

VOC 吸着・回収システム

日本産業洗浄協議会 土井 潤一

平成18年4月1日大防法一部改正で、本格的にスタートしたVOC排出抑制の取組は、規制と自主的取組のベストミックスとされる環境行政の枠組みで推進されている。

この自主的取組において「特に中小企業向けの低価格で小型のVOC処理装置の開発を推進する」(中環審意見具申平成16年2月3日) 必要が要望され、経済産業省は「有害化学物質リスク削減プロジェクト」(NEDO)、環境省は「環境技術実証モデル事業」を推進するなど、行政においてもVOC排出抑制技術の開発・普及支援を行なっている。

VOC処理装置は、「回収」と「分解」に大別されるのが一般的である(図1)。

吸着・回収システム(吸着法)は、VOC処理装置の納入実績の最も多い方式である(図2)。この導入における現場の要求は、大気汚染防止・排出抑制と作業環境保全を同時に成し遂げ、さらにマテリアル回収・再利用によるコストダウンをめざすことに視点がある。また早期の設備償却にむけては、装置を含むシステムをよりコンパクト、安価に導くシステムの工夫が課題となる。

活性炭吸着回収は、このシステムを代表する方式である。対象溶剤の多くが燃焼処理出来ない塩素系溶剤である洗浄工程は、活性炭吸着回収システムの導入実績が多いと思われる(図3)。

ここではこの活性炭吸着回収システムの導入にかかわる検討事項を整理することとする。

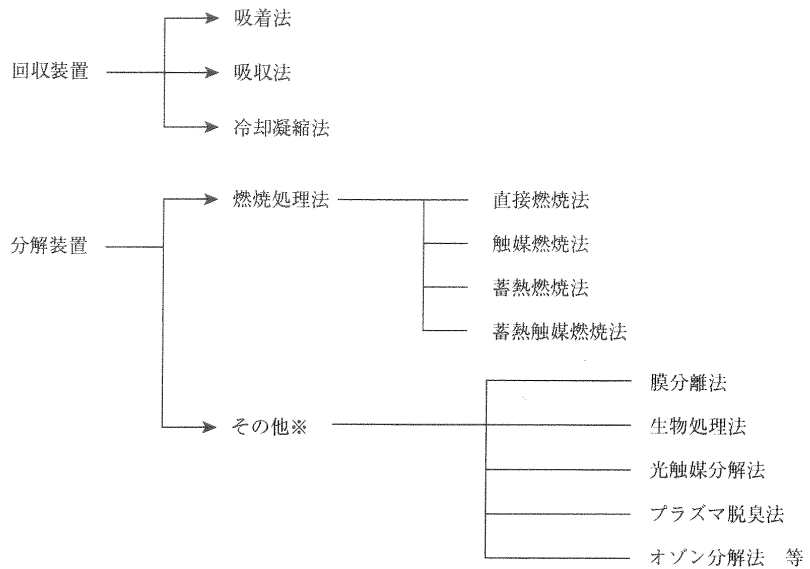


図1 VOC処理装置の分類図

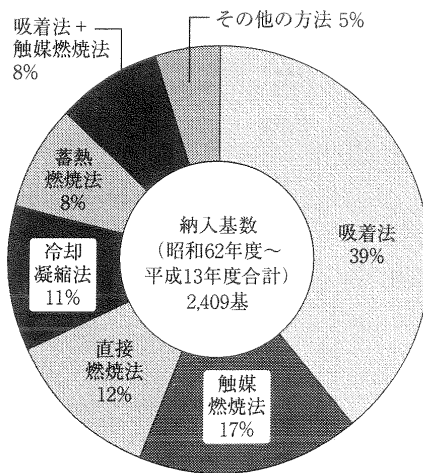


図2 処理方式別納入台数構成 (昭和62年度～平成13年度)

(出典：揮発性有機化合物(VOC)排出に関する調査報告書 (社)環境情報科学センター H15.3)

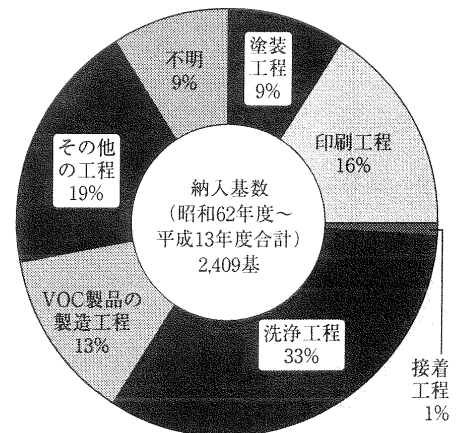


図3 導入工程別納入台数構成 (昭和62年度～平成13年度)

