、排水溝の異物や油に特に注意。五感を使う。
- ・回転機器の音、メカニカルシール・グランドパッキンからの漏れに注意。
- ・正規の機器ではない例えばドラム缶に、一時的に指定化学物質等やその溶液を入れる場合には、漏れて土壤に浸透することがないように特に注意する。
- ・冷却塔ピットの冷却水を観察していると、熱交換器の伝熱管等の破れが発生した場合に早期に発見することができる。

### 3. 1. 4 集合処理と発生源管理

排水、排気をまとめて集合処理する場合の管理は、法令を遵守して行うのは当然であるが、それだけでなく、個別発生源の管理が不可欠である。

排水については、集合処理の段階で異常を発見しても、対応が間に合わず外部に排出してしまうおそれや、それを防ぐために運転を停止する事態に陥ることもあり得る。個別発生源で早く対応すれば、そういう事態を未然に防ぐことが可能である。

排気については、局所排気設備（局排）と排気処理設備の組み合わせになるが、局排の個別排気ダクトには、ダンパーを付け、開度を調節しておくことが重要である。これによって、局排のファンに近いダクトはよく吸引するが遠い所は吸引せず局排が機能しないということを防ぐことができる。

#### 管理ポイント

- ・排水管理は個別発生源の異常等の早期発見により確実に管理する。
- ・局排の各ダクトのダンパーの開度は、運転開始時に時間をかけて調整し、各ダクトからできるだけ均等にファンに吸引するようにする。

### 3. 1. 5 原料貯蔵関係注意事項

#### ① 液体原料貯槽

固定屋根式液体貯槽で注意すべき点は、揮発性液体の場合、液の注入時に静電気が発生してそれが火源となり、火災・爆発の危険があることである。その対策としては、静電気が逃げるようアースボンドを付けたり、タンク上部をイナートガスでシールする方法などがある。この場合、シール流量が過大であると、揮発性液体のベーパーが外部に排出することが起こる。

イナートガスによるシールとは別に、次のような蒸発によるタンクからの損失（排出）があることにも留意する必要がある。

呼吸による損失：タンク上部空間の温度変化や貯蔵している液体の温度変化による損失

受入による損失：液体の受け入れ時に、タンク上部の空間のベーパーと空気が放出されることによる損失

払出による損失：タンク上部の空間が増加し、この部分に入り込む空気に対し新たにベーパーが発生することによる損失

浮き屋根式貯槽の場合には、呼吸による損失、受入による損失は殆どない。払出による損失は浮き屋根の下降により側板に付着した貯留液の蒸発により損失があることに留意する。

経済産業省・産業環境管理協会共編「有害大気汚染物質対策の経済性評価報告書」（参考資料4（1））によれば、500kLのベンゼンタンクの年間蒸発損失量の計算値は、固定屋根式貯槽―円錐屋根の場合 5.9kL、固定屋根付き浮き屋根貯槽の場合 0.3kL である。

#### ② 粉粒体の貯蔵

粉粒体の貯蔵でも、粉塵爆発の防止のため、窒素などイナートガスで上部空間をシール

することがある。昇華性固体でなければベーパーとして排出するおそれはないが、イナー  
トガスの流量が過大であると、多くの粉体が排気に同伴して排出されることがあるので注  
意を要する。

### ③ その他原料関係

取扱量が少ない原料等は、紙袋の荷姿で入荷することがあるが、必ず室内冷暗所で、湿  
気が来ない所に保管すること。万一漏れても土地に浸透しない舗装した場所に保管する。  
貯蔵、保管には、貯槽、貯蔵、保管場所ごとに責任者を定める。

### 管理ポイント

- ・ 受入損失、払出損失を少なくするには、できるだけ貯槽の液面が変動しないように  
する。
- ・ 液体原料をローリー又はタンク車から原料貯槽に受け入れるときは、液面上昇に  
よりベーパーが排出される。それを防ぐためには、原料貯槽の排気管からローリー又  
はタンク車に配管し（一部フレキシブルホース）、貯槽からの排気をローリー又はタ  
ンク車に戻すとよい。受け入れ液量と同じ体積の排気がローリー又はタンク車に戻  
り、排気の放出が少ない。

## 3. 1. 6 反応関係注意事項

### ① 反応条件

すべての反応は、圧力と温度が最重要な条件である。通常、計装によってあらかじめ設  
定条件にコントロールされているが、反応条件については常に注意が必要である。反応器  
の圧力、温度は計器を二種類付けて、いわゆるデュアルチェックをすると良い。

### ② 反応状況

反応圧力、温度が見かけ上正常であっても、原料の組成、反応液の組成、反応液の濃度、  
気相を含む反応の場合の上部空間の気体組成、等々の条件の違いから、反応に異常や不具合  
が発生することがある。異常又は不具合を早期に発見して、対策をとり復旧に努めることが、  
大きなトラブルを未然に防ぐことに通じ、指定化学物質等の排出を防ぐことになる。

反応の異常又は不具合を早く知るためには、

- ・ 反応生成液等の分析、その他、反応の状況又は条件を的確に知ることができる分析（例  
えば気体反応でのパージガス組成）を適当な頻度で行い、かつ責任者がその結果から状  
況を判断し、必要な処置がとれるようにしておくこと。

そのためには、分析箇所、分析項目、頻度、サンプリング及び分析方法、分析担当者、結  
果の連絡ルート等をあらかじめ、ルール化し徹底しておく。

- ・ 分析の他に、反応液の色・透明度が正常時と違うことから異常がわかる場合もあり、こ  
の場合には、通常から、色や透明度を現場パトロールの点検項目にしておくことよい。

### ③ 反応器からのイナートガス

反応でガスが発生する、危険防止のためにイナートガスをパージする、あるいは原料のガ  
スに含まれるイナートガスが反応器内で蓄積するのでそれをパージする、などの理由で

反応器からの排気ガスが多いことがある。

それと同時に、反応温度が高いことが多いので、反応の原料や溶媒である指定化学物質等が、排気に含まれ又は同伴して多量に排出されることがある。このような場合には、必ず、冷却・凝集のための凝縮器、洗浄塔、吸着塔などの回収又は除去設備をつくり、作業管理を徹底することが必要である。

#### 管理ポイント

- ・ 反応は圧力と温度が重要条件である。
- ・ 反応生成物の分析で反応の状況を的確に知る。反応液の色、透明度で判断できることもある。この場合には、通常から、色や透明度を現場パトロールの点検項目にしておくといよい。
- ・ 反応器の排気には、凝縮器、洗浄塔、吸着塔のような回収又は除去設備をつくる。

#### 3. 1. 7 設備の管理

あらかじめ、工場全体の年間保全計画、或いは二、三年間の保全計画をつくり、それに基づいて実施するのが良い。特に連続運転工場は、法規該当機器の内部点検時期に合わせて、定期修理（定修）を行うのが通例である。バッチ運転工場は、運転の間の適当な時期に、各機器を順次、適当な間隔で点検するように計画する。

特に、洗浄塔、排気ブロワなど、指定化学物質等の排出に関係する機器は、頻度多く点検する。

ガラスライニング(GL)反応器の点検は、ガラスが破損しないよう注意。補修が必要なときは、GL メーカーに相談する。

指定化学物質等を扱う場合、貯槽であっても長時間の間に、意外に異物が蓄積することがある。例えば硫酸貯槽など。

定期修理をはじめ、指定化学物質等を取り扱う機器の点検整備をする場合には、点検整備計画の立案のときに、点検整備に際して発生する排気、排水、廃棄物の処理方法を点検整備計画の中に織り込まなければならない。

- ・ 工場全体の年間又は長期保全計画をつくる。
- ・ 指定化学物質等の排出に関係する機器は、頻度多く点検する。
- ・ 機器の点検整備計画立案のときには、点検整備に際して発生する排気、排水、廃棄物の処理方法を織り込まなければならない。



### 3. 2. 2 現場点検チェックリストの例

	日時	日時	日時	日時
配管フランジ、バルブグランドからの漏れはないか？				
回転機器のシールの漏れ、その他の異常はないか？				
真空発生装置は正常に運転しているか？				
真空発生装置からの排気は、所定の処理がなされているか？				
留出液又は留出水の量、色は正常か？				
缶出液の量、粘度等は正常か？				
凝縮器のプロセス側の出口温度は正常か？				
凝縮器の冷却水（冷媒）側の出口温度は正常か？				
その他特記事項				
異常がある場合				
原因は何か？				
どんな対策をしたか？				
対策の結果は？				
その他特記事項				

### 3. 2. 3 蒸留工程注意事項

#### ① バッチ蒸留

バッチ蒸留では、塔内の温度を見ながら、例えば、溶剤回収、低沸カット、製品蒸留、高沸排出のように順次、受器を切り替えながら分離を行うことが多い。

バッチ蒸留で特に注意すべき点は、連続蒸留と違って、装置の状況が不連続に変わる点である。1バッチを終わってから次のバッチを始めるまでの間、或いは蒸留条件を変える間に装置の不具合が起こることがある。例えば、計器のセンサーの検出端の閉塞による計器の不調や蒸留塔内部での閉塞などの不具合である。塔内部での閉塞は、充填塔でのバッチ蒸留で、凝固点が高いものが温度低下により固化したり、経時変化によって変質して固化したりすることによる場合が多い。塔内部での閉塞があると、次回バッチでボトム液を炊き上げるときに、ベーパーが塔内を上昇せず、ボトム部分にベーパーが蓄積し、圧力が異常に上昇して危険である。上記のことを早期に発見するには、

