



## すぐ使える洗淨技術 装置・洗淨剤の機能と特徴 工業調査会 編

### 洗淨システムのクローズド化 土井潤一

#### 3.1 洗淨におけるゼロエミッション

PRTR法「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律」が1999年7月に成立した。化学物質に関する本格的な制度改定は、1973年の「化審法」制定以来26年ぶりである。

これにより、企業は化学物質の環境への排出量や廃棄物としての移動量を行政に報告しなければならないことになる。行政はこれを公表することによって、企業への化学物質の改善、強化を、さらに物質を幅広く対象とすることで環境負担の予防管理を目指す。

このPRTR法の実施によって日本の化学物質環境保全対策は、21世紀に向けて大きく変わるといわれている。

脱フロン・エタンを進めた洗淨現場も、ISO14000、グリーン調達の進行とともに洗淨におけるゼロエミッションの達成に向けて取り組みを進めている。生産プロセス全体の見直しによる無洗淨化を筆頭に、圧力・温度の変動を利用した、水、空気のみによる脱化学物質の洗淨方法も注目に値する。しかし洗淨対象の汚れは多様にあり、洗淨剤もこれに対応した水系、準水系、非水系となり、ゼロエミッションは洗淨システム全体にとってとりわけ洗淨設備を中心として、いかにクローズド化したシステムを構築するかが重要な洗淨技術とされてきている。

この点は、すでに環境行政の法規制において塩素系有機剤は厳格な使用管理、クローズド化が求められている現実がある。

(図3.1)

ここでは不燃性溶剤としてニーズの高いこの塩素系溶剤、また精密洗淨分野で用途が広がっているフッ素系不活性溶剤を対象として、既設洗淨装置に追加する周辺装置によるクローズド化の取り組みを紹介する。

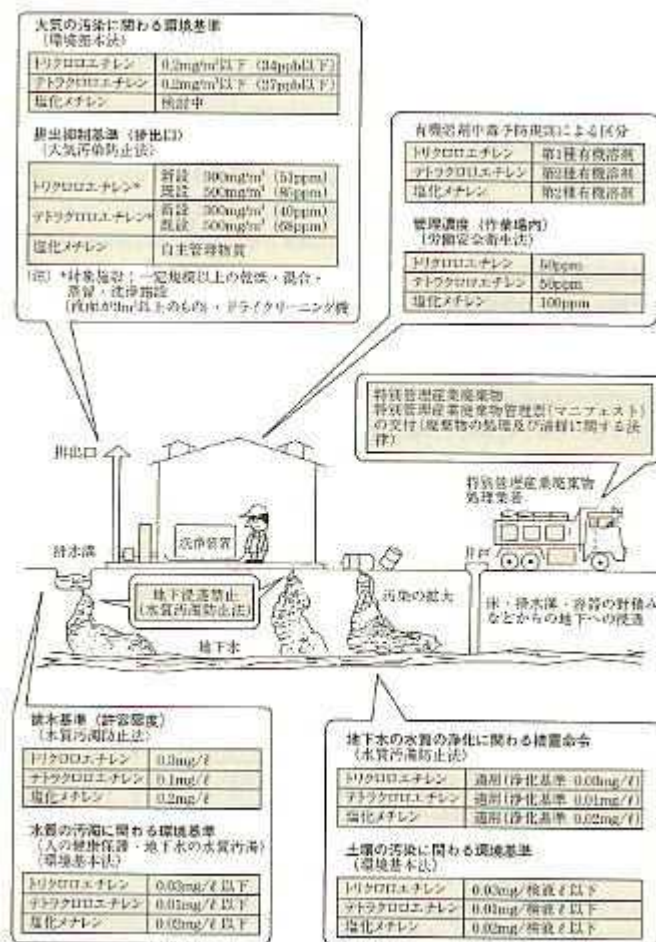


図3.1 塩素系溶剤に適用される規制基準 (クロロカーボン衛生協会：1999年9月)

