

スクリーン印刷業における溶剤対策の検討

辰 市 祐 久 岩 崎 好 陽 上 野 広 行

1 はじめに

印刷産業は都市部に立地する典型的な都市型産業で、工場数が多く、一部の大手工場を除き大部分が中小零細規模の事業所となっている。こうした印刷工場からは印刷インキ中の溶剤や希釈用溶剤によって各種の芳香族炭化水素類、ケトン類、アルコール類等のガスが発生しており、これらは光化学スモッグの原因となり、直接的には臭気として住民に被害をもたらしている。

従来、東京都の公害防止条例有害ガス排出基準では、ベンゼン、トルエン等の溶剤類の排出濃度の合計が200 ppmの濃度規制に限定されていたが、平成6年4月以後に、悪臭防止法の改正でトルエン、キシレン、酢酸エチル、MIBK、イソブタノールが規制項目¹⁾に入った。これらについては規準の排ガス濃度と排出する高さによって、時間あたりの流量が規制され、今後、東京都でも条例で定められる可能性がある。

印刷工場の排ガス対策については、オフセット印刷等の比較的規模の大きい工場では触媒によって排ガス中の溶剤を分解している。

一方、スクリーン印刷の場合はインクの沸点が高く、被印刷体を乾燥する時に常温で行うので、炭化水素類等の発生が他の印刷方法に比べて少なく、また大量の印刷に向かないために、排ガス処理装置があまり普及していない業種であった。

今回はスクリーン印刷工場で、特に排ガス処理装置を設置している事業所を選び、排出されている溶剤成分の種類を測定し、処理装置による処理状況について調査を行ったので報告する。

2 調査方法

調査は次の4施設で行った。

1) N工場の測定

工場の作業場面積は1、2階合わせて約280m²で主と

してプラスチックに印刷を行っている。室内の排気は1、2階合わせて分解触媒を混合したスクラバー液により湿式吸収処理されていた。この装置の送風機の能力は約80 m³/minであった。

排ガスの測定方法は、処理装置の入口、出口で、ポンプを使って10ℓポリエステルバッグに排ガスを採取し、全炭化水素(THC)濃度及び臭気濃度を測定した。

全炭化水素は島津製全炭化水素計(HCM-1B)を用いた水素炎イオン化検出法で測定し、臭気濃度はT&Tオルファクトメーターによる選定試験に合格した人の中から6名のパネラーによる三点比較式臭袋法で測定した。

2) R工場の測定

工場の作業場面積は約184m²で主として布に印刷を行っている。室内からの排ガスは粒状活性炭を充填したフィルター(50cm×50cm×2.5cm)4枠を2層通して処理していた。活性炭は自前のバッチ炉によって3か月に1回程度再生を行っていた。この装置の送風機の能力は約150m³/minであった。

排ガスの測定方法については、処理装置の入口、出口からテフロン管によってn-ペンタン(20ml)を入れた2連のミゼットインピンジャーに接続し、ポンプで10ℓ程度採取した。その後n-ペンタンで配管内を洗浄し、用いた全てのn-ペンタンをKD濃縮器に入れ、窒素ガスで5mlまで濃縮し、ガスクロマトグラフによって測定した。なお、排ガス採取量はn-ペンタンの蒸発量を補正して計算した。

また、スクリーン印刷インキに使用している溶剤を測定するために、少量の印刷インキを150℃に加熱し、蒸発したガスをn-ペンタンにトラップし、ガスクロマトグラフに注入した。

ガスクロマトグラフの条件は、以下のとおりである。

ガスクロマトグラフ HP-5890
 カラム キャピラリーカラムDB-5 30m
 カラム温度
 40℃ → 110℃ → 240℃
 3min 3℃/min 10℃/min 10min
 キャリアガス He 12ml/min
 Air 440ml/min H₂30ml/min
 注入条件 温度 250℃ 注入量 1μl
 スプリットレス
 検出器 FID
 温度 250℃

