

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。

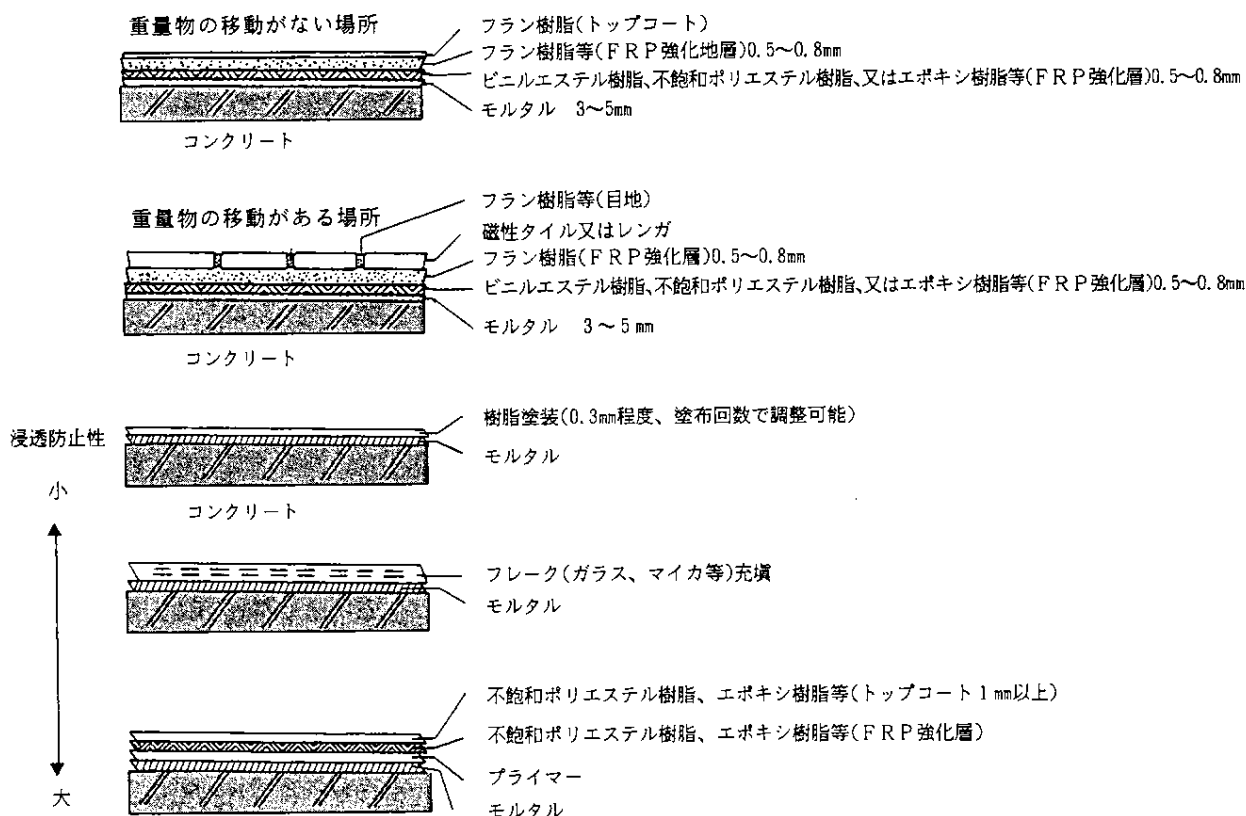
3. 1. 取り扱う施設・場所

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 μ 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。

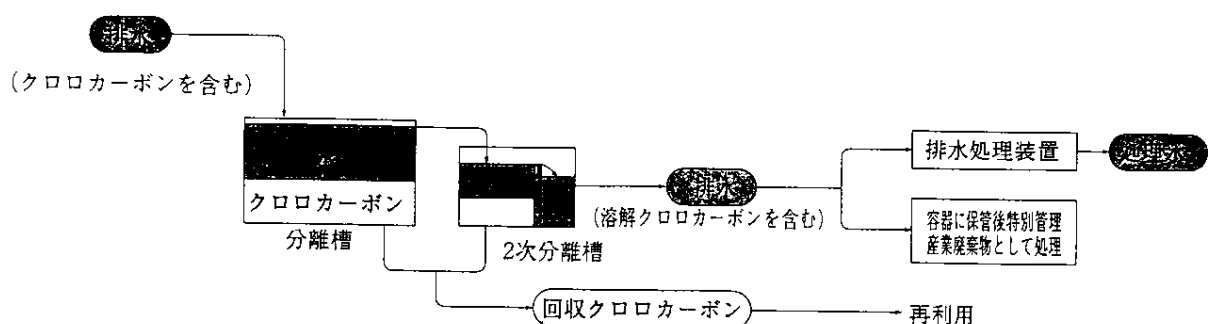
- (1) 床面は、漏出液や雨水がためます等へ速やかに流れるように 1/50～1/100 の勾配を持たせることが望ましい。屋外で雨水・排水兼用の場合でも同じでよい。
- (2) ためますや分離槽及び液が長時間滞留しそうな床面は、防水モルタルや塩素系溶剤に耐性をもつ樹脂モルタル又は樹脂で被覆する等の浸透防止処理を行う。

(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

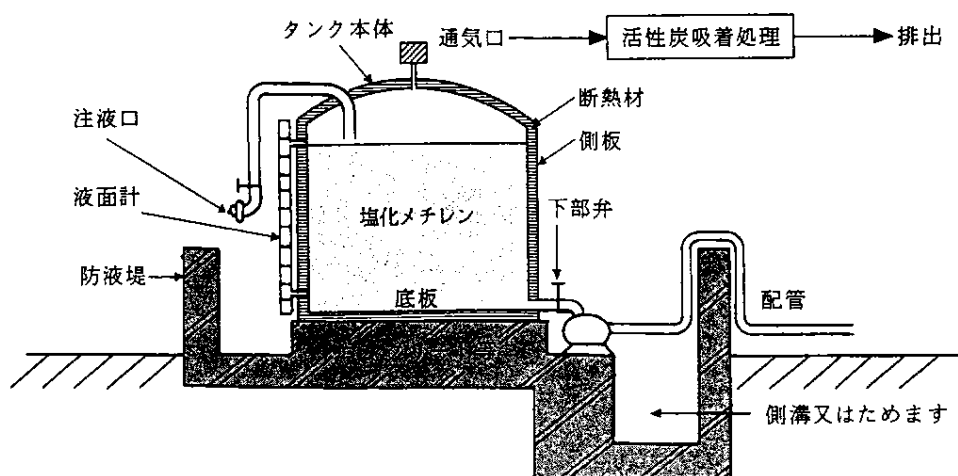


3. 施設（配管等を含む）は、地上に設置する。やむを得ず、地下とする場合には、地下ピット（床面及び壁面は浸透防止ができるコンクリートが適当である）内に置く。

（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、使用してはいけない。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。