(出典：揮発性有機化合物(VOC)排出に関する調査報告書 (社)環境情報科学センター H15.3)

● 回収装置の規模決定

活性炭吸着回収は、他の処理法に比較して低濃度ガスを比較的容易に数ppm程度に浄化できる特徴がある。ただし、装置の中核となる吸着塔設計は、比較的幅広い複雑な技術を必要とする。特に原ガスの処理風量、濃度、溶剤物性、温度、湿度などは、重要な設計要因である。例えば、相対湿度55%を超える原ガスは活性炭の溶剤吸着量に影響があり、原ガス前処理が必要である（図4）などよく知られている。

しかし導入実績の多い洗浄工程では、排出源は洗浄機であり、塩素系、フッ素系溶剤に限定されることで、回収装置の規模決定（装置サイズ）要因は、処理風量と濃度になる。

固定床方式活性炭吸着回収装置フロー（図5）の中核にある吸着塔は、濃度がいかに薄くても処理風量が多い場合、その処理風量に合わせた設計となり、大型化する（図6）。

装置を含むシステムをよりコンパクト・安価に導く工夫は、いかに低風量で効率よくペーパーを吸引するかが重要となる。図7は熱処理工程におけるトリクロロエチレン洗浄装置のダクトワーク工夫の実施例である。作業環境保全を目的とする有機溶剤中毒予防規則における必要局所排気量は、13.5m³/minである。しかし、被洗物出入口に取付けられた既

設局所排気口は上方からの吸引でペーパーの吸引としては非効率であった。

そこで装置の機種決定の前にこのダクトの改造を行ない、低風量化をめざした。まず空気の4.5倍の空気比重（飽和蒸気）をもつトリクロロエチレンペーパーの物性に着目し、洗浄槽淵から溢れ出るペーパーを吸引するスリット状ダクト、および被洗物出入口下方にダクトを新設し、10m³/minで吸着・回収した。さらに既設局所排気装置を調整し、有機溶剤中毒予防規則における必要局所排気量を確保して作業環境濃度を10ppmまで落とすことが出来た。

ここで用いたスリットダクト吸引システムの特徴は、

- ① スリットダクトの取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に簡単に後付け出来る。
- ② 洗浄槽の淵で溢れ出るペ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排出を防止出来る。
- ③ 既設局所排気装置は作業環境保全本にむけた必要排気量確保の補助として活用できる。
- ④ 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。

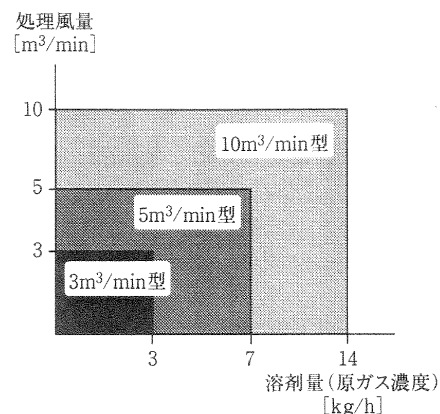


図6 回収装置の機種決定

など、既設洗浄機の後付け対策として有用である。

● 回収装置性能と回収率

回収装置性能と回収率は異なる概念である。回収装置性能とは、一般に入口濃度と出口濃度を指標とする処理率、除去率である。回収率は、蒸発による気化排出された溶剤量に対する吸着・回収システムによって液化回収された溶剤量の比率である。