3) Y工場の測定

工場の作業場面積は約240m²で主としてプラスチックフィルムに印刷を行っている。室内からの排ガスはダスト除去用フィルター2枚(61cm×61cm×2.9cm)を通過後、粒状活性炭を充填したフィルター(61cm×61cm×6.0cm)を5層通して処理していた。活性炭は2年以前から交換を行っていなかった。この装置の送風機の能力は約11m³/minであった。

排ガスの測定方法についてはR工場と同様に行った。

4) T工場の測定

工場の作業場面積は約78m²で主としてプラスチック板に印刷を行っている。室内からの排ガスは粒状活性炭50kgを充填した充填槽を通して処理していた。活性炭は1か月に1回定期的に交換を行っていた。この装置の送風機の能力は約50m³/minであった。

排ガスの測定方法についてはR工場と同様に行った。なお、スクリーン印刷工場の排ガスは悪臭の被害を起すことが多いため、その原因となる成分を調べるためにガスクロマトグラフ法で検出されたシクロヘキサノン、イソホロンやスクリーン印刷インクに入っているとされる成分の嗅覚閾値を三点比較式臭袋法で測定した。

3 結果と考察

N工場の全炭化水素濃度と臭気濃度の結果を表1に示した。全炭化水素及び臭気濃度の除去率は4~30%及び12~26%の範囲となり、この処理装置の効果が多少認められた。しかし測定時は処理装置のスクラバー液を交換して間もない状態であり、長期的には十分な効果を持つ処理装置とは言えなかった。

表1 N工場排ガスの調査結果

ガス採取場所		検体数	THC(ppm c)		臭気濃度	
			平均	最大~最小	平均	最大~最小
処理装置	入口(一階からの排気ガス)	5	96	104 ~ 86	260	410 ~ 170
	入口(二階からの排気ガス)	3	131	140 ~ 124	310	410 ~ 230
	出口	5	92	126 ~ 75	230	310 ~ 130
二階室内(中央)		1	263		730	
二階室内(ダクトそば)		1	169		310	

表2 工場からの排ガス成分の測定結果

工場	単位 ppm(V/V)								
	MIBK	トルエン	キシレン	酢酸ブチル	シクロヘキサノン	イソホロン	スクリーン印刷インク	臭気	臭気
R工場									
処理入口	0.2>	2.7~	0.4~	0.2>	2.6~	0.2>	0.1>	0.1>	
		5.7	0.5		5.4				
処理出口	0.2>	3.0~	0.3~	0.2>	2.4~	0.2>	0.1>	0.1>	
		4.4	0.0		6.5				
Y工場									
処理入口	3.0~	16~	1.7~	1.8~	2.8~	0.2>	0.1>	0.72~	
	4.7	18	5.3	1.9	8.3			0.92	
処理出口	4.0~	18~	1.8~	1.3~	3.2~	0.2>	0.1>	0.65~	
	6.0	21	5.3	1.4	8.5			0.8	
T工場									
処理入口	0.2>	5.0~	8.0~	0.81~	4.8~	0.2>	0.1>	0.1>	
		7.8	11	0.97	5.8				
処理出口	0.2>	17~	12~	1.8~	6.8~	0.2>	0.1>	0.1>	
		19	13	1.8	8.8				

表2はY工場、R工場、T工場における活性炭処理装置前後の排ガス成分の測定結果を示した。

R工場の排ガスからはトルエン、キシレン、シクロヘキサノンが検出された。ここでは活性炭を工場の設備で再生して使用していたが、測定時点ではどの成分もほとんど処理効果が認められなかった。

Y工場の排ガスからはMIBK、トルエン、キシレン、酢酸ブチル、シクロヘキサノン、イソホロンが検出された。

処理装置の活性炭を充填したフィルターは取り外しが容易な構造となっておらず、活性炭の交換あるいは再生をしていないため、結果として、検出した成分ではほとんど処理効果が認められなかった。