- ・塔のボトムとトップの差圧が異常に大きくないかをチェックする。
- ・ボトム加熱時間に対するボトムやその他塔内の圧力と温度のデータをとって異常の有無をチェックすることが必要である。

#### 管理ポイント

- ・バッチの間隔が空く場合など、装置の状況が不連続に変わることがあり、特に塔の閉塞に注意する。塔の閉塞を知らずに蒸留を始めると、塔底圧力の異常上昇を惹き起こす。
- ・塔底と塔頂の差圧、塔内の圧力と温度のデータを取り異常の有無をチェックする。

#### ② 真空蒸留

真空下で蒸留を行うことにより、沸点を下げる即ち常圧に於けるよりも低い温度で蒸留ができる。したがって、高温の熱源や高圧の水蒸気が不要になるため、真空蒸留を採用することが多い。

真空蒸留を行うためには、真空発生装置が必要である。その主なものは、スチームエジェクターと真空ポンプである。以前は設備費が安いスチームエジェクターが多く使われたが、プロセス流体を使用する大量の排水が出ることなどから、最近は真空ポンプが多く使用されている。

有機合成反応で水が生成したり、溶媒として水を使用することも多く、この場合には、塔頂から水蒸気が留出し凝縮器で凝縮して、留出水となる。有機物が含まれることが多いので適当な処理が必要であるが、通常作業時にも処理が正常であるかを、簡単な分析や排水の色の観察などでチェックすることが必要である。

真空発生装置にスチームエジェクターを使用していると、排水が発生する。循環使用しても、一部はパージが必要で、適正な処理をしてから排出しなければならない。

後述する水蒸気蒸留では、塔内に水蒸気を吹き込むので、それが塔頂から留出し凝縮で凝縮して排水になる。水蒸気は有機物などの分圧を下げ蒸発しやすくするために行うので、

有機物が一緒に留出凝縮して排水に混入することが多い。

高沸カットの場合、高沸分が廃棄物となることが多い。

#### 管理ポイント

- ・ 留出物の沸点が下がるので、凝縮器で十分低い温度に冷却する。
- ・ 真空漏れなどで、空気などの漏れこみが多いと、未凝縮ペーパーが排気に逃げる。
- ・ 留出液又は留出水の色に注意する。着色は指定化学物質等の混入、色の変化は異常による組成の変化のおそれがある。

#### ③ 溶媒回収蒸留

有機合成反応では、反応の溶媒として有機溶媒を使うことが多い。また、未反応原料の回収、反応生成物の回収、あるいは排水処理などに有機溶媒を抽出剤として使うことも多い。これらの有機溶媒は、炭化水素などで低沸点のものが殆どである。これらはVOC (Volatile Organic Compound、揮発性有機化合物)と称せられ、主なものとしては、ベンゼン、トルエン、キシレン、スチレンなどがあり、殆どが指定化学物質等である。

溶剤回収蒸留では、これらの低沸点溶媒を留出物とすることが多く、指定化学物質等の管理としては、真空など蒸留系の排気、低沸点留出物がポイントになる。

#### 管理ポイント

- ・ 蒸留系の排気及び低沸点留出物の管理がポイントである。

#### ④ 水蒸気蒸留

水蒸気蒸留は、沸点が高く熱分解しやすい物質中の、不揮発性不純物を除去するために用いられることが多い。この場合、水蒸気は熱源としての役割と目的成分（不揮発性不純物）の分圧を下げ、沸点を低くする役割を兼ねる。

水蒸気蒸留では蒸留塔に水蒸気を直接吹き込むので、目的成分（不揮発性不純物）が水に溶けにくい場合に用いられる。・・・例：アニリン－水

蒸留塔に吹き込んだ水蒸気は目的成分と共に留出し、凝縮液を比重差により分液する。吹き込んだ水蒸気は、わずかに溶解する有機物を含む排水になり得るので、管理に注意を要する。

#### 管理ポイント

- ・ 排液が有機物を含む場合が多いので排液の管理に注意する。

### 3. 2. 4 設備の管理

連続蒸留の場合には、工場全体の定期修理（定修）の時に、定期点検を行う。

蒸留工程として特に点検管理すべきポイントは次の通りである。



### ① リボイラー

- ・リボイラーは、多管式であることが多い。強制循環、自然循環のいずれであっても、管束に塔からリボイラーに液が流入し、リボイラーのシェル側から加熱源で加熱されて、塔内で再蒸発するための熱量が与えられる。液はリボイラーで熱量を与えられ、塔に戻ってからその熱量に見合う分だけ蒸発する。塔に戻る前に蒸発することを防ぐために、リボイラー出口と塔の間の配管に制限オリフィスを入れるなどの対策が必要である。
- ・塔からリボイラーの管束に液が流入する時は、管の入り口で渦流が起こる。この渦流は、管の磨耗による腐食（エロージョン）の原因となる。液の流速が大きいときは、エロージョンの危険性が大きい。液が塔に戻る前に蒸発すると、流速が過度に早くなり、リボイラー管束出口などにエロージョンが発生する。
- ・以上のような懸念があるので、定修のときにはリボイラーの両サイドを外して、管束各管内側の液入口、液出口をよく観察し、必要ならば管厚測定を行う。
- ・上記の点検でエロージョンが見られる場合には、制限オリフィスの点検、取替え（孔径変更を含む）など防止対策をとると共に、各管入口、出口に適切な材質のプロテクターを付ける等の対策を行う。
- ・リボイラー管束の各管内外にスケールが付着していないかよく観察し付着物は掃除する。

### ② 蒸留塔

- ・塔内部に腐食やスケーリングがないか、よく点検する。蒸留塔内部では急激な蒸発が起こり、流速が急に増えている部分があるので、腐食についてよく点検する。
- ・底部（ボトム）はリボイラーから大流量の液が戻ってくるので、液が衝突する側の壁はエロージョンの懸念があり、注意して点検する。

### ③ 凝縮器

- ・留出ペーパーを凝縮するには、縦型又は横型の多管式凝縮器（チューブラー・コンデンサー）を使うことが多い。冷媒には水（冷却塔との循環水）を使うことが多い。冷却水は下から上に流すが、上部の空間の空気抜きが不十分であると、高温の留出ペーパーが上部から入ってきたとき、その熱で冷却水が急激に蒸発（フラッシュ）して、管束の管外側からエロージョンを起こすおそれがあるので、定修時に点検が必要である。
- ・冷却水の水質によっては、管外側が腐食することがあるので、定修時に点検が必要である。泥状物が付着していると、腐食が要注意である。

#### 管理ポイント

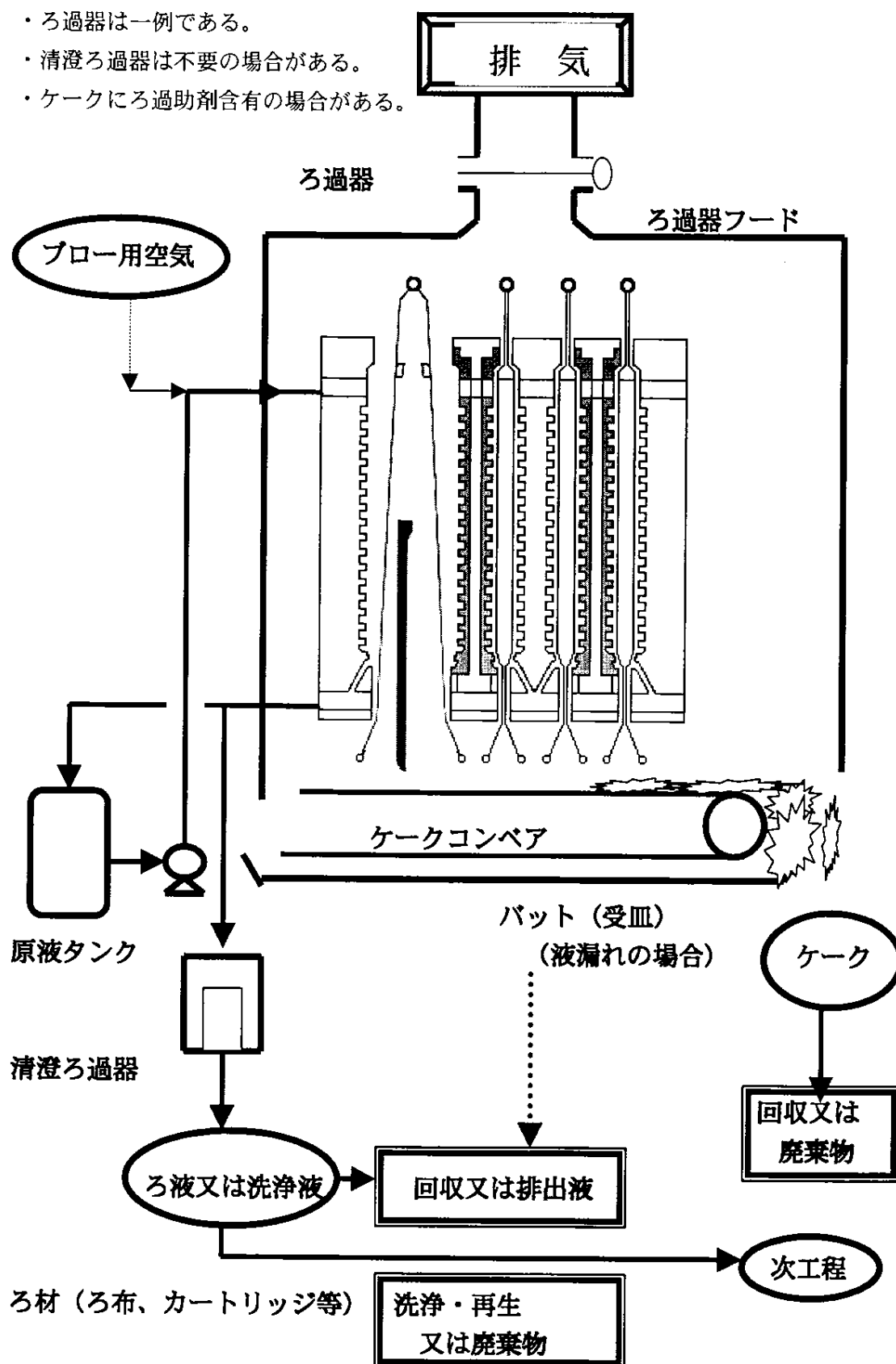
- ・リボイラー、凝縮器のような熱交の伝熱管内側入口・出口にエロージョンがないかをチェックする。
- ・リボイラー、凝縮器のような熱交の伝熱管内外にスケール付着がないかをチェックする。
- ・リボイラー廻りの配管に制限オリフィスがあれば、点検する。
- ・蒸留塔内部に腐食やスケーリングがないかチェックする。
- ・凝縮器の伝熱管外に、冷却水フラッシュによるエロージョンがないかをチェックする。