### 3.2 深冷循環による溶剤飛散対策

溶剤の洗浄装置外への拡散は大別して、大気放散、持ち出し、廃液処理となる。適切な管理がそれぞれに要求される。ただこの場合、経験的には大気放散が量的には重要である。既設洗浄装置への対策は、洗浄槽のフリーボード比を大きくする(槽壁を高くする)、冷却コイルの冷却水温度を低くする、と指摘されてきた。その技術的根拠は、槽内濃度分布において開口部付近の濃度を極力低濃度に抑えることが、静止時のオーバーフローはもちろんのこと、ワーク出入りによる空気体積量に占める溶剤ベーパー量を低減することで、大気放散量を抑えようとするものである。

これは新設洗浄装置の導入であれば十分可能であるが、既設洗浄装置への対応は実現の可能性が少ない。それは、フリーボード比の確保のために槽壁を高くすることは、自動機では搬送系の課題、手動式では作業性で困難である。また冷却温度は、蒸気圧線図によれば仮にエタンより塩化メチレンへのシフトの洗浄装置の場合、エタンで冷却水温度15℃管理の槽内ベーパー濃度分布を確保しようとするには約10℃管理が必要となってしまう。これは設備的に可能であっても、氷結対策も必要となり現実的でない(図3.2)。

そこでわれわれはこの課題に対し、あくまで“既設洗浄装置改造費用”の経済的負担の枠内での対策を前提として、「溶剤削減補助設備(商品名：深冷くん)」を1991年に上市し洗浄現場で実施してきた。