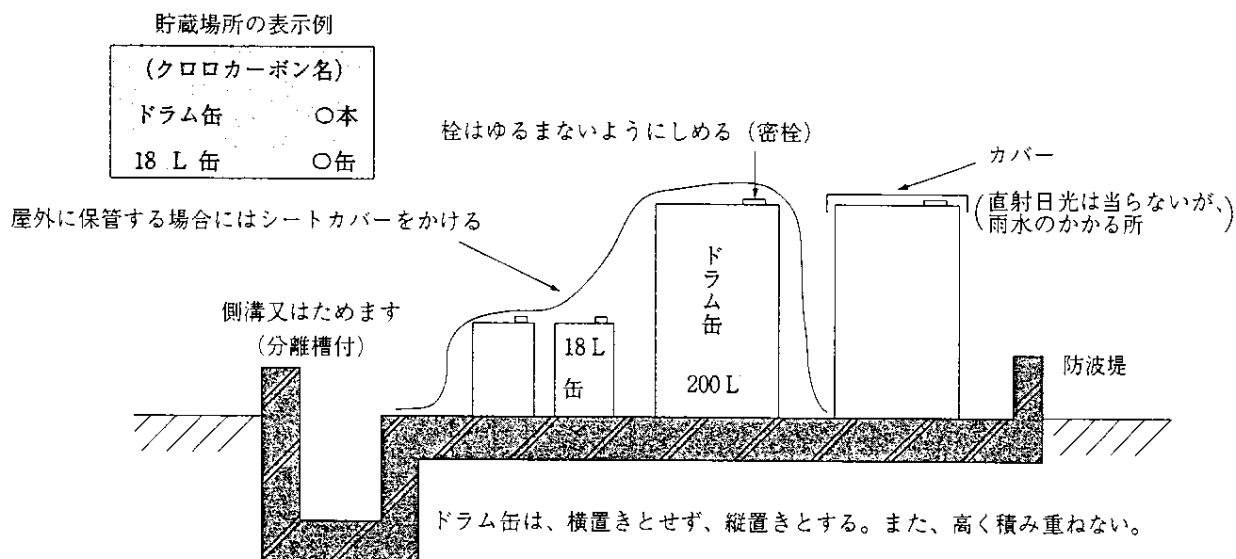
3. 1. 2. 貯蔵施設・場所

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



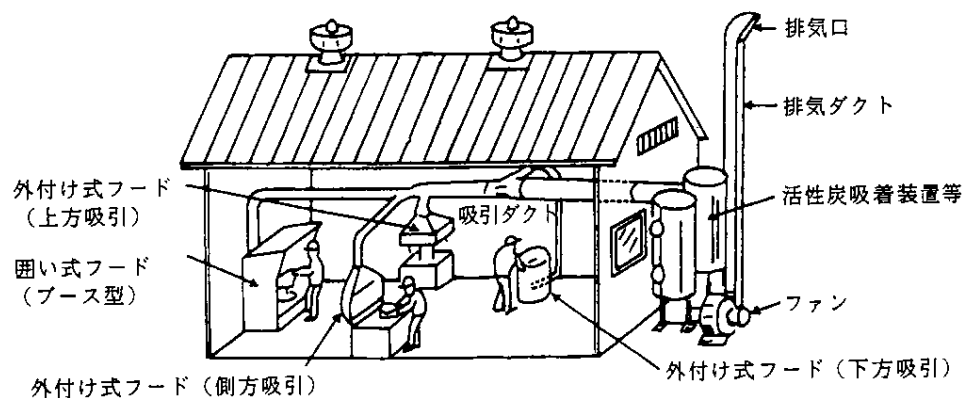
3. 1. 3. 作業施設・場所

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。

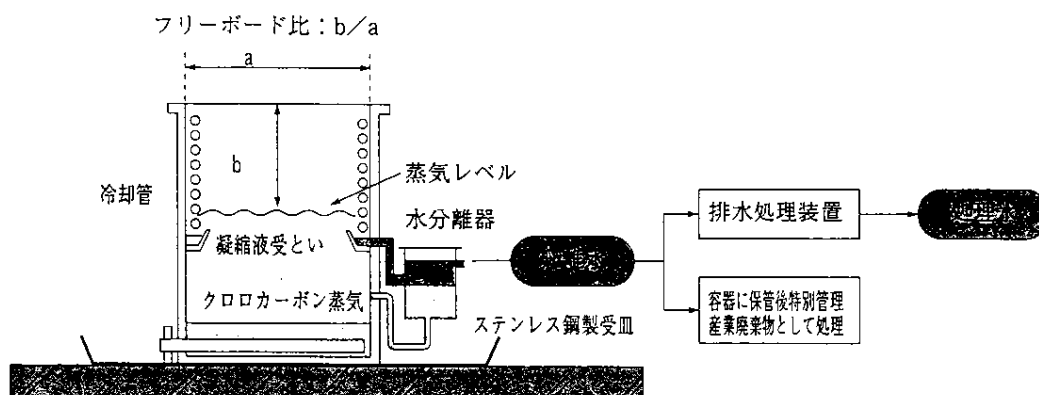
3. 洗浄装置のフリーボード比は、できる限り大きくする。

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。

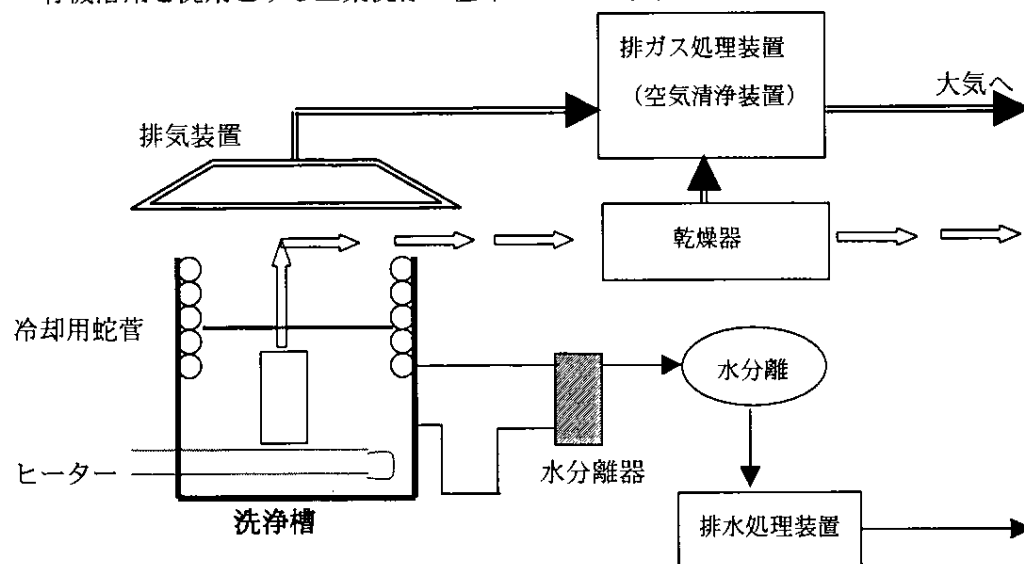
また、「化学物質管理指針」の前文において「本指針に留意して、事業所における指定化学物質等の取扱い実態に即した方法により」と規定されている。

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。

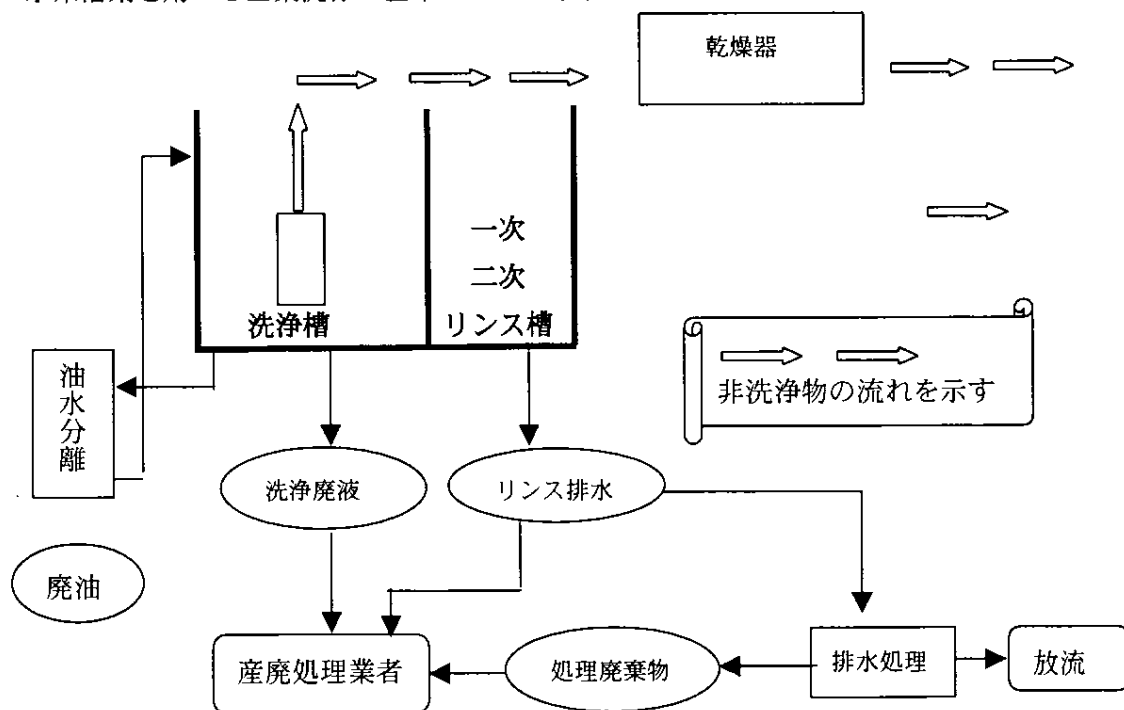
有機溶剤系洗浄の基本フロー

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="Diagram"> </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>蒸気が発散を防止する。</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 | | | | | | | | | | |
| | | 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はないか | | | | | | | | | | |
| | | ③ばっ気空気量又は活性炭の交換は適切 | | | | | | | | | | |
| | 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) | | | | | | | | | | | | | |
| | 塩素系溶剤の拔出量 (リットル) | | | | | | | | | | | | | |
| | 水分離器への排水の拔出量 (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 | |
| | 設備 概要 | 寸 法 | | | 保管 | 区 分 | 廃棄物 ・ 有価物(売却) |
| | | <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> 総液量： リットル サイクルタイム： 秒 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">温浴槽</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">冷浴槽</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;">蒸気槽</div> </div> </div> </div> | | 容器の種類・荷姿 | | | |
| | | | 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 ³ /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 | | | | 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"> 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。 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）。 3) 溶剤の取扱い時、作業員を蒸気曝露防止対策は充分か。 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。 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）。 6) 排水基準に適合しているか（水質汚濁防止法、排水基準） 7) 局所排気と全体のバランスは適切か。 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。 9) 排気ダクトの排気口先端は基準を満たしているか。 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。 11) 保護具は必要数が規定の場所に保管されているか。 |
| 2. 設備対応関係 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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。 2) 洗浄設備の密閉化を図っているか。 3) 洗浄設備の排気部分の構造は適切か。 4) 局所排気と全体排気の区別は明確になっているか。 5) 洗浄槽のフリーボード比は充分か。 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。 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。 8) 多重的安全対策となっているか。 9) さびの発生防止対策を行っているか。 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。 11) 排気ダクトはあるか。 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） 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。 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。 |
| 3. 管理関係 |
| <ul style="list-style-type: none"> 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。 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。 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。 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。 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。 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。 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。 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。 9) 排水処理設備は正常に稼働しているか。 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。 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） |

*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

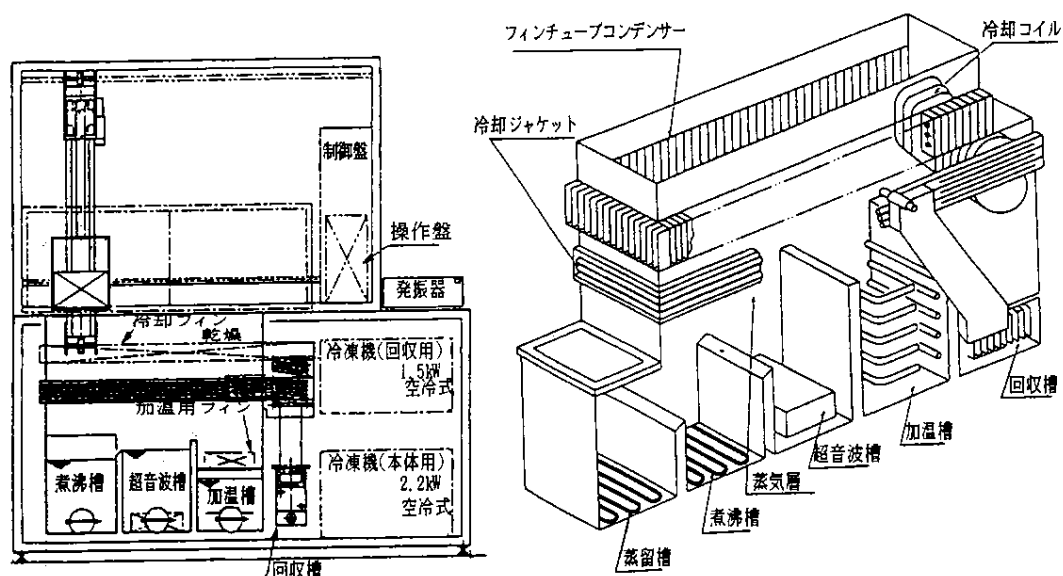
洗浄装置は、排出ガス抑制のためにできる限り密閉化する等適切な構造を有するものとし、さらに排ガス回収装置を付設する。これらの排出抑制対策が講じられた洗浄装置の一例を次に示す。

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 m²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