### 3. 3 通過工程

ろ過には、種々の形式がある（参照：添付資料 2，3）。ろ過工程の標準的な構成図を示す。

### 3. 3. 1 通過工程構成図

- ろ過器は一例である。
- 清澄ろ過器は不要の場合がある。
- ケーキにろ過助剤含有の場合がある。



### 3. 3. 2 現場点検チェックリストの例

	日時	日時	日時	日時
配管フランジ、バルブグランドからの漏れはないか？				
回転機器にシールの漏れ、その他の異常はないか？				
真空発生装置は正常に運転しているか？（注）				
真空発生装置からの排気は所定の処理がなされているか？（注）				
ろ液に固形分の混入はなく、ろ液は清澄か？				
ろ過器やろ布からの漏れはないか？				
ろ過圧は正常か？				
ケーキの取り出し時、周囲への飛散はないか？				
ケーキの重量、含液率、組成は正常か？				
使用後のろ布、カートリッジの処理は適当か？				
使用後のろ布、カートリッジに指定化学物質等が付着していないか？				
その他特記事項				
異常がある場合				
原因は何か？				
どんな対策をしたか？				
対策の結果は？				
その他特記事項				

（注）真空ろ過の場合

### 3. 3. 3 ろ過工程注意事項

#### ① 連続ろ過時

ろ液に固形分の混入はないか、サイトグラス等から確認する。

最大の要注意箇所は、ろ布からの液及びペーパー漏れである。ろ布はろ枠やフランジに挟んで締め付けていることが多い。ろ布とろ枠の間、ろ布自体から液又は液が蒸発したペーパーの漏れがないか、チェックする。

(注1) 漏れ防止対策としては、ろ布の周囲に合成樹脂やゴム糊のようなものを塗ってろ布の繊維の毛管現象による漏れを防ぐ方法がある。この場合、内容液や固形分に混入して品質劣化のトラブルを起こすことがないかテストが必要である。

(注2) 円筒形ろ過器の口径が大きいフランジの漏れ防止には、Ｏーリングが有効なことが多い。

ろ過圧即ちろ過器への原液装入の入口の圧力は、ろ過が円滑に進行しているかを知るために重要な点検項目である。ろ布の目詰まりやケーキの付け過ぎなどによりろ過が順調に行われていないと、ろ過圧が正常値より上がり、原液がろ過器の外部に漏れ出す原因になる。原液の装入ポンプが渦巻ポンプなどの非容積式ポンプであれば、ポンプ仕様の締め切り圧力までしか上がらないが、ギヤポンプや往復動ポンプのような容積式ポンプであるところ過圧が異常に上昇し、ろ過器から外部に原液が吹き出すことがある。

(注) 容積式ポンプの場合、吐出圧力の異常上昇を防ぐため、安全弁（戻し弁）が付いているが、その設定が高過ぎたり、作動が不十分なことがあるので注意する。

#### 管理ポイント

- ・ろ液に固形分の混入がないことを確認する。
- ・ろ布からの液・ペーパーの漏れがないことを確認し、漏れがあればその対策を行う。
- ・ろ過圧が高すぎると漏れの原因になるので、ろ過圧のチェックをする。

#### ② 廃棄物の重量等のチェック

ろ過は固体と液体を分離する操作であり、どちらかを廃棄物として排出することが多い。ケーキの場合、水洗等による置換が不十分で、ケーキ中に指定化学物質等が正常値より多く含まれていれば、見かけ上正常であっても、指定化学物質等の排出量が増えることになるので、重量、含水率、組成のチェックが必要である。また、ろ布、カートリッジなどのろ材を廃棄するとき、指定化学物質等が完全に除去されているかのチェックも必要である。

#### 管理ポイント

- ・廃棄物となるケーキの重量、含液率、組成をチェックする。
- ・ろ布、カートリッジ等の廃棄の際、指定化学物質等が完全に除去されているかチェックする。

#### ③ ろ過後のケーキ排出

ケーキの排出が自動か、手動か、で大きな相違がある。ケーキ排出が自動で密閉化されていれば排出が異常なく行われていることを確認すればよい。手動であると、取り出しのときケーキがオープンになるので、周囲への飛散、ベーパーの発生に注意が必要である。ケーキがオープンになったとき、ベーパーが外部に飛散しないよう、フードを付けて局所排気（局排）をし、排気は洗浄塔に導く。フードはケーキ取り出し作業の邪魔にならないよう工夫が必要である。

ケーキの含液率をチェックする。含液率が高いと液が流出することがある。含液率はろ過でかなりよく圧搾している場合でも70%程度あり、通常75~80%程度である。正常時の含液率が何%であるかは、測定により知っておく必要がある。作業に慣れれば、目視で正常か異常かは判断できる。

原液が水スラリーではなく、有機液体のスラリーの場合には、排出の前に水洗して、有機液体をできるだけ除いておく必要がある。ケーキ排出時に、水洗が正常に行われているかどうかをチェックすること。

#### 管理ポイント

- ・ ケーキの排出が手動の場合、周囲への飛散、ベーパーの発生に注意する。ベーパー発生対策として、フードを付けて局所排気し、排気は洗浄塔等に導く。
- ・ ケーキの含液率が高すぎないかに注意する。
- ・ ケーキ中の有機液体を水洗などで置換する。

#### ④ ケーキ排出後等のろ過器組み立て

ろ枠を外してケーキを取り出す場合には、再び組み立てて復旧し、次のろ過に備えることになる。ろ布、ガスケット等を点検して、取替えが必要ならば新しいものと取り替える。ケーキ排出の度毎にろ枠を外さなくても、ろ過器内の掃除のため外すときも同様である。

組み立て後、必ず、空気圧、窒素圧、又は水压で圧力テストをすること。組み立てや締め付けが悪いと、上記のように液漏れが起こる。圧力テストはまず、圧力を所定より低めにかけて、漏れがないことを目視や音で確認してから、所定の圧力まで上げて保圧試験をする。漏れた空気、窒素、水が人体に当たると危険な場合があり、十分注意のこと。漏れがある場合は、石鹼水などで漏れ箇所を突き止める。

組み立ての時、ろ枠など取り外した部分のガスケット面に、固体が付着していると、液漏れの原因となる。圧力テストで漏れを検出したら、もう一度解体して、不具合箇所を整備し組み立て直さなければならない。

#### 管理ポイント

- ・ ろ布、ガスケットを点検し、必要なら取り替える。
- ・ 組み立て後、圧力テストをする。

### 3. 3. 4 設備の管理

ろ過器は種類が多く、それぞれに特有な設備管理の方法があるので、それについては、使用しているろ過器の取扱い説明書、メーカーの指示などに従う。ここでは、一般的事項のみ述べる。

#### ① ろ材

ろ紙、ろ布、不織布、焼結金属及びセラミックや繊維のカートリッジなどがある。ろ材のうち特にろ布の種類は多い。実際の原液でテストして最適なものを選定する。チェックポイントとしては、・ろ液清澄度 ・ろ液の品質への影響 ・ろ過速度  
・目詰まりの程度 ・ケーキ剥離性 ・耐薬品性 ・寿命

取替えが必要なので、適正量の予備を持っておく。使用済のろ布やカートリッジは廃棄物になるので、その処置に注意する。特に、化学物質が付着していないかチェックする。

#### ② ろ過助剤

ろ過には二つの異なるメカニズムがあり、ろ材ろ過とケーキろ過である。ろ材ろ過で形成されたケーキによって、定常的なろ過即ちケーキろ過が行われる。

原液濃度が薄いときや、粒子径が非常に小さくてろ過が困難な場合には、ろ過助剤を使うと、ケーキが形成され、或いはケーキの多孔性が増加して、ろ液の清澄度がよくなって定常的なケーキろ過に進む。ろ過助剤をろ液中に適量装入するのをボディーフィードと言い、ろ材表面にあらかじめコーティングしておくことをプリコートと言う。ろ過助剤を使用すると流動抵抗が大きくなり、ろ過速度が減少する。従って、ろ過助剤を使用するときは、助剤の種類、粒度、使用量を、原液のろ過特性に合わせて最適に選定しなければならない。ろ過助剤の材質としては、けいそう土（シリカ）、パーライト（ガラス片状珪酸塩）が多く使われる。

ろ過助剤を使うときの問題点は、ろ過助剤がケーキと一緒に排出されることである。即ち廃棄物が増加することである。ケーキを回収したい場合には、ろ過助剤との分離が難しいので、ろ過助剤は使用しにくい。