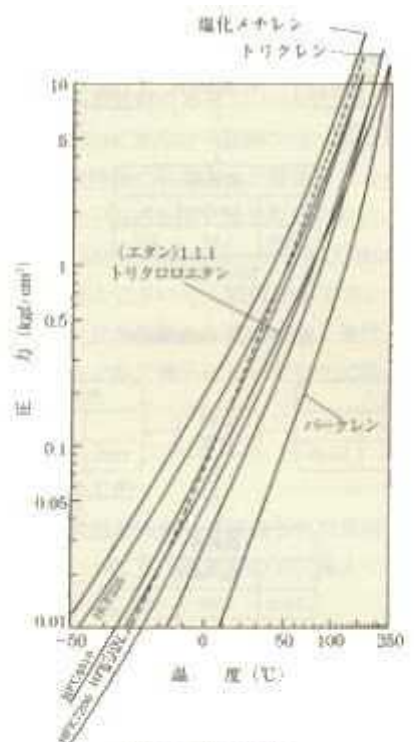


図3.2 蒸気圧線図

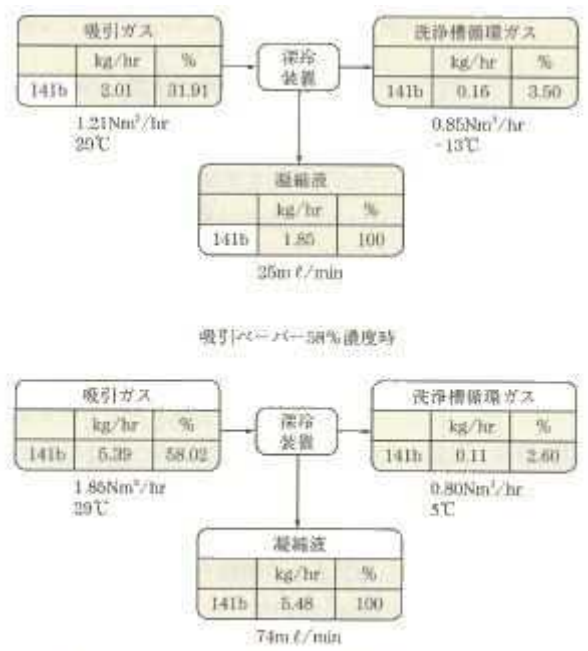


図3.4 深冷循環マテリアルバランス (HCFU-14)実用例

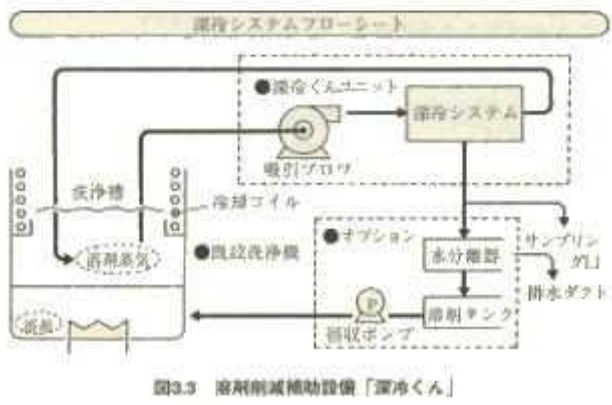


図3.3 溶剤削減補助設備「深冷くん」

その方式は、洗浄槽内の高濃度ベーパーを吸引ブロアーにて少風量（約0.2m<sup>3</sup>/min）で引き込み、凝縮器（約-30℃）で凝縮回収した後に、不凝縮ベーパーを槽内に戻す深冷循環である（図3.3）。ここで凝縮された回収液は洗浄槽で再利用するのであるが、その体積分の槽内ベーパー量は低減され、ベーパーゾーンは下方に移動する。その結果、開口部付近のベーパー濃度が低くなり、フリーボード比の確保と同様の効果が得られることとなる。図3.4はそのバランスの例である。溶剤消費の大気放散分の40～80%の削減効果の現場実績がある。

この溶剤削減補助設備は、既設洗浄機の流用を前提とした溶剤転換の場合、具体的な効果を発揮する。それは、既設洗浄機の大気放散対策を“改造”レベルのコストで実現する、スペース、必要ユーティリティも“改造”の枠内である、手動機、自動機をとわず、配管2本による接続で洗浄作業性の犠牲を伴わない、回収液の組成変化対策の必要がないなど、簡単な追加周辺装置として扱うことができることによる。

ただし、この補助設備は槽内からの大気放散対策に有用性はあっても、持ち出し対策、また有機溶剤中毒予防規則に基づく作業環境保全、さらに局所排気からの大気汚染防止に直接結びつく効果は期待できない。

3.3 活性炭吸着による大気汚染防止と設備導入のポイント

活性炭吸着方式による回収装置は、大気放散、持ち出し対策、作業環境保全の包括的対策として一般化している。特に、改正大気汚染防止法による排出濃度の遵守のためには、これが不可欠となっている。

活性炭吸着方式は、粒状活性炭、繊維活性炭、八ニカム活性炭などの吸着材、固定床、流動床などの吸着方式など、用途に応じたバリエーションもある。活性炭回収装置メーカーは、回収処理後の出口濃度を一般的に平均25ppm、最大50ppmを保証値とするのが通例である。

図3.5は、粒状活性炭固定床方式の一般的フロー図である。この工程は、洗浄機からの溶剤ベーパーは活性炭に吸着され、正常ガスとして排出される。吸着された溶剤ベーパーは、スチーム加熱により脱着され、その後コンデンサーで液化回収される。2塔による交互切替によってこの工程は連続する。この排ガス回収装置の導入に置いて、設備をよりコンパクトに、より安価に設定し、作業環境改善と大気汚染防止を同時に成し遂げ、さらには溶剤再利用によるコストダウンを図るには、導入において以下に述べるような工夫が必要となる。