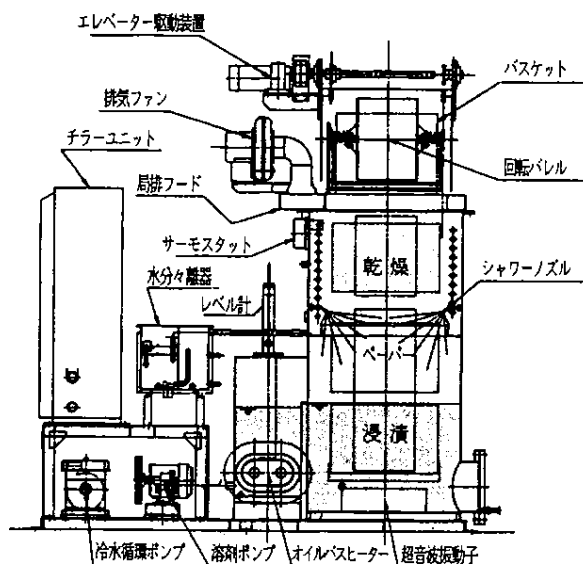
温度制御付オイルバスヒーター加熱により溶剤の過熱を防止

(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）



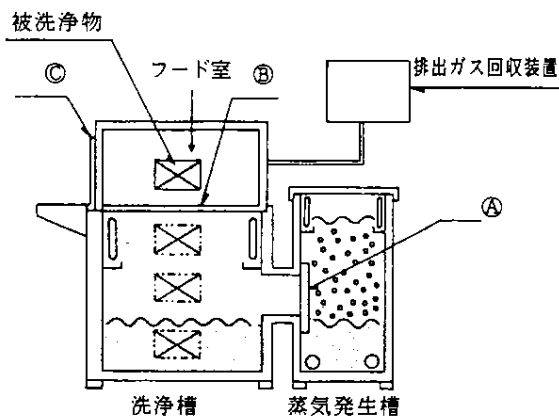
③ 密閉式洗浄装置

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）



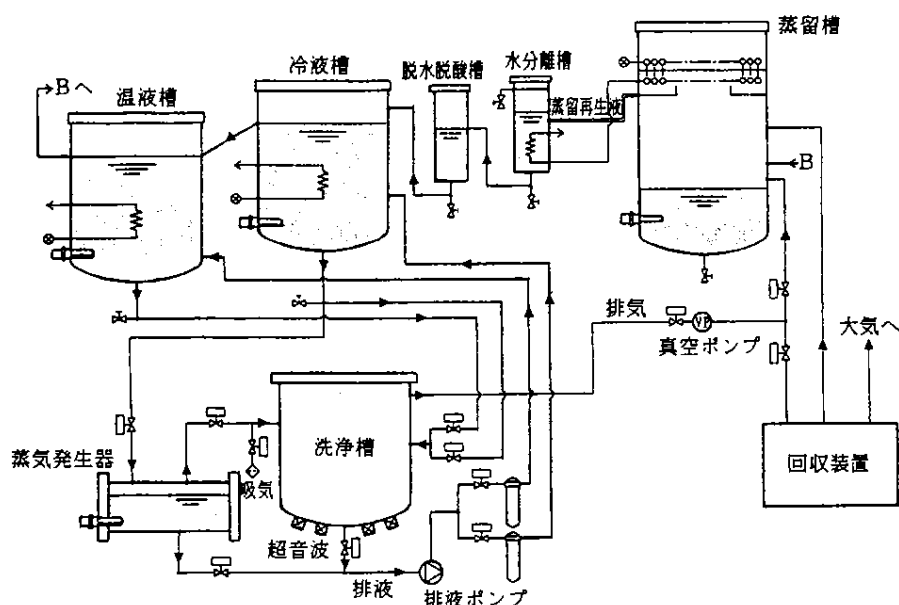
④ 真空密閉型超音波洗浄装置

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

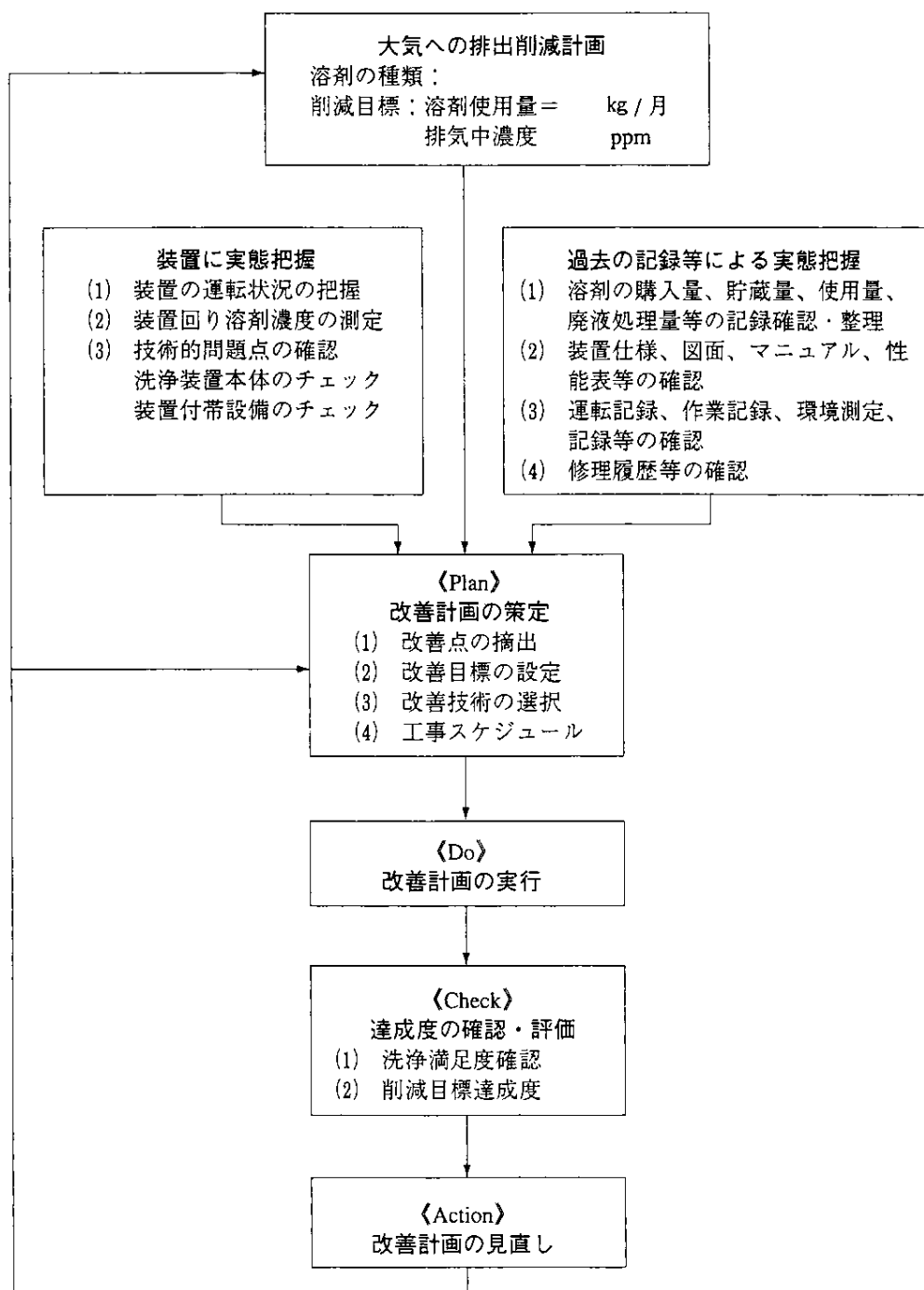
1. 排出削減の基本的考え方

(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

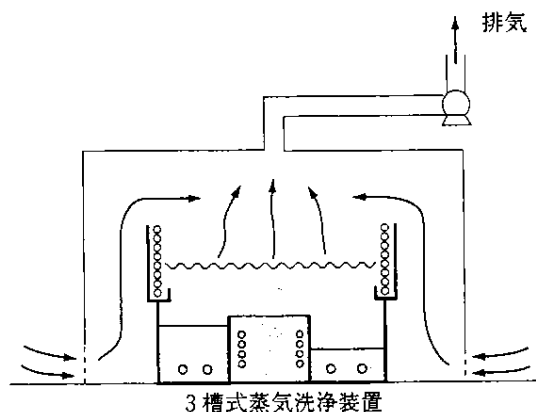
又は短時間有機溶剤業務を行う場合には、緩和規定がある

（有機規則第16条第2項）

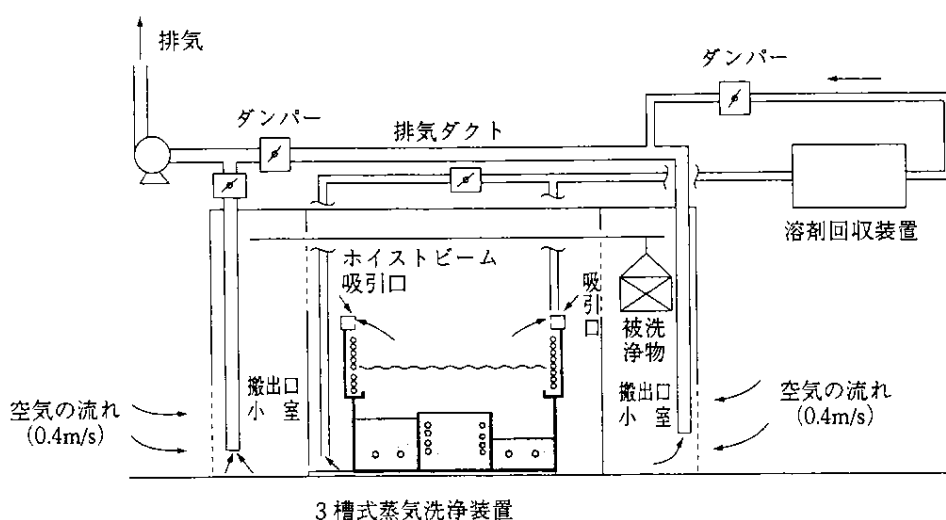
洗浄装置の上端部に囲い式フードを設置する場合には、法定の制御風速は0.4m/sであれば、作業環境濃度は他に作業環境を汚す原因がなければ十分に管理濃度以下に保持できる。しかし、既設の装置では、しばしば能力過大の排風機が設置されて制御風速以上で排気する場合がある。或いは囲い式フードの内側の範囲内で風速のばらつきが見られる場合がある。このような場合はいずれも、規定の制御風速における洗浄装置内の空気の乱れ状態よりも、より大きい乱れを生じることになり、排出量を増大させている。規定の制御風速以上には排気しないこと、また排気の風速のばらつきについては、局所排気口の開口面積を変更可能なスライド式などにより調整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

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れ、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れ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。

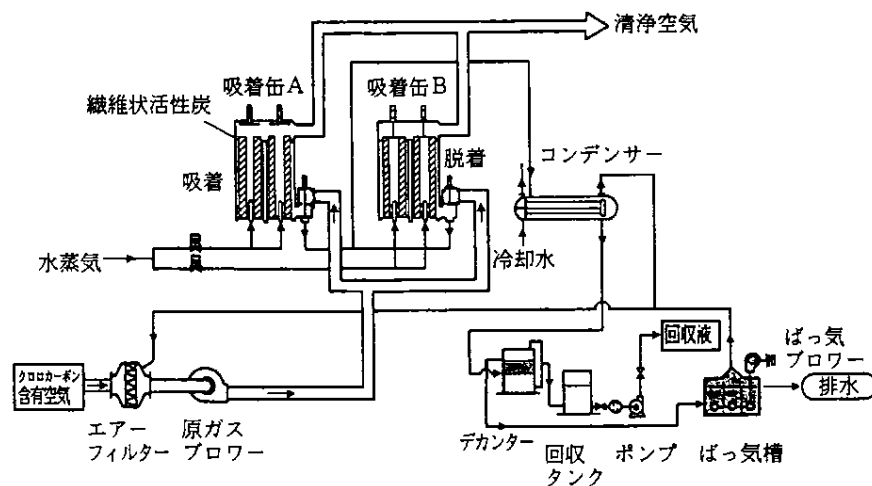
- ・分離回収：液化した水と溶剤はデカンターにて比重差で分離し、溶剤は回収される。水相に溶解している溶剤分は空気ばっ気にて除去される。ばっ気槽内を加温すると効果的に排水処理が行われる。溶剤分を含んだばっ気空気は、活性炭吸着装置で処理される排ガスラインに戻される。