（参照：参考資料2 反応、蒸留、ろ過の分類）

（参照：参考資料3 ろ過器の種類）

## 4. 管理改善・使用の合理化の事例

「技術は日進月歩する」ものであり、常に改善に努めることは、現状をよく把握することにもなり、指定化学物質等管理の上からも必要となることである。

### 4. 1 改善事例

反応、蒸留、ろ過の3工程の改善の事例を次表に示す。

指定化学物質等	工程	排出場所	改善内容	備考
管理の改善				
液体全般	全般	ポンプシャフト	グランドパッキングからオシールへの変更	漏れ防止
全般	全般	排水	冷却塔パージ水量の適正化、清缶剤の適正化。	
揮発性液体	全般	排気	貯槽の温度を下げる。	
同上	全般	排気 パージガス	シール用付特ガスの流量を必要最小限に下げる。	流量計の設置
液体・固体	全般	敷地	ドラム缶置場のコンクリート舗装による土壌への浸透防止	製品以外のものをドラム缶に入れるのは不適切。緊急避難にすぎない。
気体、 揮発性液体	全般	排気	局所排気設備の設置。貯槽や機器から発生し処理しにくい排気や、ポンプのオシールなど液が漏れてパージガスが出やすい箇所にフードを設けてファンにより局所排気し、洗浄塔又は吸着塔で処理する。	処理方法（洗浄塔、吸着塔、燃焼等）を検討する。
液体、固体	全般	廃棄物、 排水	焼却炉の設置。（塩素系化合物等は、燃焼により酸性ガスが発生する他、有毒ガスが発生するおそれがあり、燃焼温度を上げるなどが必要。）	メーカーとよく打ち合わせる。
揮発性液体	反応	排気	ローリ等から原料貯槽に受け入れる時、排気管をローリ上部空間に戻す配管をする。	体積の増加がなく、排気が出ない。

（次ページに続く）

指定化学物質等	工程	排出場所	改善内容	備考
ろ過助剤の減少又は変更	ろ過	廃棄物	ろ過助剤はケーキと一緒に廃棄物になることが多い。量を減らせば廃棄物の減少になる。	
ケーキそのもの及び含有する液	ろ過	排水、廃棄物	<p>取り出し頻度を減らしケーキとしての収量を減らす。ケーキの収量を減らすと、床面洗浄排水も減る。ケーキ含有液による収量も減る。</p> <p>① ケーキ厚み増、ケーキ付着の均一化による現ろ過器のろ面利用。</p> <p>② 機器の能力増（ろ枠、ろ葉の増など）</p>	
使用の合理化				
揮発性液体	全般	排気	排気ガス吸着塔の設置（活性炭、シリカゲル又はゼオライト）	
揮発性液体	反応蒸留	排水	冷却水によるノックアウトコンデンサーのような直接冷却凝縮を、間接冷却に変える。	
同上	同上	同上	<p>凝縮器の強化</p> <p>① 冷却水温度を下げる。</p> <p>② 伝熱面積増</p>	冷却温度を下げるため、パッキングチラーを付設する方法もある。
副生物	反応	廃棄物	副生物の有効利用を検討する。	
触媒、吸着剤、付着物	反応	同上	触媒、吸着剤は指定化学物質等を、吸着・吸蔵している。廃棄前の洗浄による回収強化により、指定化学物質等の排出を減らす。	
原料・副生物	反応	排水、廃棄物	反応溶媒の変更。沸点がより高い溶媒に変更して反応温度を上げることにより、反応速度、反応収率を上げ、副生物を減らす。	例：モノクロロベンゼン→ジクロロベンゼン 試験が必要。
揮発性液体	全般	排気	抽出溶媒の変更。沸点が高い溶媒に変更して、蒸気圧が低いことによる排気への溶媒バックの収量を減らす。	例：ベンゼン→トルエン

（次ページに続く）



指定化学物質等	工程	排出場所	改善内容	備考
揮発性液体	蒸留	排気	蒸留塔真空ポンプ等からの排気の系内への回収	真空系では凝縮しにくいので、圧力が高い反応工程等に戻し、その排気から系外に出す。
同上	蒸留	同上	空気が系内に入ると危険であるなどの理由で上記ができないときは、ボイラの燃焼空気に混ぜるという方法もある。	ボイラとの関係で、前処理が必要な場合あり、ボイラメカと打合せ必要。
液体・固体	蒸留	排水、廃棄物	還流比を増やして分離を良くし、排出物を減らす。	熱量消費は増える。
揮発性液体	蒸留	排水	エjectorを真空ポンプに替える。	
ケーキ、ろ過助剤が含有する液	ろ過	排水、廃棄物	ケーキやろ過助剤に含まれる液（通常ケーキの含液率は75%程度）はケーキやろ過助剤をそのまま廃棄すればロスになる。十分洗浄して溶液として回収する。 シャワーリングなどでリンスし、バブリング又はろ過器本体回転で攪拌して洗浄する。	水洗又は溶媒洗浄
ケーキ・ペーパー・ろ液	ろ過	廃棄物	ろ過器の機種変更 密閉構造・ケーキ自動排出のろ過器に変更することにより、ケーキ飛散、ベーパー排出、ろ液のロスを減らす。	

## 4. 2 改善事例の概要

### ① 排気・排水・廃棄物処理の改良

現在の処理設備を更に強化することによる、排出物を減らすための改善である。

例えば、未凝縮ペーパーの排気へのロスを減らすため、反応バージガス凝縮器を強化する（伝熱面積の増加、台数の増加）。

除去設備としては、各所の排気をブロワで集めて、活性炭処理設備あるいはPSA法（Pressure Swing Adsorption）を利用したガス回収設備（吸着剤としてシリカゲル又はゼオライト使用）を通す方法がある。

（注）PSA法を利用したガス回収設備については、参考資料4（1）を参照されたい。

排気を外部に出すことができず、適当な回収・処理方法がない場合には燃焼させることになる。各種の排ガス処理装置、排ガス処理システムが各社から市販されている。

ボイラーがある場合には、適切な安全対策をとった上で、燃焼空気に混ぜて燃焼させることも一つの方法である。この場合、前処理が必要なことがあり、事前にボイラーメーカーに相談すべきである。

## ② 反応条件の変更と削減目標の設定

圧力・・・気液反応で気体の拡散が律速の場合には、圧力を上げると反応速度が上がる。

機器の耐圧や気体の圧縮機的能力など付帯条件を勘案すること。

温度・・・反応温度を上げれば、反応速度は上がるが、副反応はどうなるか、温度を上げると重合物が増えないか、などを勘案して検討する。

濃度・・・溶媒反応の場合、生成物の濃度を下げれば収率が上がる人が多いが、生産能力が下がる、溶媒回収のエネルギーロスが大きくなる、などの不利な点がある。これらを勘案して検討する。

その他の条件を含め、反応条件の変更により、収率向上など物質収支上の改良ができる目途がついたならば、それに基づいて削減目標を設定する。達成可能と思われるより、やや、高めに設定すると良い。

## ③ 反応方式・反応器の変更と削減目標の設定

反応方式の変更や反応器の変更は、大きな設備投資を要することが多いので、十分な試験と検討、特に費用対効果の計算が必要である。しかし、比較的設備費が少なく大きな効果を上げることもあり、技術的にいろいろな角度から検討することが必要である。

## ④ 副生物の利用

②、③によって副生物を減らすことができればよいが、それができない場合には次善の策として副産物をそのまま、又は別の製品の原料として利用できないかを検討する。広く他の分門にも要請して協力してもらうのがよい。

## ⑤ 試験と検討を前提とした反応自体の変更

- ・ リスクが大きいので、十分な試験と検討が必要。
- ・ 例えば、溶媒類を沸点が高いものに変更する。反応溶媒は反応成績や副生物などの問題があり、相当な試験が必要である。しかし、思わぬ改良を見つけることもあり、可能性があれば積極的に追及するとよい。
- ・ 反応の原料転換、プロセス転換→ 反応転化率の向上→ 未反応原料の減少  
→ 反応選択率の向上→ 低沸又は高沸副生物の減少

反応だけでなく、プロセス全体が変わる場合もある。総合的に可能性(Feasibility)を検討すること。

## ⑥ 抽出溶媒の変更

抽出溶媒を沸点が高いものに変更すると、溶媒回収蒸留で凝縮がしやすくなり、この溶媒の外部への排出が減る。抽出溶媒の場合も事前の試験は必要だが、反応溶媒より変更しやすい。

## ⑦ 蒸留塔真空ポンプ等からの排気の系内への回収

真空系では凝縮しにくい低沸物を、反応系などの常圧以上の系に戻し、凝縮しやすくして回収する。但し、真空漏れの空気が反応系に入ると反応に影響するような場合には、これはできない。また、窒素などイナートガスで系内に入るが変化しないガスは、必ずどこかからは系外に排出しなければならない、それに同伴する指定化学物質等をできるだけ少なくしなければならない。

#### ⑧ 蒸留塔真空ポンプ等からの排気をボイラー用燃焼空気に回収

空気が系内に入ると危険であるなどの理由で、前項で対応できないときは、ボイラーの燃焼空気に混ぜるという方法もある。ボイラーとの関係で前処理が必要な場合があるので、ボイラーメーカーと打ち合わせが必要である。

#### ⑨ ろ過ケーキ等が含有する液の回収

ろ過ケーキやろ過助剤に含まれる液（通常のろ過ケーキの含液率は75%程度）は、ろ過ケーキ等をそのまま廃棄すればロスになる。水で洗浄できるならば、シャワーリングなどでろ布からリスラリーし、窒素バブリングで攪拌して洗浄するよう設備を改造する方法もある。ろ過器自体を軸の廻りに回転させて洗浄するろ過器もある。