(1) 回収装置性能

回収装置は、処理方式（固定床、流動床）、吸着剤種類（活性炭、ゼオライト

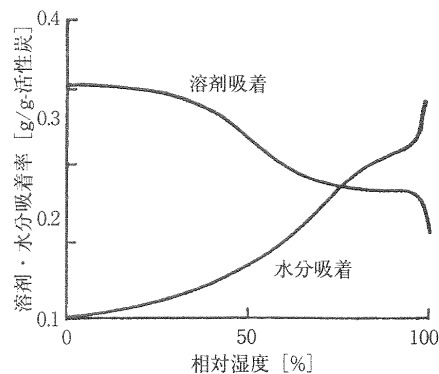


図4 水分共存での溶剤吸着の例（親水性溶剤）
（出典：活性炭—基礎と応用 炭素材学会編 1987.9 講談社）

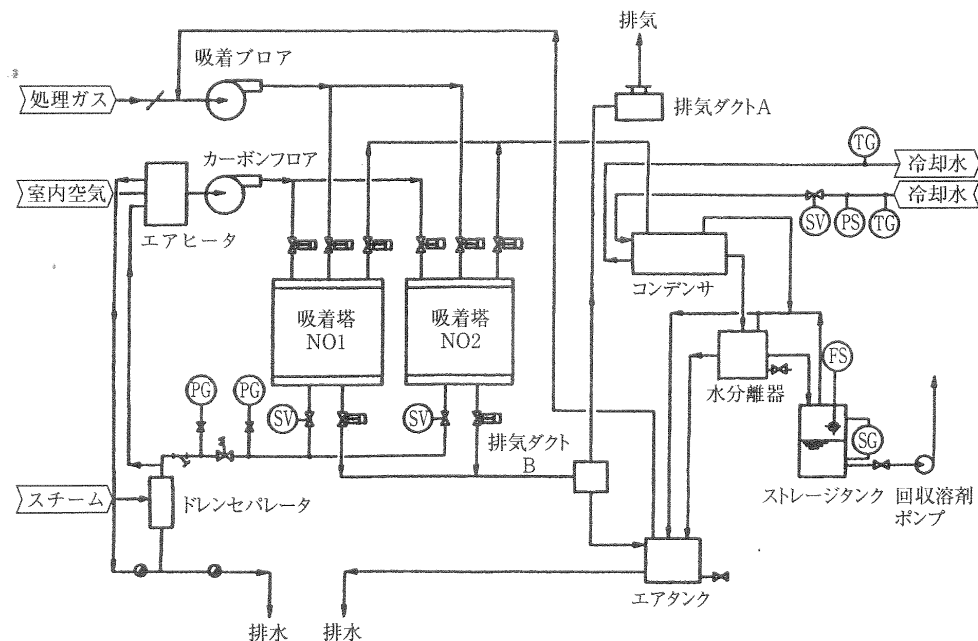


図5 活性炭吸着回収装置フロー（粒状活性炭仕様）

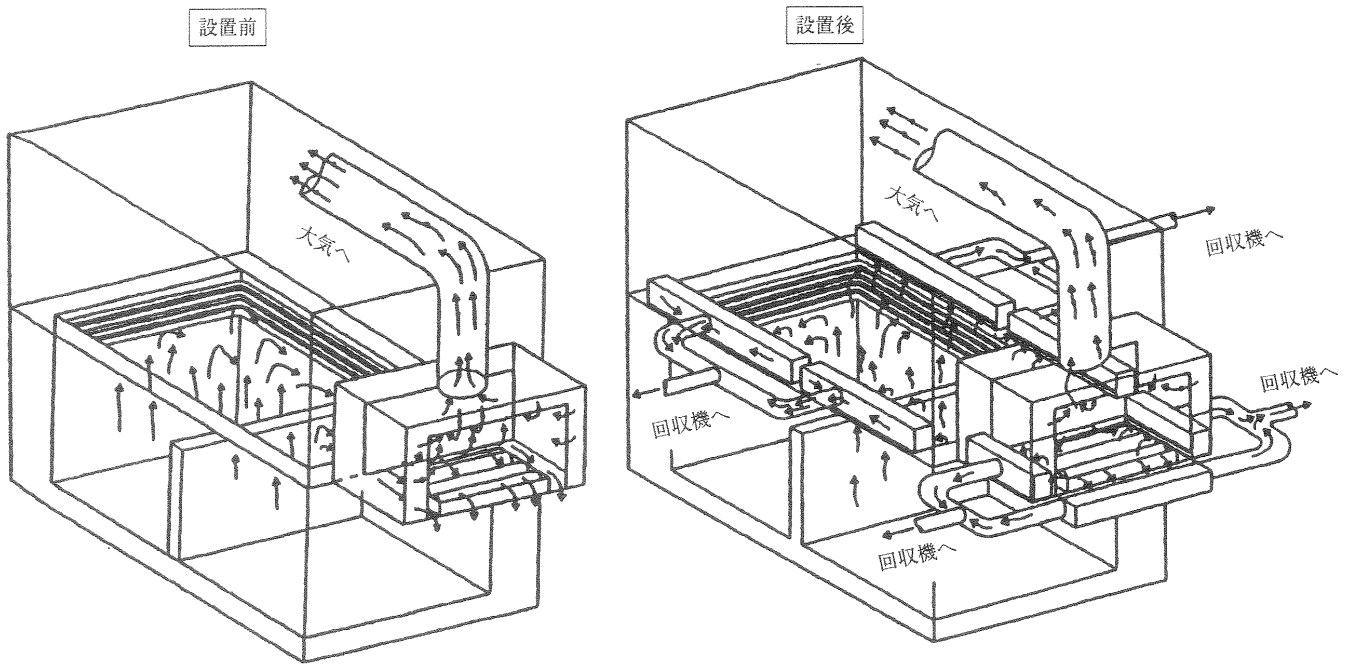


図7 ダクトワークの改造

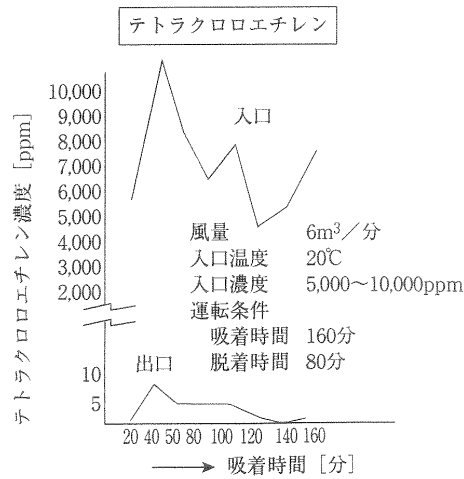
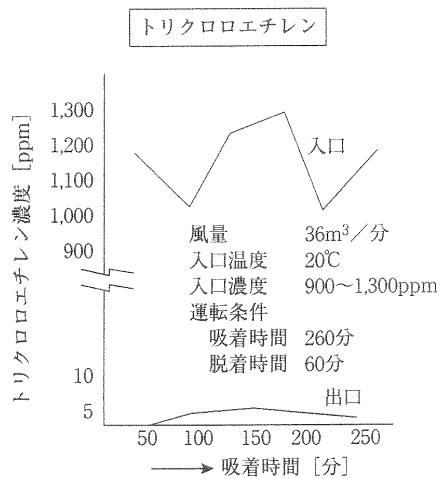
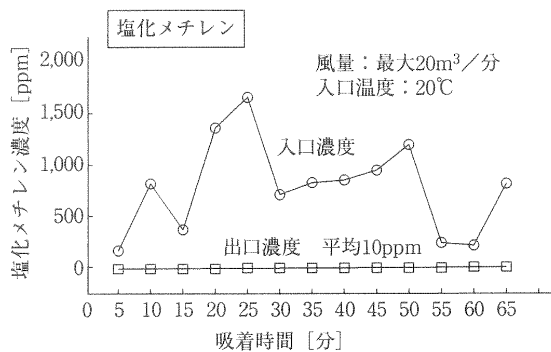


図8 回収装置（粒状活性炭仕様） 入口と出口のガス濃度例

（出典：クロロカーボン適正使用ハンドブック（改訂版） クロロカーボン衛生協会 2000.9）

系）、吸着剤形状（粒状、繊維状、ハニカム状）や脱着方式（水蒸気脱着、熱風脱着や圧力変動）などの多様な選択肢がある。

図8は、洗浄工程での導入実績が最多であると思われる固定床方式粒状活性炭回収装置の処理実績例である。特に処理ガス条件に適合しない方式の選択がない場合においては、回収装置性能は技術的にはほぼ同程度の処理率となるようである。

(2) 回収率

吸着・回収システムの最大の特徴はマテリアル回収であり、その再利用にある。回収率は、ここでの中核概念であり、排出ガス処理マテバラ（図9）におけるB/A構成比となる。回収装置性能が95%以上でも、洗浄工程では回収率は60~70%程度であるのが一般的である。排出ガスを図9の処理ガスラインによって回収装置入口に100%捕集吸引することは、不可能である。工夫は低風量で効率的なダクトワークがここでも重要であり、システムの回収率を決定するといっても過言ではない。