- ・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



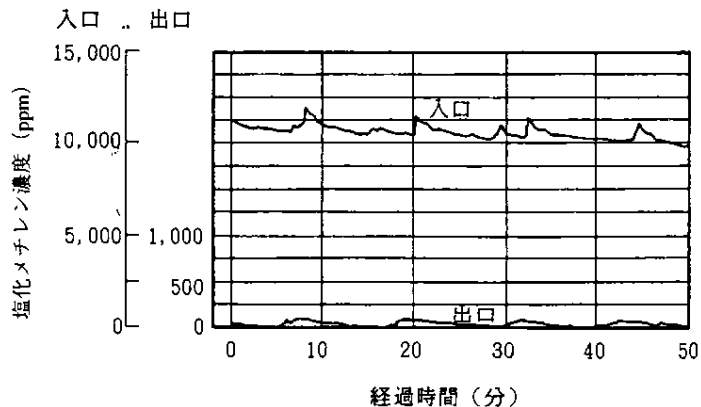
(iii) 排出ガス回収装置の入口及び出口排出ガス濃度の一例

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例を次に示す。

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

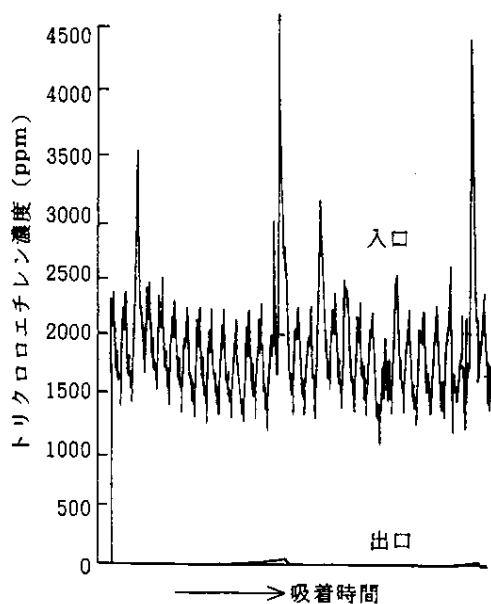
塩化メチレン

風 量 15.8 m³/分（標準状態）
 入口濃度 10,000 ~ 11,000ppm
 出口濃度 平均 40ppm



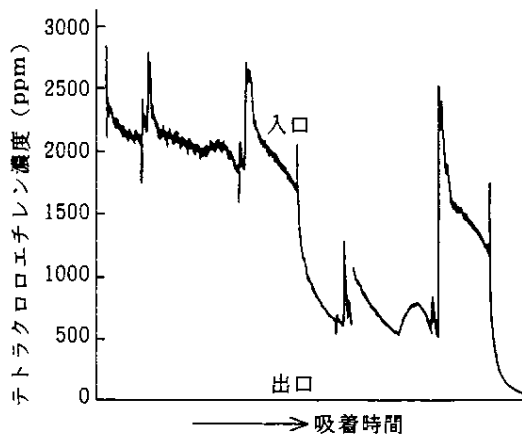
トリクロロエチレン

風 量 40 m³/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 m³/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）。

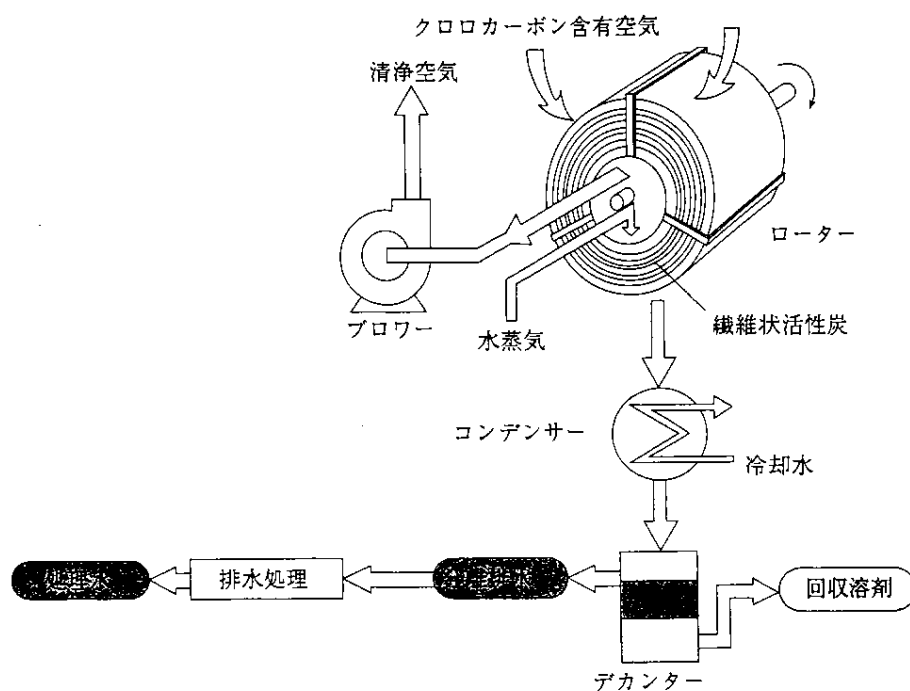
② 小型塩素系溶剤排出ガス回収装置

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、下側にきた 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 m³/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。