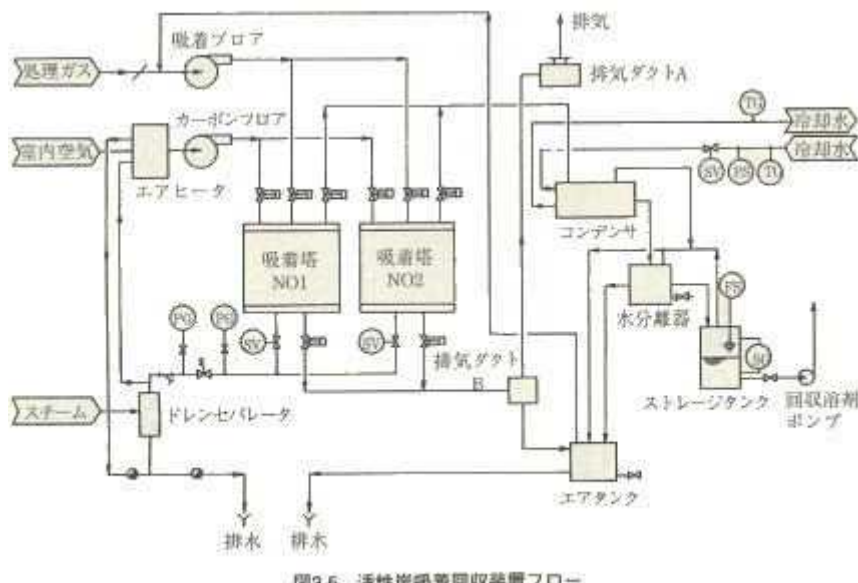


図3.5 活性炭吸着回収装置フロー

### 3.3.1 吸引用ダクトの工夫

この点は、活性炭等の設計基準が処理風量と処理濃度（処理溶剂量）によりなされていることによる。つまり、濃度がいかに薄くても処理風量が大い場合、その処理風量に合わせた大型の装置が必要となる。工夫はいかに低風量で効率良くベーパー引き込みを行うかが、システム全体を決定することにある。

図3.6は熱処理関係のトリクロロエチレン洗浄機のダクトワークの一例である。作業環境保全を目的とする有機溶剤中毒予防規制による必要局所排気量は、 $13.5\text{ m}^3/\text{min}$ である。しかし被洗物出入り口に取り付けられた既設局所排気は、上方からの吸引であることもあり、ベーパー吸引としては非効率であった。しかも回収装置をこの先に取り付ければ、その大風量のため大型になってしまう。

そこで空気の4.5倍の重量（飽和蒸気）をもつトリクロロエチレンベーパーの物性に着目して、洩れ出るベーパーをその淵から吸引するスリットダクト吸引システム（実用新案1957453号）を用い、洗浄槽の淵と被洗物出口下方に改めてスリットダクトを附設し、 $10\text{ m}^3/\text{min}$ の風量で吸引し、これを回収装置で処理した。さらに既設の局所排気装置は風量を調節して用い、有機溶剤中毒予防規制の基準を守り、作業環境濃度を10ppmまで落とすことができた。

ここで用いたスリットダクト吸引システムの特徴は、スリットダクトの取り付け位置が洗浄槽の淵であるため既設洗浄機のほとんどの簡単に取り付けできる。洗浄槽の淵で洩れ出るベーパーを吸引するため、過度の引き込みによる無用の溶剤ロスを防止できる。既設局所排気

装置は作業環境保全の必要排気量の確保の補助として活用できる、溶剤の空気比重に着目したことにより低風量吸引が可能となるなど、既設洗浄機における対策として有用性がある。

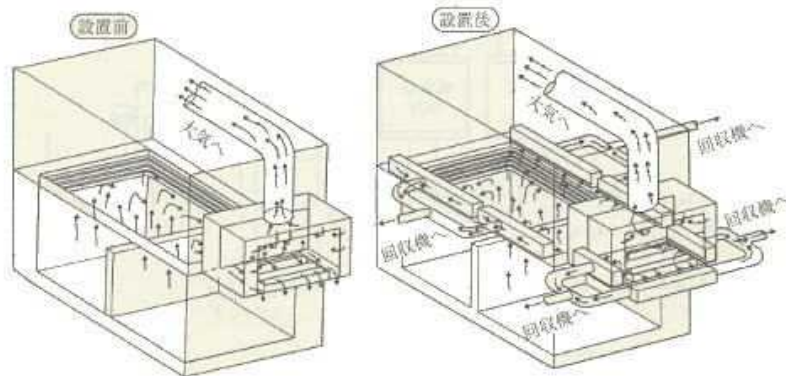


図3.6 ダクトワークの改造

### 3.3.2 回収溶剤再利用の工夫

回収液は当然再利用することが前提である。ただし、新液にも安定剤が調合されて使用している多くの溶剤の場合、回収液の分解には注意がいる。活性炭吸着の場合、回収液の分解は脱着時における温度、時間、活性炭の触媒性の3要因の組み合わせで、その分解の程度が決まるといわれている。