#### ⑩ ろ過ケーキが廃棄物の場合のケーキ量の削減

ケーキの発生源から削減できないか、反応工程などの前の工程から検討する。又、ケーキ自体は減らなくても、ケーキの含液率を下げることで排出物の量を減らせないか検討する。圧搾の強化、空気ブローの強化、ろ過器の機種変更などの方法がある。

【例】 固形分（100%）が、Xトン/月 発生するとする。含液率を現在の80%から75%に下げることができれば、ケーキ排出量は4 Xトン/月から3 X トン/月に減る。即ち X トン/月(固形分発生と同じ量)が減る。またケーキ洗浄をしていないか、していても不十分な場合には、Xトン/月中に含まれるろ液分が回収できる。

#### ⑪ ろ過助剤の減量又は変更

ろ過助剤が廃棄物になっている場合に、助剤を減らす、又はやめることができないか、或いはろ過助剤を変えて量を減らすことができないかを検討する。

#### ⑫ ろ過器の機種の変更

処理量によるが、ケーキの自動排出、ろ過器の密閉化が望ましい。ケーキの自動排出を目的としたものは、以前から自動フィルタプレスがあったが、遠心力でケーキを振り落とすリーフフィルターや掻き取り羽根でケーキを掻き落とす自動ヌッチェ型ろ過器も使われている。

ろ過の場合には、設計計算だけで機器を選定することは難しい。必ず実液試験をしなければならない。例として次のような手順が考えられる。

現在の状況を把握し、できるだけ数値として整理する。→ 問題点を摘出する。→ 機種変更後の目標を設定する。できるだけ項目毎に数値で表す。→ 機器のカatalog等で候補機種を複数ピックアップする。→ メーカーと接触する。メーカーのデータシートに、こちらのデータや条件を記入する。→ メーカーに実液を送る。→ 小規模テストで可能性のあるデータが得られたら設備費を計算し、採算性をチェック、検討する。→ テスト機借用又はメーカーでの立会い試験で、長時間の試験を行う。

(注) メーカーは、それぞれ独自の小規模テストのレシピを持っている。最初は少量の実液試料でテストができる。それにより可能性があると判断した場合に、量を多くした長時間テストに入る。

#### 4. 3 改善スケジュールの例

局所排気設備（局排）設置スケジュールの例

	第一期	第二期	第三期	第四期
(1) 排気箇所の決定	↔			
・排気分析				
・排気箇所の決定				
(2) 処理方式の決定	↔			
・調査・検討・試験				
・決定				
(3) 設計		↔		
・排気配管				
・処理設備				
・排風機				
(4) 設備費・運転費算出		↔		
(4.) コスト計算		↔		
(6) 投資決定			◆	
(7) 機器購入			↔	
(8) 設置工事				↔
(9) 試運転				↔

(注1) 1期は4～6ヶ月

(注2) 処理方式は、洗浄塔、吸着塔、燃焼等

(注3) 試運転後、結果の評価と次の対策の検討を行う

ろ過器の機種変更計画スケジュールの例

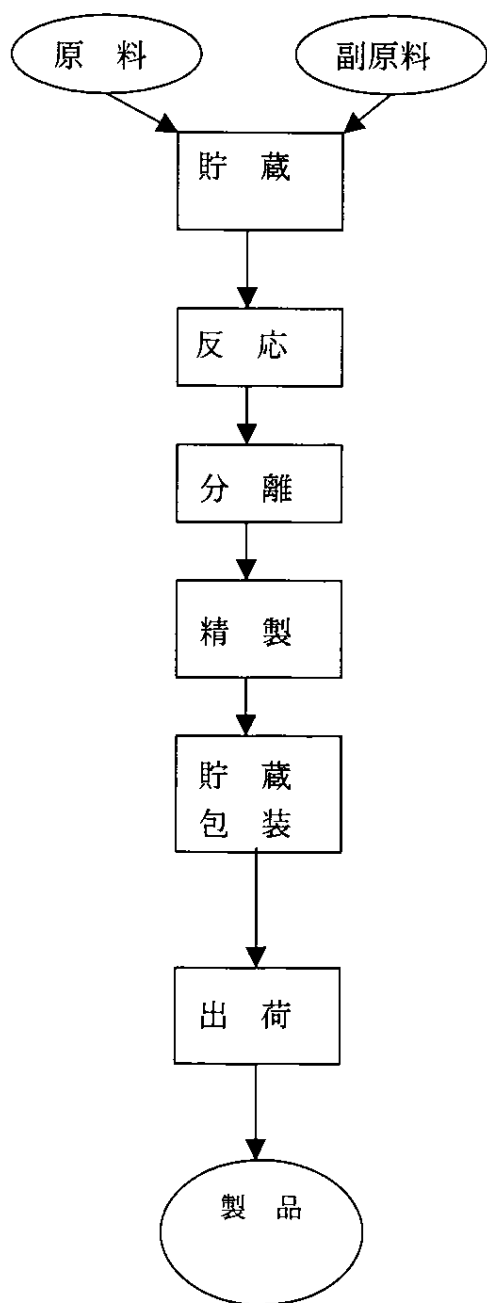
	第一期	第二期	第三期	第四期
(1) 目標設定	↔			
・現状を数値で把握				
・問題点の摘出				
・改善の目標設定				
(2) 候補機種の選定	↔			
・カタログ等資料収集				
・一次選定				
・メーカーと接触				
・二次選定				
(3) 実液試験		↔		
・メーカーのデータシートに記入				
・少量試料を送る				
・メーカーで実液試験				
(4) 設備費・採算性		↔		
・設備費算出				
・ケーススタディー				
(4.) 確認試験			↔	
・大型試験機試験				
(6) 実機設置工事			↔	
(7) 試運転				↔

(注1) 1期は3～6ヶ月

(注2) 試運転後、結果の評価と次の対策の検討を行う

## 参考資料

### 参考資料 1-1 有機合成モデルフローシート



#### 単位操作

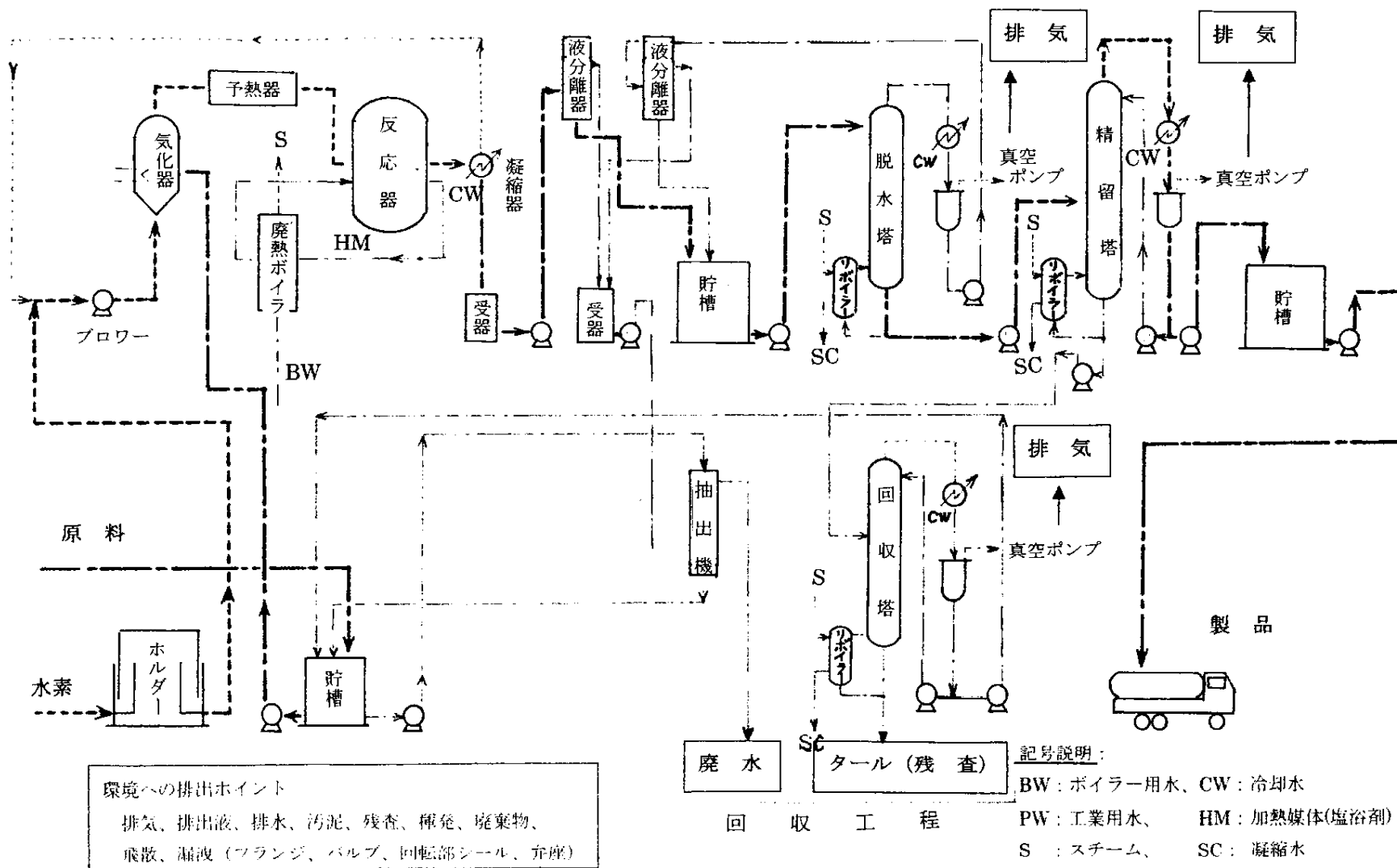
蒸発(気化)、晶析(晶出)、吸収、抽出、吸着、洗浄、  
濾過、沈降分離、遠心分離、深冷分離、脱水、中和、  
混合、攪拌、粉碎、圧縮、造粒、伝熱 乾燥、調湿  
蒸留(精留)