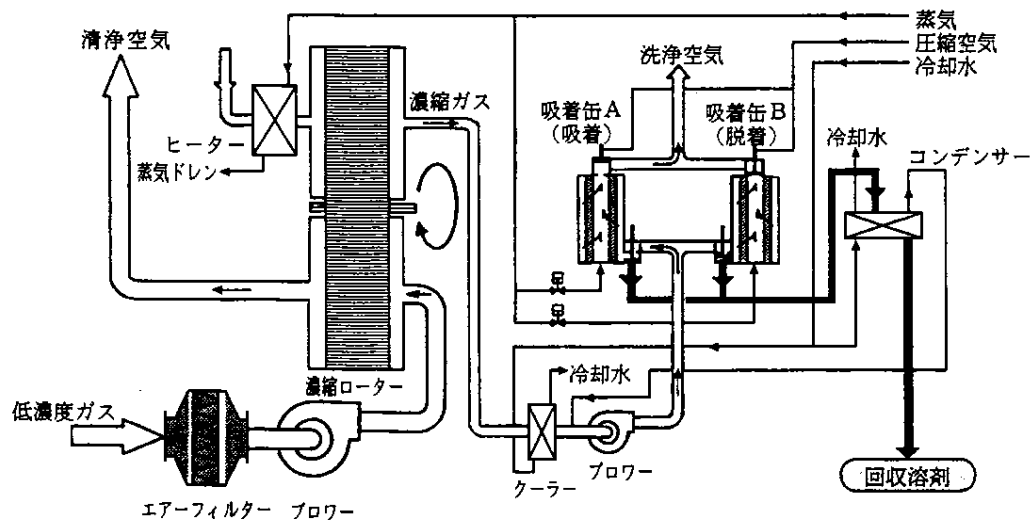
小形塩素系溶剤排出ガス回収装置の一例



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。

低濃度塩素系溶剤排出ガス回収装置の一例



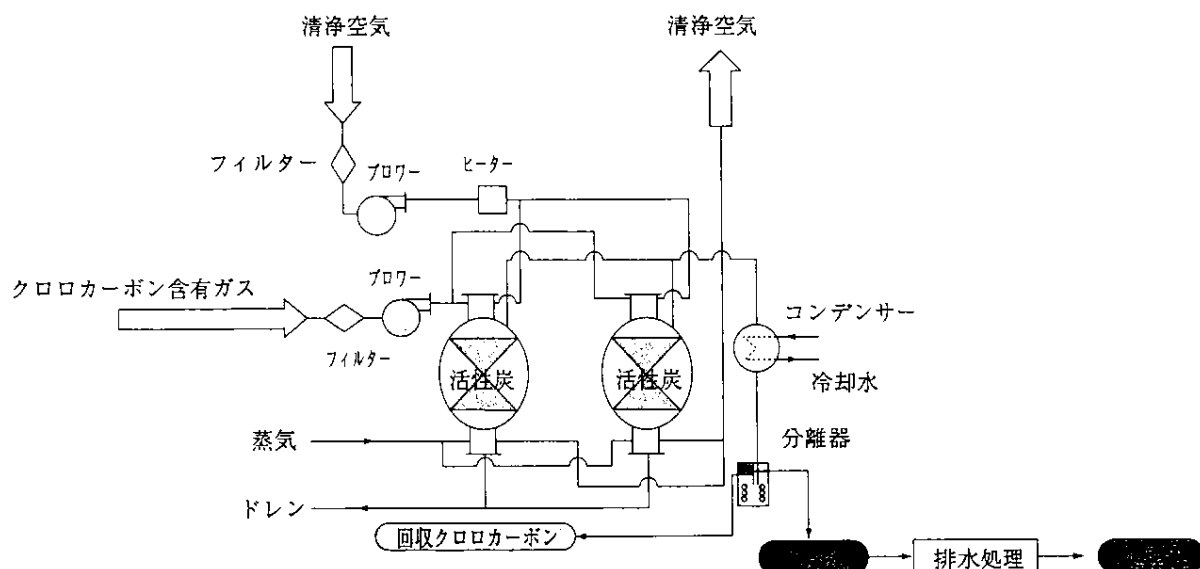
④ 粒状活性炭吸着装置

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。

(i) プロセスの概要

吸引ブロ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



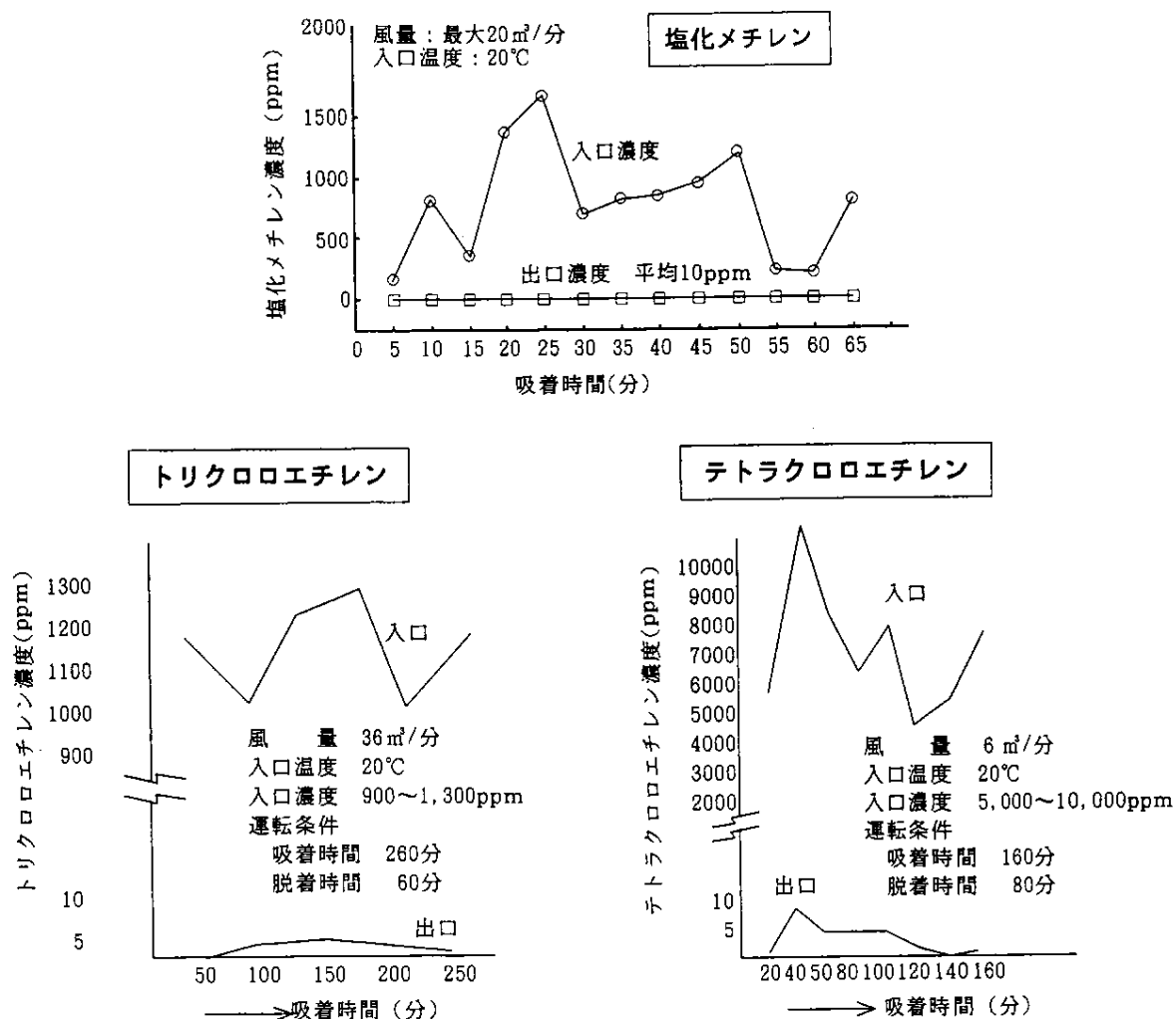
(ii) 装置の特徴

- ・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

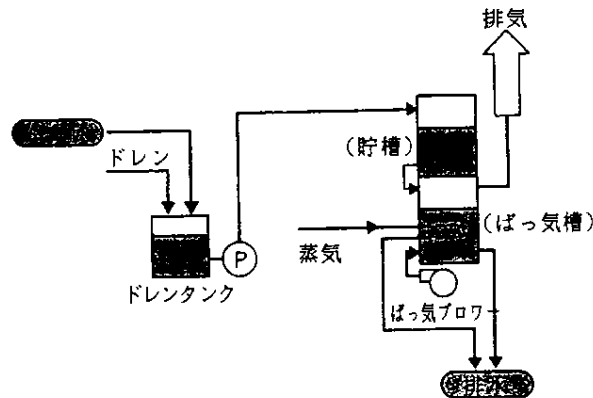


(iv) 排水処理のポイント

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

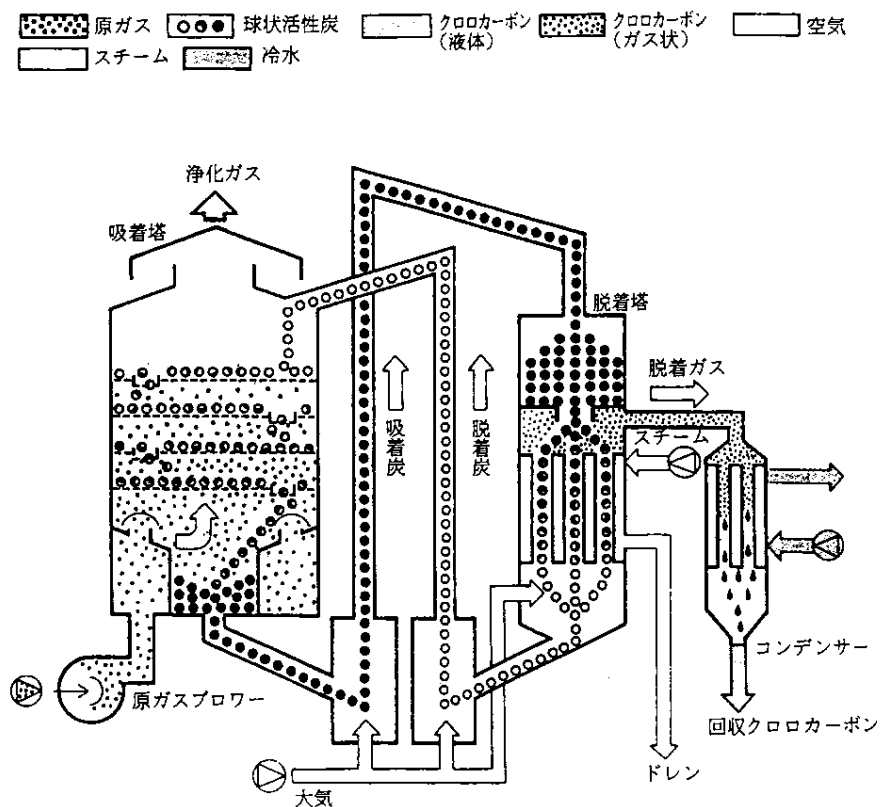
塩素系溶剤を含む排ガスは、球状活性炭の流動床である吸着部で、球状活性炭と向流接触し除去される。塩素系溶剤を吸着した球状活性炭は脱着部へ流下し、脱着部で、球状活性炭は水蒸気又は空気（テトラクロロエチレンの場合）により塩素系溶剤成分が脱着される。さらに、脱着再生された球状活性炭は空気流により吸着部最上段へ送られる。

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 m³/分（30℃において）

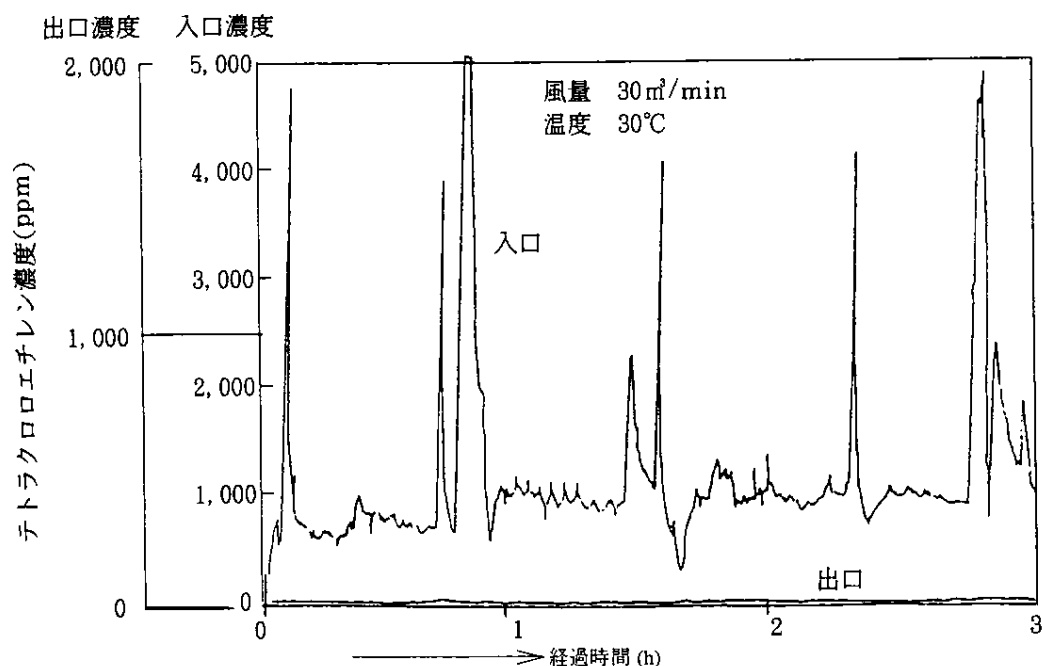
入口濃度 20,000ppm

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

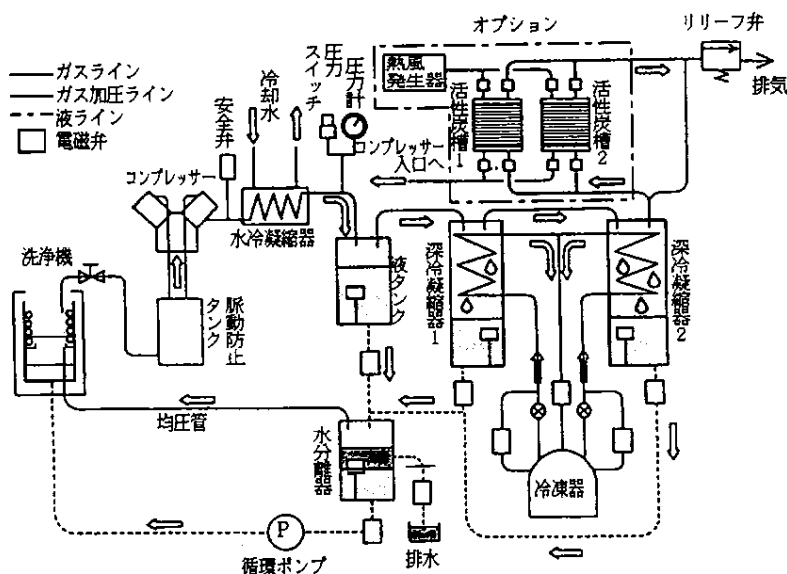
この装置は、圧縮深冷凝縮法により排ガス中の塩素系溶剤を回収する。

(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°C ～ -40°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）。

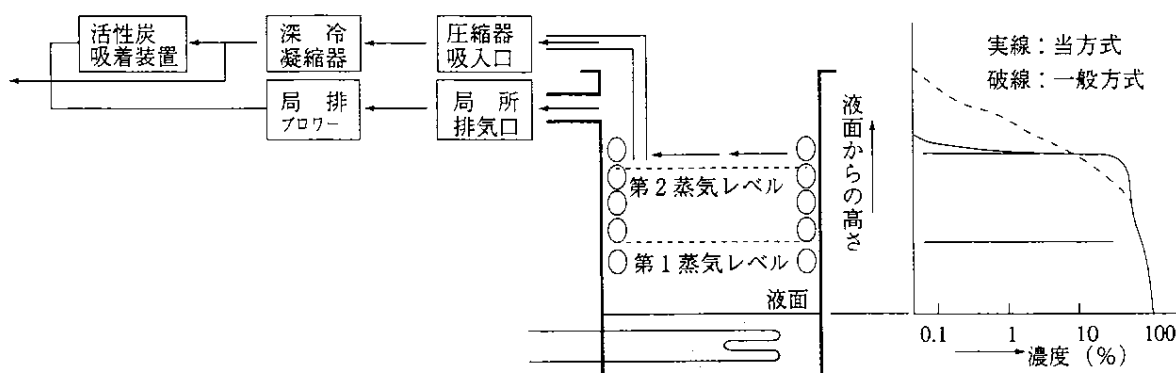
塩素系溶剤排出ガス回収装置（圧縮深冷凝縮法）の一例



(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 m³/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 m³/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。

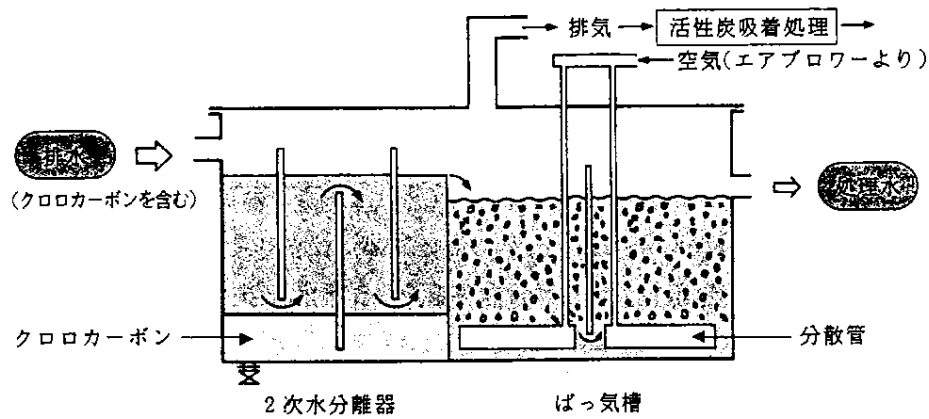
なお、ばっ気処理装置からの排気は、塩素系溶剤を含むため、「3. 排出ガスの処理及び管理」に従って、必要に応じて処理する。

