

(比重:0.85)

- 洗浄液持出量 : 60g/バスケット(実測値) 600g/hr(0.817L/hr)
- 洗浄液 : 炭化水素系洗浄剤 A(第4類第2石油類、沸点 174°C、比重:0.734)
- 蒸気圧(20°C) : 0.95mmHg
- 減圧蒸留再生器排出時加工油許容濃度 : 40%

①【大気への放出量】

蒸気洗浄システムでは、乾燥時間中、減圧下で全ての工程を行うため、炭化水素系洗浄剤の大気放出は真空ポンプの排気のみとなる。なお、真空ポンプの手前には凝縮器(回収器)を設けているので、凝縮器の冷却温度における洗浄剤の蒸気圧のみの放出となっている。

(冷却器温度: 20°C 蒸気発生量: 37.5 L/hr)

$$\begin{aligned} & \text{蒸気発生量} \quad \text{蒸気圧 (20°C)} \\ & 37.5 \text{ L/hr} \times 0.95 \text{ mmHg} / 760 \text{ mmHg} = 0.0468 \text{ L/hr} \end{aligned}$$

②【廃油としての排出量】

洗浄装置に持込まれた汚れ(=加工油)は、減圧蒸留再生装置で洗浄剤との沸点差を利用して除去し、洗浄剤を再生使用する。濃縮された加工油を廃液として排出するが、その際に加工油とともに炭化水素系洗浄剤も排出される。

なお、炭化水素系洗浄剤の排出量は、加工油の沸点と混入量により左右される。

洗浄液持出量 = (加工油混入量 ÷ 減圧蒸留再生器排出時加工油許容濃度) - 加工油混入量

$$\begin{aligned} & = (0.482 \text{ L/hr} \div 40\%) - 0.482 \text{ L/hr} \\ & = 0.723 \text{ L/hr} \end{aligned}$$

③【炭化水素系洗浄液使用量における揮発性有機化合物の大気放出量の比率】

大気への放出量	廃液としての排出量	洗浄液剤消費量(合計)
0.0468 L/hr (約6.1%)	0.723 L/hr (約93.9%)	0.770 L/hr

【条件2】



- 洗浄物 : プレス部品 (材質:SUS304)
- 洗浄重量 : 10kg/バスケット (処理量100kg/hr 10バスケット/hr)
- 加工油持込量 : 28g/バスケット(実測値) 280g/hr(0.329L/hr)

(比重:0.85)

洗浄液持出量 : 117g/バスケット(実測値) 1170g/hr(1.594L/hr)

洗浄液 : 炭化水素系洗浄剤 A(第4類第2石油類、沸点 174°C、比重:0.73

4)

蒸気圧(20°C) : 0.95mmHg

減圧蒸留再生器排出時加工油許容濃度:40%

①【大気への放出量】

(冷却器温度:20°C 蒸気発生量:37.5L/hr)

蒸気発生量 蒸気圧(20°C)

$$37.5 \text{ L/hr} \times 0.95 \text{ mmHg} / 760 \text{ mmHg} = 0.0468 \text{ L/hr}$$

r

②【加工油混入リサイクルに伴う洗浄液廃液量】

洗浄液持出量 = (加工油混入量 ÷ 減圧蒸留再生器排出時加工油許容濃度) - 加工油混入量

$$= (0.329 \text{ L/hr} \div 40\%) - 0.329 \text{ L/hr}$$

$$= 0.494 \text{ L/hr}$$

③【炭化水素系洗浄液使用量における揮発性有機化合物の大気放出量の比率】

大気への放出量	廃液としての排出量	洗浄液剤消費量(合計)
0.0468 L/hr (約8.7%)	0.494 L/hr (約91.3%)	0.541 L/hr

6. 乾燥方式の違いによる大気放出量の比較

一方、温風乾燥方式では、最終リンス槽から乾燥槽への被洗浄物による洗浄剤持出量が洗浄剤の大気放出量となる。また、温風乾燥方式では大風量の温風によって洗浄剤を拡散することから、排出される洗浄剤の濃度は非常に低く、回収が困難である。

下記の事例に示すように大気への放出量は、蒸気洗浄システムに比べて17~34倍となってしまう。

【条件1】



洗浄物 : リベット (材質:アルミ)

洗浄重量 : 12k/バスケット (処理量120kg/hr 10バスケット/hr)

洗浄液持出量 : 60g/バスケット(実測値) 600g/hr(0.817L/hr)

洗浄液 : 炭化水素系洗浄剤 A(第4類第2石油類、沸点 174°C、比重:0.734)  
 蒸気圧(20°C) : 0.95mmHg  
 冷却器温度 : 20°C  
 蒸気発生量 : 37.5L/hr

【乾燥方式の違いによる大気放出量】

蒸気洗浄システム	温風乾燥方式
0.0468 L/hr	0.817 L/hr

【条件2】



洗浄物 : プレス部品 (材質:SUS304)  
 洗浄重量 : 10kg/バスケット (処理量100kg/hr 10バスケット/hr)  
 洗浄液持出量 : 117g/バスケット(実測値) 1170g/hr(1.594L/hr)  
 洗浄液 : 炭化水素系洗浄剤 A(第4類第2石油類、沸点 174°C、比重:0.734)  
 蒸気圧(20°C) : 0.95mmHg (冷却器温度:20°C 蒸気発生量:37.5L/hr)

【乾燥方式の違いによる大気放出量】

蒸気洗浄システム	温風乾燥方式
0.0468 L/hr	1.594 L/hr

7. まとめ

炭化水素系洗浄剤の消費の大部分は、廃油として処理されるため、大気放出量は少ない。また、塩素系溶剤に比べ、沸点が重く自然ロスが実質ゼロに近いいため、消費量自体も 1/2 ~ 1/10 に削減される。したがって、蒸気洗浄システムが普及することにより、工業用洗浄剤全体の揮発性有機化合物の大気放出量は大幅に削減されることになる。

また、塩素系洗浄剤の代替として炭化水素系洗浄剤を選択している理由は以下の通りである。消去法的に採用されているだけに、VOC 規制の内容如何によって炭化水素系洗浄剤の使用が困難になると、中小企業の多い金属加工業や精密加工業は塩素系溶剤の削減に窮してしまう。

- ① 水系洗浄剤は乾燥性が遅く、それを補う為の設備が大掛かりになり、設置スペースや設備費用が膨大になる。また、錆びやウオーターマークなど仕上りの問題があり、製品不良率が上昇する。排水設備や純水設備を必要とする場合は、ランニングコストが極端に上昇する。
- ② HFE や HCFC など代替フロンを使用する場合は、洗浄剤の単価が高いため、ランニン



グコストが割高になる。また、沸点が低いため、消費量を押さえるためには密閉構造にする必要があり、設備コストが膨らんでしまう。

- ③ 臭素系洗浄剤は、神経毒性などの疑い(作業環境濃度 25ppm に自主制限)から、敬遠するユーザーが多い。
- ④ 工業用洗浄剤のカテゴリーにカウントされていない、揮発性の高い石油系溶剤(アセトン、ノルマルヘキサン、トルエン、キシレン、工業用ガソリン等)では引火点が低く安全性の面で問題がある。また、その多くが毒性問題も抱えている。

したがって、炭化水素系洗浄機、特に「密閉容器内で炭化水素系洗浄剤を使用する蒸気洗浄システム」はVOC排出規制の対象外設備とするべきであるとする。

以上