T工場の排ガスからはトルエン、キシレン、酢酸ブチル、シクロヘキサノンが検出された。

T工場は調査した工場のなかでは計画的に活性炭の交換を行っていたが、調査時点では処理効果が認められなかった。トルエン、キシレン等では処理出口側の方が濃度が高く、活性炭が溶剤によって完全に飽和してしまったために、こうした現象を起こしたと考えられる。

スクリーン印刷インクからn-ペンタンにトラップし

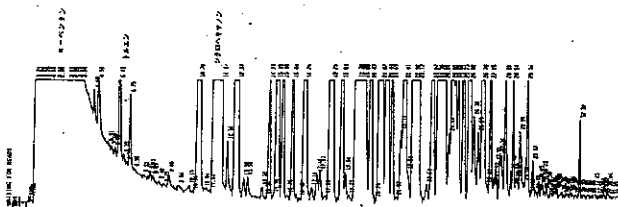


図1 スクリーン印刷インキからの溶剤のガスクロマトグラム

たなかには、図1のようにシクロヘキサノンよりも高分子量の未同定成分が多数含まれていたが、排ガスからは分子量の低いトルエン、キシレン等の一般的な溶剤が多く検出された。これは、スクリーン印刷後に室温で乾燥することと、希釈用溶剤が主に蒸発していたためと考えられる。

表3 印刷インキ成分の嗅覚閾値

	単位	ppm
シクロヘキサノン		0.08
エチルセルソルブ		0.51
n-ブチルセルソルブ		0.0012
セルソルブアセテート		0.0086
イソホロン		0.059
カルピトール		0.36
MIBK		0.17
トルエン		1.5
o-キシレン		0.30
m-キシレン		0.072
p-キシレン		0.12
酢酸 n-ブチル		0.016

* 文献 2)
** 文献 3)

表3に今回測定した成分の嗅覚閾値及び文献²⁾³⁾の成分の嗅覚閾値を示した。表2の検出された各成分の濃度をこれらの嗅覚閾値で割ることによって、成分ごとの臭気濃度が計算される。キシレンの場合オルト、メタ、パラの3種の異性体の平均で嗅覚閾値が0.16ppmとした場合、R工場の排ガス処理出口においては、シクロヘキサノンが主な臭気成分であり、計算上臭気濃度は30~81となった。同じく、Y工場の排ガス処理出口においては、酢酸n-ブチルとシクロヘキサノンが主な臭気成分であり、計算上臭気濃度はそれぞれ81~88、40~110となった。又、T工場においては、キシレン、酢酸n-ブチルとシクロヘキサノンが主な臭気成分であり、計算上臭気濃度はそれぞれ75~81、100~110、83~85となった。

更に、ブチルセルソルブ等のようにほとんど検出できなかった成分でも、嗅覚閾値の小さいものでは臭気として大きな影響を与えるものが存在する可能性がある。

なお、スクリーン印刷の排ガス中のシクロヘキサノンは活性炭吸着後に酸化反応や縮合反応を起こし、活性炭の性能に悪影響を及ぼす⁴⁾ことが知られている。従って、活性炭を長期に再生使用する場合には、他の印刷方法に比べ性能の劣化が早いと考えられる。

4 おわりに

今後、比較的薄い濃度の炭化水素を排出し、その排出ガス量が多いスクリーン印刷などの印刷業において活性炭処理を行う場合は、処理装置の活性炭を容易に交換あるいは再生処理ができ、処理装置の適切な運転管理が行えるシステムの確立等の抜本的な対策を考える必要がある。

参考文献

- 1) 悪臭防止法施行令の一部を改正する政令：官報第1178号、平成5年6月18日。
- 2) 辰市祐久ら：自動車排ガス中の臭気物質について、東京都環境科学研究所年報、p96~p98,1989。
- 3) 永田好男ら：三点比較式臭袋法による臭気物質の閾値測定結果、第29回大気汚染学会講演要旨集、P528,1988。
- 4) 山田恵彦：カーボン材料応用技術、日刊工業新聞社、p274 ~p279。