(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。

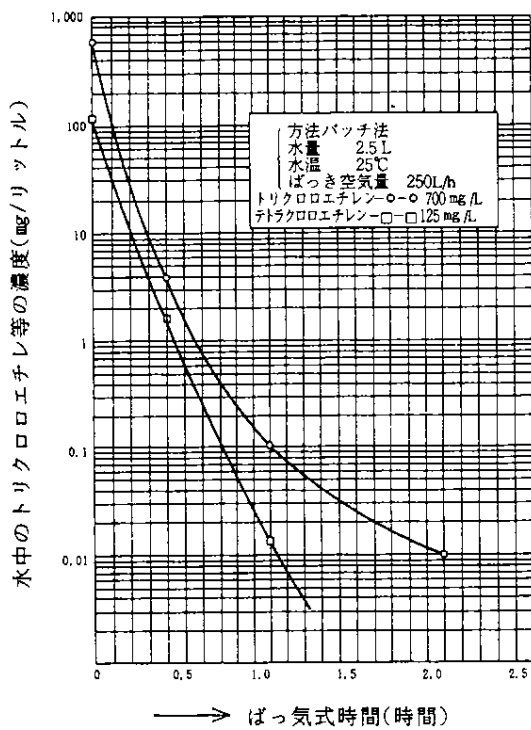
連続ばっ気式排水処理装置の一例



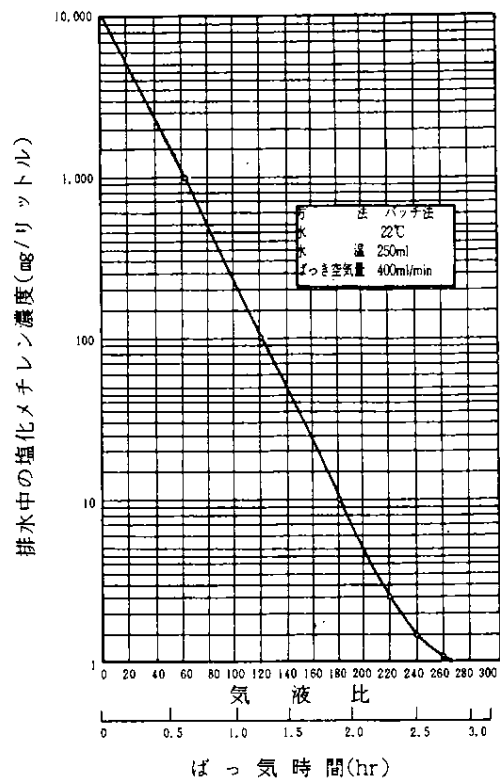
(実施例 1)

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。

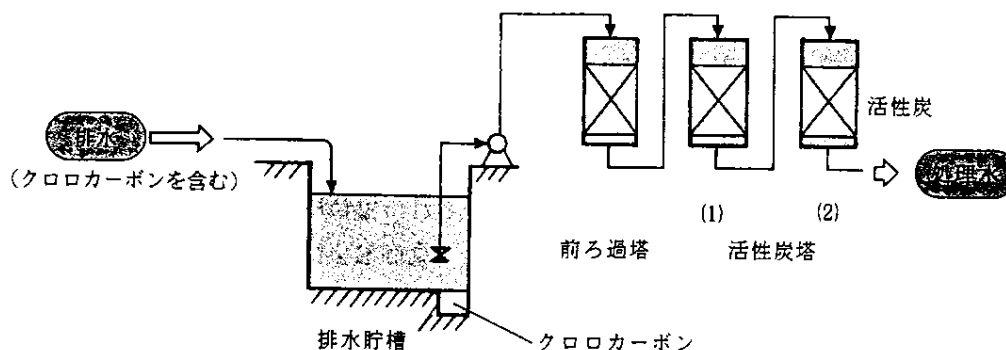
塩化メチレン濃度 1.1%の排水を 50～80℃に加温し、長時間連続ばっ気式で処理したところ 0.002mg/リットルとなった。

- （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。

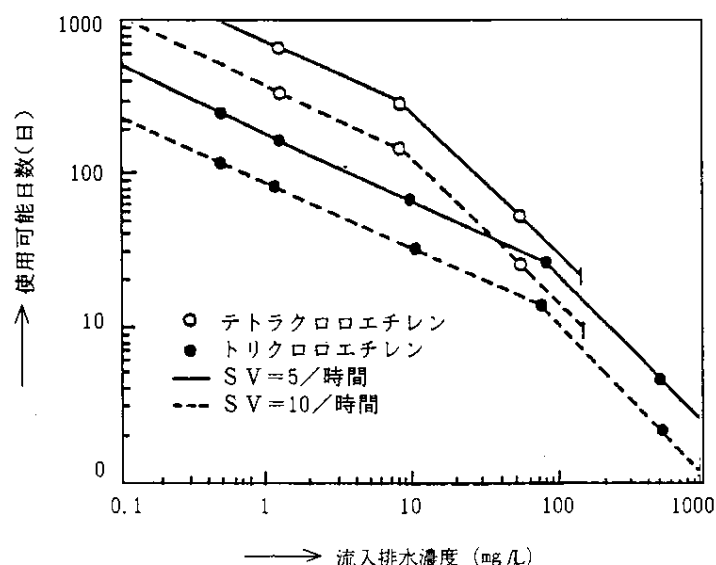
活性炭吸着式排水処理装置の一例



- (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 日以上の上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行い、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

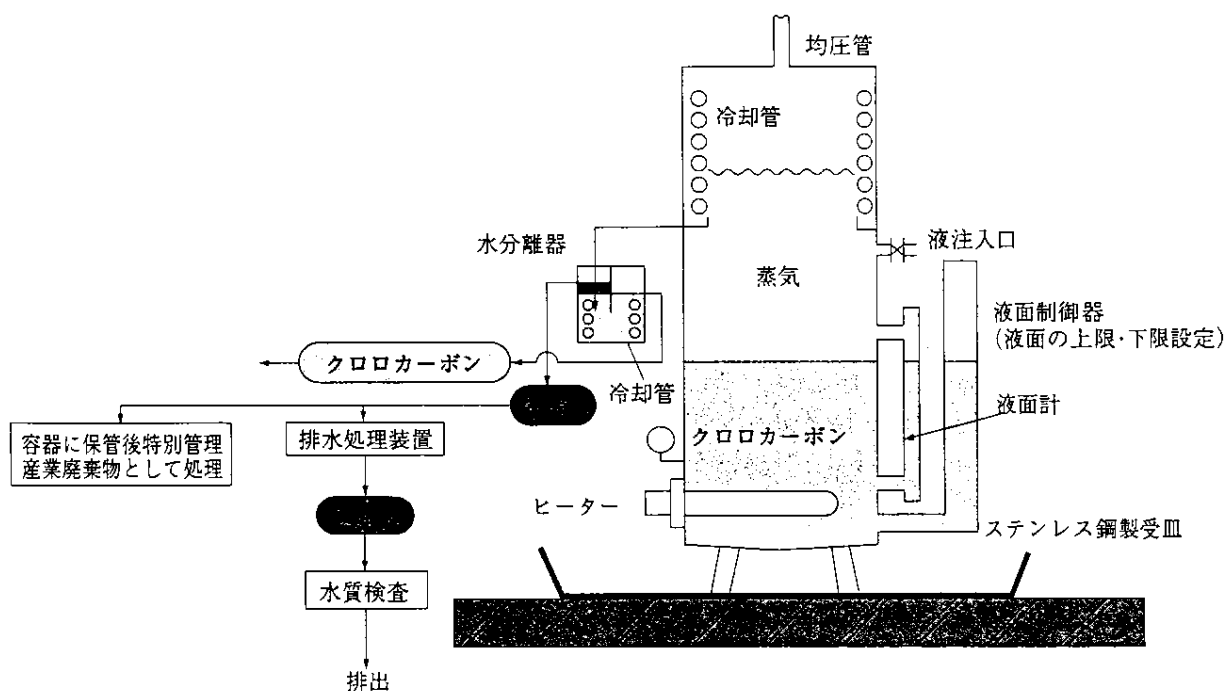
使用済みの塩素系溶剤を含む廃液等の汚染物は、回収装置を用いて回収し、再利用する。