#### 共通単位操作・共通設備

加熱、冷凍、高圧装置、真空装置、輸送、集塵、排水処理、排ガス処理、廃棄物処理、

## 参考資料 1-2 反応工程と単位操作

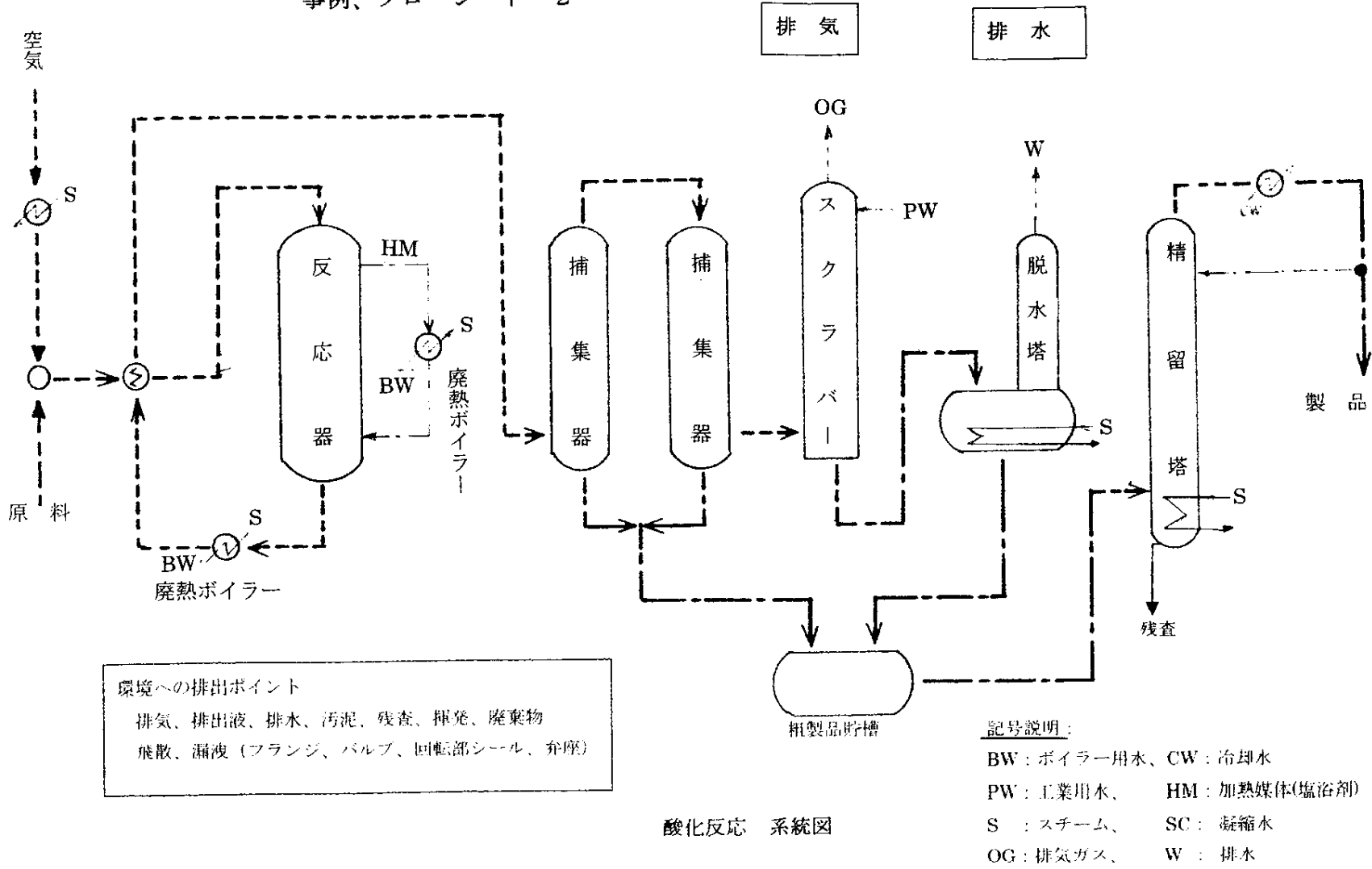
反応工程名	化学物質反応例	単位操作
酸化	ベンゼン → 無水マレイン酸	反応、洗浄、脱水、精留、伝熱
還元	ニトロベンゼン → アニリン	蒸発、反応、脱水、精留、濾過
水素化	ベンゼン+水素 → シクロヘキサン	反応、脱ガス、蒸留、伝熱
脱水素	エタン → エチレン	分解、蒸留、圧縮、洗浄、 深冷分離
脱水	プロピレン+アンモニア+酸素 → アクリロニトリル+青酸+水	反応、吸収、蒸留、脱水
水和	エチレンオキシド → エチレングリコール	反応、蒸留、脱水、
付加（塩素化）	ベンゼン+塩素 → モノクロルベンゼン	反応、中和、蒸留、ガス洗浄 吸収
重合	オレフィン → ポリオレフィン	圧縮、反応、攪拌、分離、 造粒
イソシアネート 化	芳香族アミン+ホスゲン → イソシアネート	反応、攪拌、蒸発、蒸留
分解	ナフサ → オレフィン類	分解、蒸留、圧縮、洗浄、 深冷分離、
ハロゲン化	エチレン → 塩化ビニルモノマー	反応、蒸留、吸収、中和
ニトロ化	ベンゼン → ニトロベンゼン	反応、晶析、分離、蒸留
スルホン化	ベンゼン → ベンゼンスルホン酸	反応、分離、洗浄
アミノ化	エチレン+アンモニア → エチルアミン類	反応、蒸留、吸収
エステル化	エタノール+酢酸 → 酢酸エチルエステル	反応、攪拌、蒸発、蒸留
加水分解	プロピレン+水（硫酸） → イソプロパノール	吸収、反応、中和、蒸留
アルキル化	ベンゼン+プロピレン → キュメン	反応、脱ガス、蒸留、乾燥 分離
転位	無水フタル酸 → テレフタル酸	反応、中和、晶析、転位、 乾燥
異性化	混合キシレン → p-キシレン	脱水、晶出、深冷分離、反応 精留、
レドックス	アクロレイン+イソプロパノール → アリルアルコール+アセトン	反応、蒸留、



気相水素還元反応 系統図



事例、フローシート 2



酸化反応 系統図

## 参考資料 2 反応、蒸留、ろ過の分類

### 1. 反応の分類

反応形式による分類・・・管型反応装置、槽型反応装置、燃焼型反応装置

取り扱い物質の状態による分類・・・(1) 気相、液相、固相

(2) 均一相、不均一相

反応層による分類・・・流動層、移動層、固定相（いずれも、○○床とも言う）

操作による分類・・・連続式、回分式

反応圧力による分類・・・常圧反応、加圧反応

反応熱による分類・・・発熱反応、吸熱反応

反応器の材質による分類・・・ガラスライニング(GL)反応器、カーボンスチール(SB材)反応器、ステンレススチール(SUS)反応器、その他の材質

### 2. 蒸留の分類

作業方法による分類・・・連続、バッチ（回分）

型式による分類・・・棚段塔（泡鐘塔、多孔板塔等）、充填塔

作業条件による分類・・・加圧蒸留、常圧蒸留、真空蒸留

目的による分類・・・成分分離、原料回収、溶剤回収、製品精製

（成分分離は更に分けると、低沸カット、高沸カットとなる。）

蒸留の方式による分類・・・単蒸留、平衡蒸留、水蒸気蒸留、共沸蒸留、抽出蒸留

自分の作業対象である蒸留が、上記の（1）～（5）それぞれのどれに該当するかを把握しておく必要がある。

### 3. ろ過の分類

作業の方式による分類・・・a. 連続ろ過、ケーキ蓄積後ろ過をやめてケーキ排出

b. 全自動

作業の目的による分類・・・a. ろ液回収、ケーキ廃棄

b. ケーキ回収、ろ液廃棄

c. ろ液・ケーキ共に回収

ろ過器のろ過圧力による分類・・・

a. 重力式 b. 真空式 c. 加圧式 d. 圧搾式

ろ過器の形式による分類・・・a. ろ過器をオープンすることがある b. 完全密閉

処理の目的による分類・・・a. 清澄ろ過 b. 精密ろ過 c. 限外ろ過 d. 除菌ろ過

### 参考資料3 ろ過器の種類

重力式	連続式・・・ロータリースクリーン 回分式・・・砂ろ過器、ヌッチェフィルター
真空式	連続式・・・円筒多室型・・・ドラムフィルター 円筒単室型・・・ヤングフィルター 垂直円盤型・・・ディスクフィルター 水平回転円盤型・・・ホリゾンタルフィルター 水平走行型・・・水平ベルトフィルター 回分式・・・ヌッチェフィルター、リーフフィルター
加圧式	連続式・・・加圧型プレコートフィルター、 加圧型スクレーパーディスチャージフィルター 回分式・・・フィルタープレス、シュナイダーフィルター、 自動ヌッチェ型フィルター
圧搾式	連続式・・・ベルトプレス、スクリュープレス 回分式・・・チューブプレス、マルスプレス
その他	カートリッジ型・・・焼結金属、焼結金網、繊維、膜