したがって一般的には、その脱着時間の長さの要因を中心として粒状活性炭 > 繊維状活性炭とされる。

いずれにせよ、その対象となる溶剤の物性、運転条件、特に必要脱着時間など設計段階で吟味しておく必要がある。ただし、大和化学工業の実施例において混合ガスの処理の場合を除いて再利用ができなかったケースは皆無である

### 3.3.3 2次排水リサイクルの工夫

図3.7は粒状活性炭固定床方式の全体システム概略図である。装置運転には、エア、スチーム、冷却水が必要となる。ここでの課題は脱着時に使用したスチームが液化した排水があることである。しかも特に塩素系溶剤の場合、設定されている排水基準を超える濃度のドレンである。

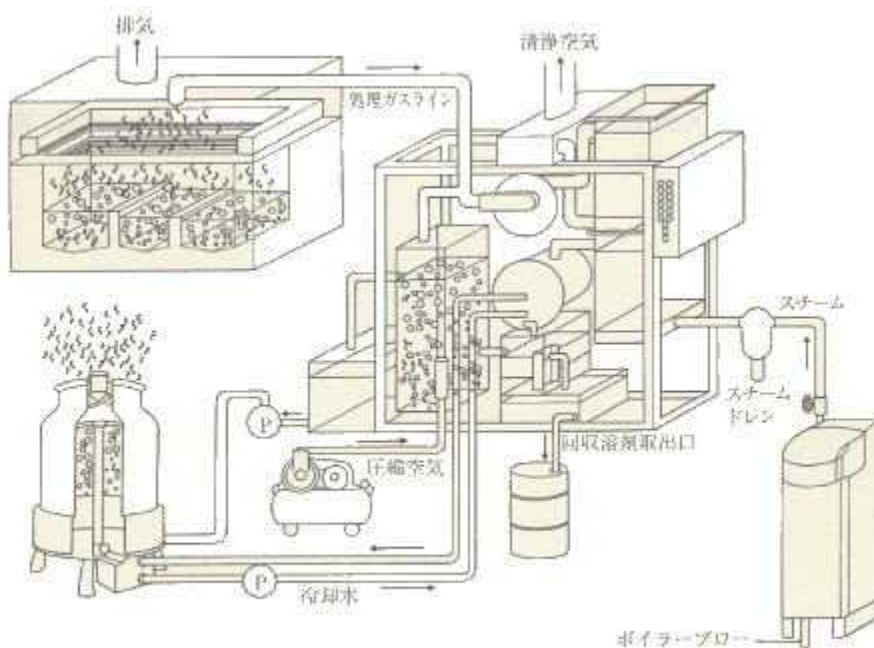


図3.7 活性炭吸着排ガス回収装置の全体システム

そこでこの排水はシステム内で爆気処理で飛散させた溶剤ペーパーは際と活性炭に戻し、吸着をすることが必要である。

さらに、この排水はリサイクルができる。その方法は、クーリングタワーの補給水の一部に再利用、ボイラー給水として再利用することができる。経験的にボイラー給水としての再利用は多くの場合、水溶性である安定剤が溶け込んでおり、その結果、給水タンクで泡だちによるフロートレベル管理の故障になる可能性がある。

一方、クーリングタワーの補給水として再利用する場合は、補給水の多くは市水であり、その希薄効果もあり実施例においてトラブルは経験していない。

環境への汚染負荷対策の鍵は、排出源での放散防止である。環境行政も規制から自主管理に軸を移してきている。ここでみた溶剤洗浄のシステムクローズド化は、そのための追加的装置導入においても、またさらに日常の運転管理においても画期的な取り組みではなく、その洗浄現場に合った工夫がその効果を促進する。これらの効果の積み重ねが、洗浄におけるゼロエミッション達成に向けた推進力であると考えられる。