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

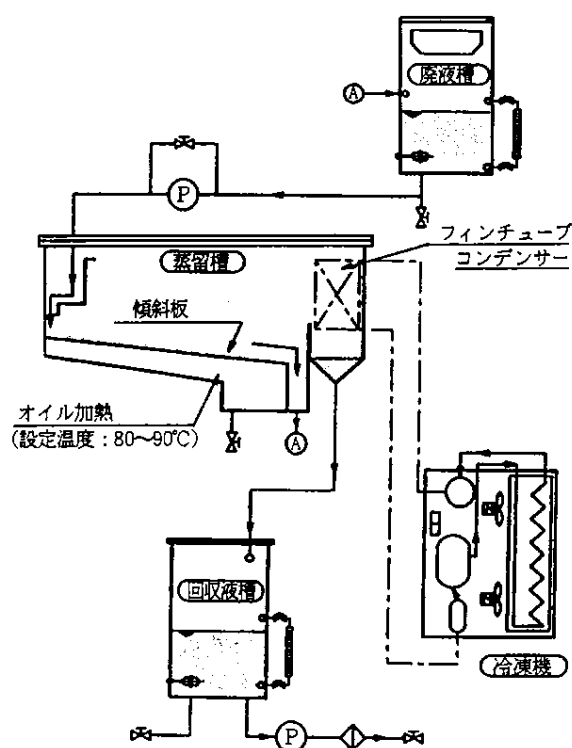


② 流下式蒸留回収装置（塩化メチレンの例）

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。

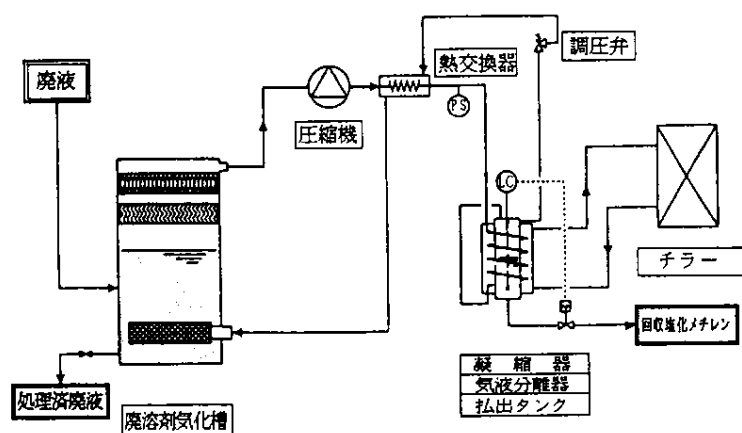
装置の概要

- (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 |
| 物 性 | 化学式 | CH ₃ Cl | CH ₂ Cl ₂ | CHCl ₃ | CCl ₄ |
| | 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 | | | | |
| | 液体 (20/4 °C) | 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 |
| 性 | 溶剤と水との共沸 | | | | |
| | 共沸点 (°C) | - | 38.1 | 56.1 | 66.8 |
| | 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 ³ →ppm (ml/m ³) ppm (ml/m ³)→mg/m ³ | 1 mg/m ³ =0.47ppm 1ppm=2.10mg/m ³ | 1 mg/m ³ =0.28ppm 1ppm=3.53mg/m ³ | 1 mg/m ³ =0.16ppm 1ppm=6.40mg/m ³ |
| 職 業 暴 露 限 度 | 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) (mg/m ³) | 50 (1984) 100 | 50;最大許容100 (1999) 170; 340 (皮膚) | 5 (1991) (皮膚) 31 |
| | ACGIH TLV(1999) | TWA (8時間) (ppm) (mg/m ³) | 50 (1996) (皮膚)103 | 50 (1996) 174 | 5 (1996) (皮膚) 31 |
| | | STEL (15分) (ppm) (mg/m ³) | 100 (1996) 207 | - | 10 (1996) (皮膚) 63 |
| | OSHA PEL(1993) (許容暴露限度) | TWA (ppm) (mg/m ³) | 100 205 | 25 - | 10 - |
| | | STEL (ppm) (mg/m ³) | 天井値200; 300 (5分間 ピーク/3時間) | 125 発がん性物質 | 天井値25; 200 (5分間 ピーク/4時間) |
| | NIOSH REL(1994) (勧告暴露限度) | TWA (ppm) (mg/m ³) | - | - | - |
| | | STEL (ppm) (mg/m ³) | 発がん性物質; 最低実行可能濃度 (検出限度 1.6ppm) | 2 (60分間) 9.78 (60分間) 発がん性物質 | 2 (60分間) 12.6 (60分間) 発がん性物質 |
| | DFG MAK(1999) (最高許容濃度) | TWA (ppm) (mg/m ³) | 50 100 | 100 350 | 10 64 |
| | | ピーク (カテゴリー)* | II, 1 | II, 2 | II, 1 |
| 安 全 性 | 急性毒性 | | | | |
| | LC ₅₀ (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 ³ (4h) | ラット8,000ppm (4h) マウス9,526ppm (3h) |
| | LD ₅₀ (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 ₅₀ (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 |
| 発 がん 性 リ ス ク | 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) | - | - | - | - |
| | 化学物質 ドライクリーニングにおける職業暴露 | グループ3 | グループ2B | グループ2B | グループ2B |
| | 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 | $\text{CHCl}=\text{CCl}_2$ | $\text{CCl}_2=\text{CCl}_2$ | CH_2CCl_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) | — |
| | | 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/m ³ →ppm (ml/m ³) | 1mg/m ³ =0.18ppm | 1mg/m ³ =0.18ppm |
| | | ppm (ml/m ³)→mg/m ³ | 1ppm=5.46mg/m ³ | 1ppm=5.55mg/m ³ |
| | 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/m ³) | 25 (1997) 135 | 検討中 (1992) (皮膚) 200 (1974) 1,100 |
| | | TWA (8時間) (ppm) (mg/m ³) | 50 (1993) 269 | 25 (1993) 170 350 (1996) 1,910 |
| | ACGIH TLV(1999) | STEL (15分) (ppm) (mg/m ³) | 100 (1993) 537 | 100 (1993) 685 450 (1996) 2,460 |
| | | TWA (ppm) (mg/m ³) | 100 — | 100 — 350 1,900 |
| 安 全 性 | 急性毒性 | L C ₅₀ (半数致死濃度) (吸入) | マウス8,450ppm (4hr) | ラット34,200mg/m ³ (8h) マウス5,200ppm (4h) |
| | | L D ₅₀ (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 ₅₀ (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 | — |
| | ドラックリーニングにおける職業暴露 | — | — | 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 |
| 大 気 ・ | 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 | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>飲み込むと化学性肺炎があり得る。</p> <p>アルコール飲料により有害作用が増大する。</p> <p>体内代謝により血液中の酸素輸送機能を減少させる。</p> | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>飲み込むと化学性肺炎があり得る。</p> <p>アルコール飲料により有害作用が増大する。</p> <p>長期反復暴露で、腎臓への影響があるとされている。</p> | <p>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。</p> <p>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。</p> <p>飲み込むと化学性肺炎があり得る。</p> <p>アルコール飲料により有害作用が増大する。</p> |
| 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"> ・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） ・排出量の把握及び届出（PRTR） ・化学物質等安全データシート（MSDS）の交付 | 適用 | 適用 | 適用 |
| 環境基本法 <ul style="list-style-type: none"> ・水質汚濁に係る環境基準 <ul style="list-style-type: none"> 人の健康の保護に関する環境基準（年間平均値） 地下水の水質汚濁に関する環境基準（年間平均値） ・土壌の汚染に係る環境基準 ・大気の大気汚染に係る環境基準（年間平均値） | 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 |
| 水道法 <ul style="list-style-type: none"> ・水道水水質基準 | 0.02mg/l 以下 | 0.03mg/l 以下 | 0.01mg/l 以下 |
| 水質汚濁防止法 <ul style="list-style-type: none"> ・排水基準（許容限度） ・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"> 有害物質が検出されとする濃度 ・特定施設（洗浄、蒸留）の設置及び変更の届出 ・事故時の応急措置 ・地下水の水質の浄化に係る措置命令等 浄化基準 | 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 |
| 特定工場における公害防止組織の整備に関する法律 <ul style="list-style-type: none"> ・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 | 適用 | 適用 | 適用 |
| 下水道法 <ul style="list-style-type: none"> ・下水の排除の制限に係る水質の基準 | 0.2mg/l 以下 | 0.3mg/l 以下 | 0.01mg/l 以下 |
| 土壌汚染対策法 <ul style="list-style-type: none"> ・有害物質 | 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 ³ /hr 以上のもの) | — | 既設 500mg/m ³ 新設 300mg/m ³ | 既設 500mg/m ³ 新設 300mg/m ³ |
| 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 ³ 新設 300mg/m ³ | 既設 500mg/m ³ 新設 300mg/m ³ |
| 蒸留施設（密閉式のものを除く） | — | 既設 500mg/m ³ 新設 150mg/m ³ | 既設 500mg/m ³ 新設 150mg/m ³ |
| 洗浄施設（空気に接する面の面積 3 m ² 以上のもの） | — | 既設 500mg/m ³ 新設 300mg/m ³ | 既設 500mg/m ³ 新設 300mg/m ³ |
| 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/m³)、テトラクロロエチレンは、0.2ppm(約1.4/m³)、塩化メチレンは5ppm(約12mg/m³)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。

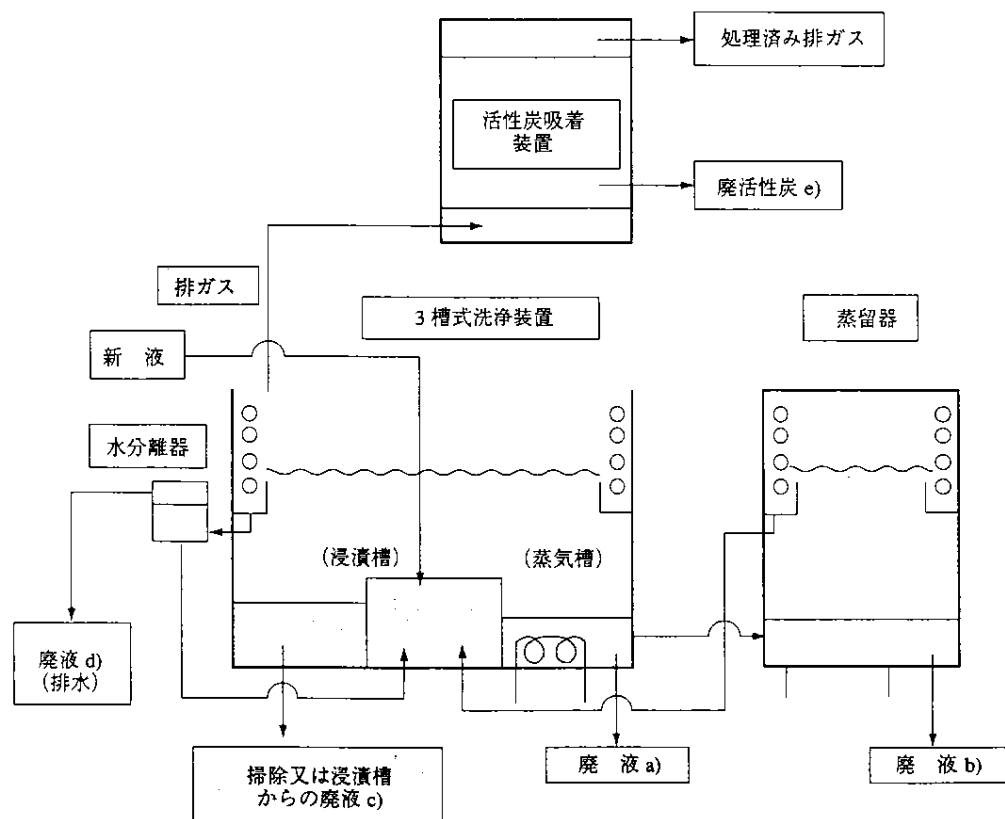
また、排ガス処理として活性炭吸着処理をする場合があるが、この活性炭吸着処理施設には、活性炭の回収再生型と交換型（非再生型、取り出し再生型）がある。図-2 に示すように活性炭吸着装置が設置されている場合の算定方法は、3 通りの方法（A、B 及び C 方法）があるが、基本的な表-1 のメインの方法を先に記載し、後で A、B 及び C 方法の算出方法を記載する。