## 参考資料4 参考にした資料

### 全般

- (1) 経済産業省、(社)産業環境管理協会：有害大気汚染物質対策の経済性評価報告書  
(2004年2月)

121 ページ～ タンクの蒸発損失  
127 ページ～ 固定屋根式貯槽から固定屋根付き浮き屋根貯槽に改造する  
場合の仕様見直しと改造費用  
132 ページ～ PSA 法  
202 ページ～ マイクロガスタービン(MGT)

### 反応関係

- (2) 大塚英二著：現代化学工学：反応システム上・下 丸善刊(1974)

### 蒸留関係

- (3) 化学工学会編：化学工学の進歩 37 蒸留工学—基礎と応用—、槇書店刊(2003)  
(4) 化学工学会編：化学工学物性定数 Vol.1-23 丸善、化学工業社(1980-2002)

### ろ過関係

- (5) 化学工学協会（現化学工学会）編：化学装置便覧（改定二版） 丸善刊（1989）  
(6) 白戸紋平監修、杉本泰治著：ろ過のメカニズム 地人書館刊(1978)

### **参考資料**

**指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び  
第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針  
（平成１２年３月３０日環境庁・通産省告示１）**

**『特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律に基づく「指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針」(平成12年3月30日環境庁・通産省告示1)』 通称:化学物質管理指針**

特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(平成11年法律第86号)第3条第1項の規定に基づき、指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置に関する指針を定めたので、同条第4項の規定に基づき、公表する。

本指針は、事業者による化学物質の自主的な管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止するため、指定化学物質等取扱事業者が講ずべき第一種指定化学物質等及び第二種指定化学物質等の管理に係る措置を定めるものである。

指定化学物質等取扱事業者は、化学物質の管理及び環境の保全に係る関係法令等を遵守することはもとより、本指針に留意して、事業所における指定化学物質等の取扱い実態等に即した方法により、指定化学物質等の取扱い等に係る管理を行うとともに、その管理の状況に関する国民の理解を深めるよう努めなければならない。

なお、本指針においては、特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律(以下「法」という。)の定義に従うほか、第一種指定化学物質及び第二種指定化学物質を「指定化学物質」というものとする。

第一 指定化学物質等の製造、使用その他の取扱いに係る設備の改善その他の指定化学物質等の管理の方法に関する事項

1 化学物質の管理の体系化

(1) 化学物質管理の方針

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等の管理の改善を図るための化学物質管理の方針(以下「方針」という。)を定めること。

(2) 管理計画の策定

指定化学物質等取扱事業者は、上記(1)により定めた方針に即して、指定化学物質等の管理の改善を図るために行うべき行動に係る具体的目標を設定するとともに、これを達成する時期及び具体的方策を定めた管理計画(以下「管理計画」という。)を策定すること。

(3) 管理計画の実施

ア 組織体制の整備

指定化学物質等取扱事業者は、管理計画を确实かつ円滑に実施するため、指定化学物質等を取り扱う事業所及び事業活動に伴って付随的に第一種指定化学物質を生成させ、又は排出することが見込まれる事業所において、管理計画の実施に明確な責任を持ち、当該計画に盛り込まれた措置の実施の権限が与えられた責任者及び担当者指名すること等により管理責任を明確化すること等により、環境安全部門、購買部門、製造部門等全ての関係する部門において計画に盛り込まれた措置が确实に実施される体制を整備すること。

イ 作業要領の策定

指定化学物質等取扱事業者は、管理計画を実施するために必要な指定化学物質等の管理に係る措置の内容を具体的に定めた作業要領(以下「作業要領」という。)を策定すること。

ウ 教育、訓練の実施

指定化学物質等取扱事業者は、化学物質の管理の改善を促進し、環境の保全上の支障を未然に防止することの重要性を踏まえ、方針、管理計画及び作業要領を周知徹底するとともに、これらの确实かつ円滑な達成又は実施を確保するため、指定化学物質等を取り扱う者、指定化学物質を排出する工程に従事する者及び管理部門の従事者等全ての関係者に対して、その内容に係る教育、訓練を継続的に実施すること。

エ 他の事業者との連携

指定化学物質等取扱事業者は、他の指定化学物質等取扱事業者から、指定化学物質等の適切な取扱い等に関する情報の提供等の要請があった場合には、適切な情報の提供等を行うよう努めること。

#### (4) 管理の状況の評価及び方針等の見直し

指定化学物質等取扱事業者は、方針、管理計画及び作業要領に照らして指定化学物質等の管理の状況についての評価を実施するための手順及び体制を確立するとともに、当該評価の結果を方針、管理計画及び作業要領並びに実施体制に反映させることにより、これらの継続的な見直しの実施に努めること。

### 2 情報の収集、整理等

#### (1) 指定化学物質等の取扱量等の把握

指定化学物質等取扱事業者は、第一種指定化学物質の排出量及び移動量を把握し、及び指定化学物質等の管理の改善に資するため、指定化学物質等の取扱量等（製造量、使用量、貯蔵・保管量等）並びに指定化学物質等を取り扱う施設及び設備の設置、運転等の状況を把握すること。

#### (2) 指定化学物質等及び管理技術等に関する情報の収集

指定化学物質等取扱事業者は、利用可能な文献、データベース等を活用することにより、自ら取り扱う指定化学物質等の性状及び取扱い並びにその管理の改善のための技術及び手法に関する情報の収集に努めること。また、当該情報を利用することにより、必要な管理対策を実施すること。

### 3 管理対策の実施

指定化学物質等取扱事業者は、上記2により把握、又は収集した情報に基づいて、取り扱う指定化学物質について、その有害性、物理的・化学的性状、排出量並びに排出ガス及び排出水中の濃度等を勘案しつつ適切な手法により、以下の管理対策の実施に取り組むこと。

#### (1) 設備点検等の実施

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等を取り扱う場合には、作業要領に従って適正に作業を実施するとともに、指定化学物質等を取り扱う施設及び設備の損傷、腐食等による指定化学物質の漏えいの有無等について定期的に点検し、その結果異常が認められた場合には、速やかに補修その他の必要な措置を講ずること。

#### (2) 指定化学物質を含有する廃棄物の管理

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質を含有する廃棄物の発生抑制等とともに、廃棄物が運搬されるまでの間は、適正に保管すること。また、当該廃棄物の処理を委託する場合にあっては、必要な情報を委託業者に提供すること。

#### (3) 設備の改善等による排出の抑制

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等を取り扱う施設及び設備について、下記事項に留意しつつ、取り扱う指定化学物質等の性状及び事業所における取扱い実態に即して漏えい、揮発、浸透等に対する措置を講じることにより、指定化学物質の大気、水及び土壌への排出の抑制に努めること。

##### ア 水及び土壌への浸透等の防止構造

指定化学物質等の取扱いに係る施設の床面は、指定化学物質の水及び土壌への浸透を防止することができるよう、適切な不浸透性の材質とすること。また、必要に応じ指定化学物質の性状に応じた被覆処理を行う等の浸透防止措置を講ずること。さらに、取り扱う指定化学物質等の量及び態様に応じて、施設の周囲に防液堤、側溝を設置すること等により、指定化学物質の水及び土壌への流出を防止するための適切な措置を講ずること。

##### イ 大気への揮発等による排出の抑制構造

揮発性の高い指定化学物質等の取扱いにおいて、揮発又は飛散により指定化学物質が大気へ排出されるおそれがある場合には、設備等の密閉構造化等により指定化学物質の大気への排出を抑制するための適切な措置を講ずること。

##### ウ 排ガス処理設備又は排水処理設備の設置

燃焼、揮発等により指定化学物質が大気へ排出され、又は排水等に含まれて水等へ排出される場合には、その排出量、濃度等の状況に応じ、必要に応じて排ガス処理設備又は排水処理設備を設置するよう努めること。

##### エ 指定化学物質等の取扱いに係る施設及び設備の維持及び管理

指定化学物質等の取扱いに係る施設及び設備（配管等を含む。）は、地上に設置する等、その維持及び管理が容易に実施できる構造とすること。

#### (4) 主たる工程に応じた対策の実施

指定化学物質等取扱事業者は、次に示す主たる工程ごとの対応事項に留意しつつ、事業所における取扱い工程を見直し、(1)から(3)までに掲げる対策その他の指定化学物質の排出の抑制に必要な対策の実施に努めること。

##### ア 貯蔵(入出荷、移送、分配を含む。)工程

指定化学物質を含む原燃料、製品等の貯蔵、移送又は分配を行う場合においては、貯蔵施設、移送設備等からの漏えい、飛散、揮発等による指定化学物質の環境への排出を抑制するため、貯蔵タンク等の施設及び設備の密閉化、物質の入出荷ロスの防止その他の必要な措置を講ずること。

特に、揮発性が高い物質を取り扱う場合には、還流装置(ペーパーリターンライン)の設置、浮屋根式構造を有する貯蔵設備の設置その他の必要な措置を講ずること。

##### イ 製造(反応、混合、熱処理等)工程

反応、混合、熱処理等の工程において、指定化学物質又は指定化学物質を含む原材料及び製品を取り扱う場合には、反応槽、混合槽等の装置からの揮発又は漏えい、排水に含まれての排出、バルブやフランジ等からの漏えい等による指定化学物質の環境への排出を抑制するため、反応装置等の密閉構造化、排ガス処理装置又は排水処理装置の設置その他の必要な措置を講ずること。