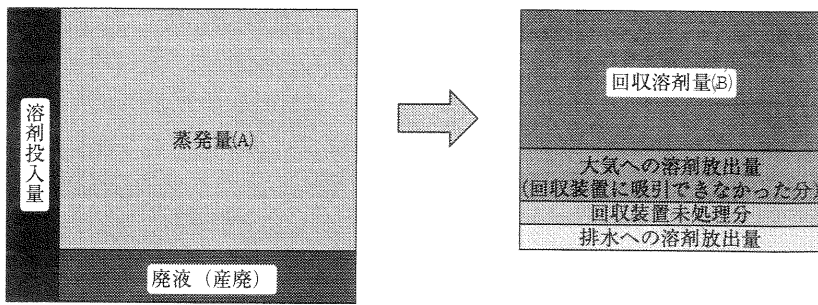


図9 排出ガス処理マテバライメージ

● システム構成の課題

図10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となる。そこでこの排水は、システム内で爆気処理し、飛散させた溶剤ペーパーは再度活性炭に戻し吸着処理することが必要である。

さらに、この排水はリサイクルできる。その方法は、

① クーリングタワーの補給水の一部に再利用

② ボイラー給水として再利用することが出来る。

経験的にボイラー給水としての再利用は、水溶性の溶剤安定剤の混入がある場合給水タンクでの泡立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、その希釈効果もあり実施例においてトラブルを経験していない。