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。

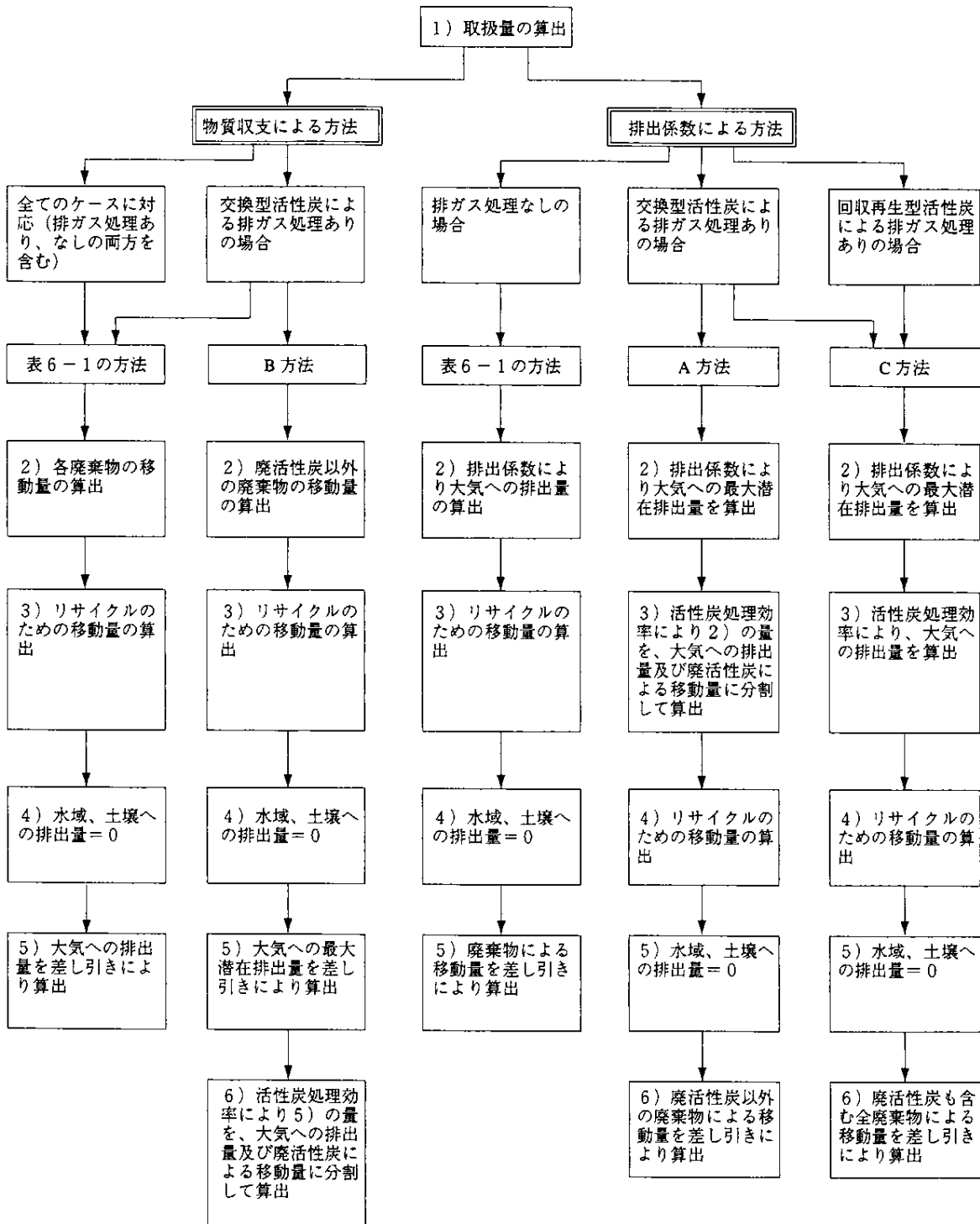
5. 1. 5 算出量の単位

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 | 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) a) 洗浄装置の蒸気槽釜残液 b) 蒸留器の釜残液 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 d) 水分離器から排出される水の廃液 (排水) 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 f) その他の廃棄物 | <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。 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。 c) 資料 2 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。 d) 資料 3 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。 e) 資料 2 又は適当な方法のいずれかの方法で推定する。 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 | 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 (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>(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) × 10⁻³

- 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。

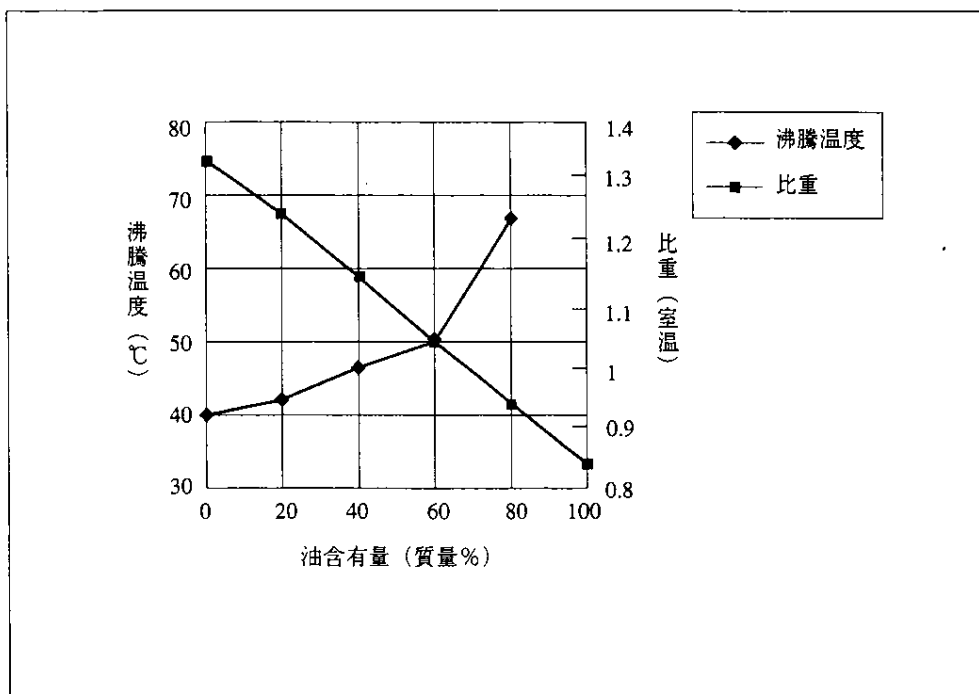
資料1 沸騰温度又は液比重による含有率算出方法

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。

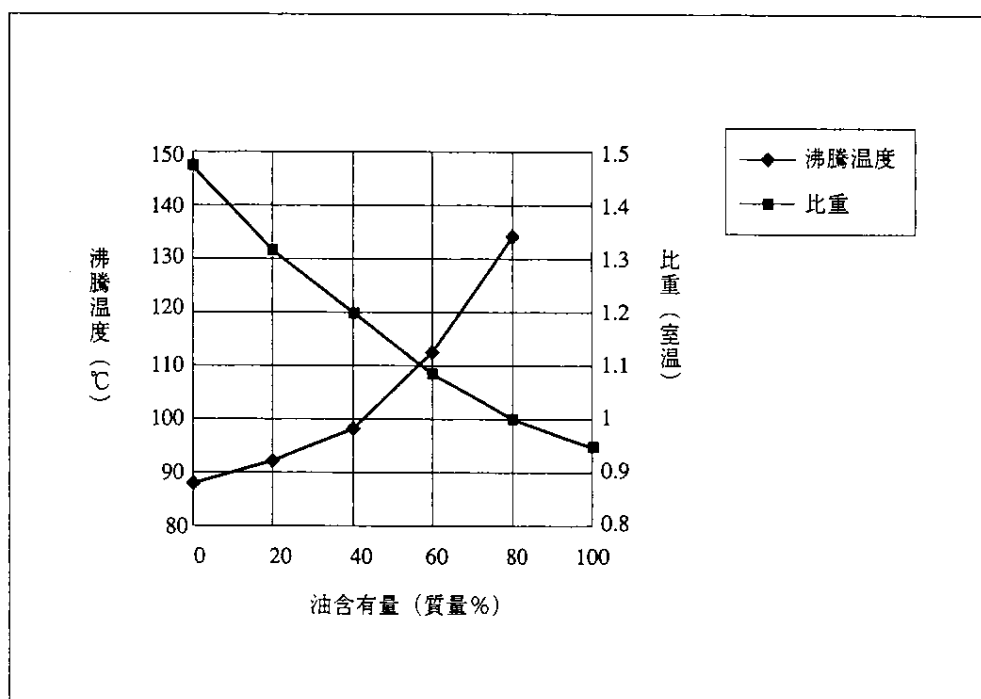
通常、洗浄設備又は蒸留器の釜の温度がある設定した一定温度に到達すれば、自動的に或いは手動により釜液の抜き出しを行うことが行われている。釜液を抜くと、その液量に相当する新液が補給され沸騰温度は低下して洗浄が再継続される。この釜液を抜くためのある設定された温度（沸騰温度）から、次に示す各々の塩素系溶剤に応じた沸騰温度と油含有率の図により、又は液比重と油含有率の図より、油含有率（%）を読み取る（好ましい操業時の油分濃度は、洗浄設備の蒸気槽では通常 20%程度以下で、廃溶剤の回収のための蒸留設備で通常 40～60%程度である）。

廃液中の塩素系溶剤の含有率 = [100 - 油含有率（%）]

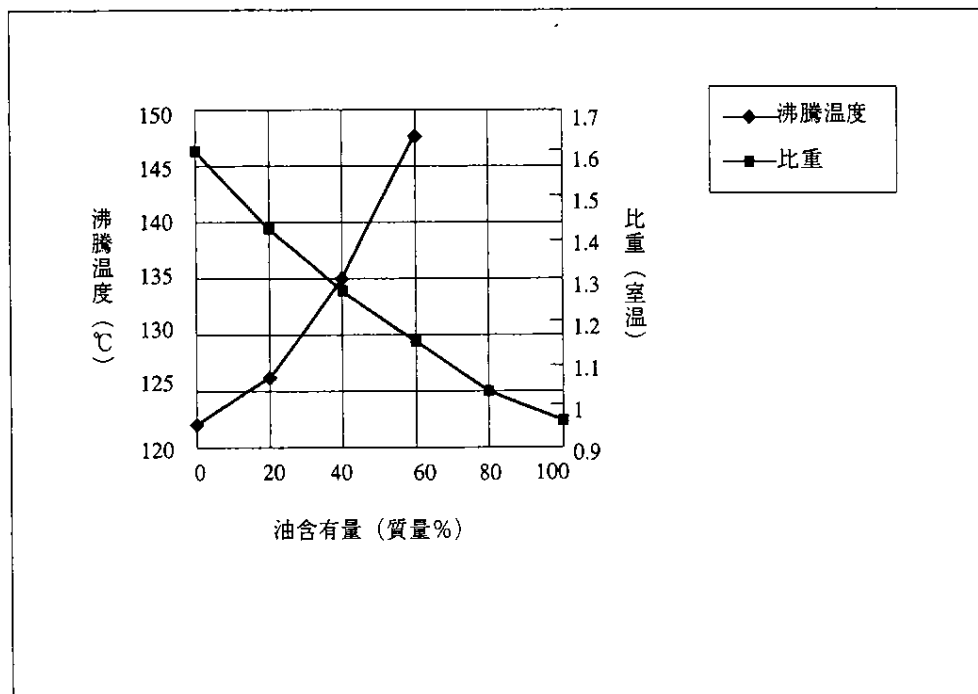
塩化メチレン中の油の含有量と沸騰温度及び比重の関係の一例



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 CH_2Cl_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 ³) |
| 最大許容濃度(常時この濃度以下に保つこと) | 100 ppm(340 mg/m ³) |
| | (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⁽¹⁾
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)⁽²⁾
蒸気密度: 2.93(空気=1)⁽²⁾
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)⁽²⁾
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⁽³⁾

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^(2,3)

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⁽⁹⁾

経口毒性

ラット LD₅₀ 1,600 mg/kg

吸入毒性

マウス LC₅₀ 14,400 ppm(7 h)

刺激性⁽⁹⁾

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⁽²⁸⁾

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⁽²³⁾⁽⁴³⁾

- ・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 ₅₀ (14 d) | 294 ppm |
| fathead Minnow | LC ₅₀ (96 h) | 193 mg/l(流水) |
| fathead Minnow | LC ₅₀ (96 h) | 310 mg/l(静水) |
| fathead Minnow | LC ₅₀ (48 h) | 265 mg/l(流水) |
| fathead Minnow | EC ₅₀ (48 h) | 209 mg/l |
| ヒメダカ | LC ₅₀ (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/m³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 ₂ =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 比較的毒性は低い。

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 | ふっ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 |