##### ウ 機械加工工程

切削、研磨、粉砕、押し出し等の作業を行う場合においては、指定化学物質を含む原材料からの発じん、潤滑油、切削油剤等の漏えい、揮発等による指定化学物質の環境への排出を抑制するため、集じん装置等の設置、潤滑部の密閉化その他の必要な措置を講ずること。

##### エ 脱脂工程及び洗浄工程

製品の脱脂又は洗浄の作業を行う場合においては、指定化学物質を含む脱脂剤又は洗浄剤からの揮発等による大気への排出、水溶性溶剤を含む排水による水への排出を抑制するため、脱脂装置又は洗浄装置の密閉構造化、洗浄槽における適正な温度管理、十分な液切りの実施等の作業方法の改善その他の必要な措置を講ずること。

##### オ 塗装工程、印刷工程及び接着工程

塗装、印刷、接着等(以下「塗装等」という。)の作業を行う場合においては、指定化学物質を含む溶剤、顔料等からの揮発又は飛散による大気への排出、排水に含まれての水への排出等を抑制するため、塗装等に用いる設備等の密閉構造化、乾燥装置の適切な温度管理、排ガス処理装置又は排水処理装置の設置その他の必要な措置を講ずること。

##### カ メッキ工程

金属表面のメッキ処理等の作業を行う場合においては、メッキ液からの揮発又はメッキ液のミスト(霧状の微小な液滴)の飛散による指定化学物質の大気への排出、メッキ液を含む排水による水への排出等を抑制するため、洗浄集じん装置又は排水処理装置の設置、メッキ装置の材質の改善その他の必要な措置を講ずること。

##### キ 染色工程及び漂白工程

製品の染色、漂白等の作業を行う場合においては、指定化学物質を含む染料、漂白剤又は溶剤からの揮発による大気への排出、排水に含まれての水への排出を抑制するため、染色装置、漂白装置等の密閉構造化、排ガス処理装置又は排水処理装置の設置その他の必要な措置を講ずること。

##### ク 殺菌工程及び消毒工程

食器、器具等の殺菌、消毒等の作業を行う場合においては、揮発性の高い指定化学物質を含む消毒剤、防腐剤、殺菌剤等からの揮発による大気への排出、排水に含まれての水への排出を抑制するため、殺菌設備、消毒設備等の密閉構造化、排ガス処理装置又は排水処理装置の設置その他の必要な措置を講ずること。



#### ケ その他の溶剤使用工程

アからクまでに掲げる工程以外の工程において揮発性又は水溶性の高い指定化学物質を含む溶剤等を使用する作業を行う場合は、溶剤使用装置、乾燥装置等の設備の密閉構造化、乾燥装置等の適正な温度管理、排ガス処理装置又は排水処理装置の設置その他の必要な措置を講ずること。

#### コ その他の燃焼工程

アからクまでに掲げる工程以外の物の燃焼を伴う工程においては、非意図的に生成する指定化学物質の大気への排出を抑制するため、燃焼温度の管理、二次燃焼装置、排ガス冷却装置等の設置その他の必要な措置を講ずること。

### 第二 指定化学物質等の製造の過程における回収、再利用その他の指定化学物質等の使用の合理化に関する事項

#### 1 化学物質の管理の体系化、情報の収集、整理等

指定化学物質等取扱事業者は、第一の1「化学物質の管理の体系化」及び第一の2「情報の収集、整理等」については、指定化学物質等の使用の合理化対策も含めて実施すること。その際、指定化学物質等を可能な限り有効に用いるため、回収率の向上、再利用の徹底等を図るとともに、屋外において指定化学物質等を使用する場合のような指定化学物質の回収等が難しい使用については、使用量の管理の徹底を図ること等により指定化学物質等の使用の合理化を図ることに留意すること。

#### 2 化学物質の使用の合理化対策

指定化学物質等取扱事業者は、第一の2「情報の収集、整理等」により把握、又は収集した情報に基づいて、取り扱う指定化学物質について、その有害性、物理的・化学的性状、排出量並びに排出ガス及び排出水中の濃度等を勘案しつつ適切な手法により、以下の使用の合理化対策の実施に取り組むこと。

##### (1) 工程の見直し等による使用の合理化

指定化学物質等取扱事業者は、下記事項に留意しつつ、事業所における取扱い実態に即した措置を講ずることにより、指定化学物質等の使用の合理化対策の実施に努めること。

##### ア 製品の歩留まりの向上

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等を含む原材料又は製品の歩留まりの向上による指定化学物質等の使用の合理化を図るため、工程の見直しその他の必要な措置を講ずること。

##### イ 代替物質の使用及び代替技術の導入

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等の使用の合理化に資する代替物質の使用及び物理的手法等の代替技術の導入を図ること。

##### ウ 回収及び再利用の促進

指定化学物質等取扱事業者は、排出量、濃度等の状況に応じた適切な構造及び処理能力を有する回収設備の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

##### (2) 主たる工程に応じた対策の実施

指定化学物質等取扱事業者は、次に示す主たる工程ごとの対応事項に留意して、(1)に掲げる対策その他の指定化学物質等の使用の合理化に必要な対策の実施に努めること。

##### ア 貯蔵(入出荷、移送、分配を含む。)工程

固定屋根式タンクから排出される指定化学物質を含む蒸気、還流装置から回収される指定化学物質を含む蒸気等の冷却・凝縮による回収、吸収液及び吸着液の蒸留等による再生その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

##### イ 製造(反応、混合、熱処理等)工程

製品の製造における反応器、蒸留装置、燃焼器等の温度、圧力、滞留時間、還流比等の反応条件及び燃焼条件の最適化その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む原材料、燃料等の使用の合理化を図ること。また、反応槽等から排出される指定化学物質を含む蒸気等の冷却・凝縮による回収、吸収液及び吸着液の蒸留等による再生その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### ウ 機械加工工程

設計又は作業の適正化その他の必要な措置を講ずることにより、切削屑等の発生を抑制し、指定化学物質を含む原材料、切削油剤等の使用の合理化を図ること。また、切削屑等に付着した切削油剤等については、遠心分離器等の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### エ 脱脂工程及び洗浄工程

洗浄の多段化、物理的方法の併用その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む洗浄剤、溶剤等の使用の合理化を図ること。また、洗浄後の指定化学物質を含む廃溶剤等については、溶剤蒸留回収装置を用いる方法、指定化学物質の冷却・凝集を行う方法(以下「冷却凝集法」という。)、活性炭を利用して指定化学物質を吸着し、これを冷却等により液化する方法(以下「活性炭吸着法」という。)等による溶剤回収型排ガス処理装置の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### オ 塗装工程、印刷工程及び接着工程

塗着又は塗装の効率のより高い塗装方法の採用、塗膜厚の管理等の作業方法の改善その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む塗料等の使用の合理化を図ること。また、冷却凝縮法、活性炭吸着法等による溶剤回収型排ガス処理装置の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### カ メッキ工程

液切り手法の最適化その他の必要な措置を講ずることにより、被メッキ物とともに持ち出されるメッキ液量を抑制し、指定化学物質を含むメッキ液の使用の合理化を図ること。また、持ち出されたメッキ液、メッキ後の水洗排水等に含まれる金属イオン等については、回収槽の設置、電解回収、イオン交換樹脂その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### キ 染色工程及び漂白工程

染色剤及び漂白剤の循環利用、酸素漂白等の指定化学物質等の使用がより少ない染色手法及び漂白手法の利用その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む染色剤、漂白剤等の使用の合理化を図ること。また、使用後の漂白剤、染色剤等は、回収型排ガス・排水処理装置等の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

#### ク 殺菌工程及び消毒工程

殺菌剤及び消毒剤の循環利用、加熱殺菌等の指定化学物質等の使用が少ない代替殺菌技術の利用その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む殺菌剤、消毒剤等の使用の合理化を図ること。

#### ケ その他の溶剤使用工程

アからクまでに掲げる工程以外の工程においては、作業方法の改善その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質を含む溶剤等の使用の合理化を図ること。また、冷却凝集法、活性炭吸着法等による溶剤回収型排ガス処理装置の設置その他の必要な措置を講ずることにより、指定化学物質の回収及び再利用を図ること。

### 第三 指定化学物質等の管理の方法及び使用の合理化並びに第一種指定化学物質の排出の状況に関する国民の理解の増進に関する事項

#### (1) 体制の整備

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等の管理活動に対する国民の理解を深めるため、必要な情報を自ら適切に提供するための窓口を明確化する等、その体制を整備すること。

#### (2) 情報の提供等

指定化学物質等取扱事業者は、第一種指定化学物質の排出状況を含め、事業活動の内容、指定化学物質等の事業所内における管理の状況等に関し、報告書の作成及び配布、説明会の実施等による事業所周辺の住民等への情報の提供等に努めることにより、国民の理解の増進を図ること。

(3) 国民の理解の増進のための人材の育成

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等を取り扱う従業員に対して、指定化学物質等の管理の状況等に関する国民の理解を深めることの必要性について周知するとともに、国民への情報の提供、国民の意識の理解等を円滑に行うための手法等に関する教育及び訓練を実施すること。

第四 指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報の活用に関する事項

(1) 体制の整備等

指定化学物質等取扱事業者は、法第14条に基づき提供される指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報の効率的な活用を図るため、データベースの構築その他の適切な情報提供手段を講ずるとともに、当該指定化学物質等を取り扱う全ての関係者に対し、その周知徹底を図ること。

(2) 情報の活用

指定化学物質等取扱事業者は、指定化学物質等の性状及び取扱いに関する情報を活用し、事業所からの指定化学物質の排出状況の把握その他第一から第三までに規定する事項の適切な実施を図ること。