● 吸着・回収システムの経済的効果

回収液は洗浄工程においては、再利用が前提である。ただし新液にも安定剤が調合されている溶剤の場合、回収液の分

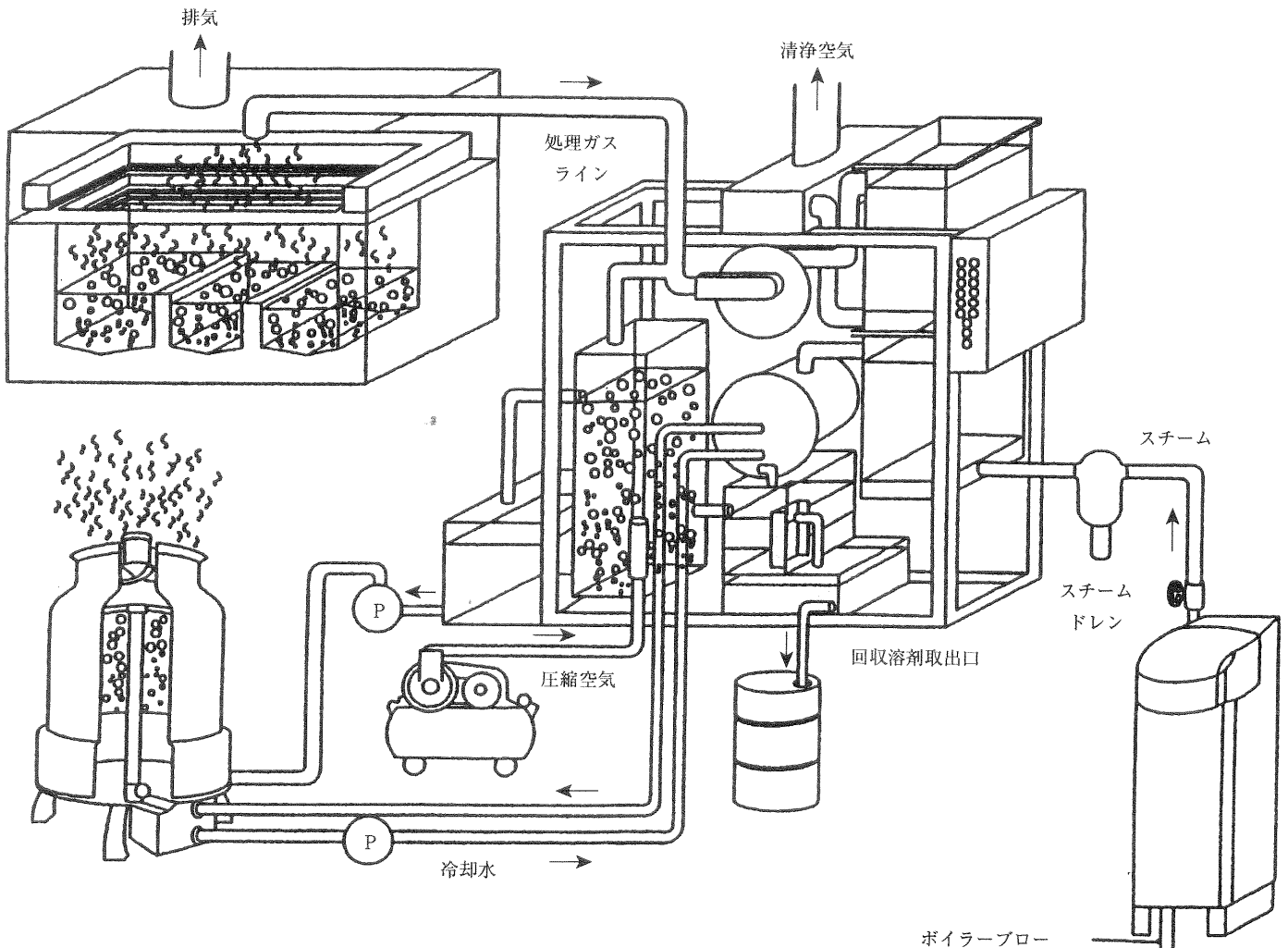


図10 活性炭吸着回収装置の全体システム

表1 システム導入のコスト収支例

溶剤の回収装置導入による効果

目的	洗浄費用の半減、職場環境の改善	
対策	トリクロロエチレンの回収装置の導入	
結果	洗浄剤使用量削減	8,410kg/月→2,030kg/月 (76%削減)
	コスト削減	164万円/月→73万円/月 = 40 + 33万円/月 (55%削減)
	その他	溶剤の臭気が消えた。

溶剤の仕様実績に関するデータ

	単価 [円/kg]	使用量 [kg/月]	金額 [万円/月]
①回収装置の設置前	195	8,410 (29ドラム)	164
②回収装置の設置後	195	2,030 (7ドラム)	40
差 (①-②)	195	6,380 (22ドラム)	124

回収に関する費用 (リース期間7年)

	取得価格 [万円/年]	償却 [万円/年]	経費 [万円/年]
建屋	155	22	2
回収機	1,100	157	13
ボイラー等		41	3
ボイラー本体	170		
クーリングタワー	45		
配管工事	30		
ボイラー室	45		
	290		
電気・燃料			
電気		5.3	
油		7.8	
ボイラ水	-	-	0.4
薬品			0.9
合計	1,545	221	33

注) 電気：5kw×17円/kw、油：4.3L×28円/L、ボイラ水：400L×150円/L

済的メリットも追及できる。

しかし、特殊グラビア印刷など混合溶剤（トルエン、酢酸エチル、MEK、IPA等）を使用する分野では、回収、再利用に技術的、経済的課題があり、燃焼法を始めとする分解処理が中心となっている。

表1は、処理風量20m³/minタイプの回収システムを熱処理工程に導入した現場社内報告書の一覧表である。

経済的効果の算出は、イニシャルコスト、ランニングコストに留まらずシステム全体の管理費用も視野に入れた評価が求められる。

筆者紹介

土井潤一（昭和23年12月29日生）

日本産業洗浄協議会 理事
〒105-0014

東京都港区芝2-10-4 電巧社ビル5F

TEL：03-3453-8165

FAX：03-3453-8167

E-Mail：doi@daiwakagaku.com

〈主なる業務歴及び資格〉

中央環境審議会大気環境部会

揮発性有機化合物排出抑制専門委員会 委員。

産業構造審議会

環境部会産業と環境小委員会

化学・バイオ部会リスク評価小委員会

産業環境リスク対策合同ワーキンググループ 委員。

解には注意がいる。

活性炭吸着の場合、分解は

- ① 温度
- ② 脱着時間
- ③ 活性炭触媒性

の3要因の組み合わせで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要因を中心にして粒状活性炭>繊維状活性炭とされる。

いずれにせよ、単一溶剤を排出ガスとする一般洗浄工程においては、システム導入における十分な設計検討がなされている場合、回収液再利用が実施され、経

● 優良技術図書案内

● 初心者のためのクリーンルーム入門

クリーンテクノロジー編集委員会編

A5版 180頁 定価：2,625円（本体2,500円）

お問合せは日本工業出版(株)販売課まで 販売直通 03(3944)8001 FAX 03(3944)0389