噴霧塗装指導標準について

Guide for Spray Coating from Viewpoint of Exhaust Gaseous Properites

菱 田 一 雄*

HISHIDA Kazuo

1. は じ め に

わが国の公害は最近急激に増加し、産業および人口の都市集中、新産業都市の開発などによって、特に大気汚染状況は年々悪化の傾向にあり、亜硫酸ガスに加えて、最近では自動車排気ガスなどの問題も発生して、その防止対策の強化が急がれている。

43 年 6 月、国では、公害対策基本法に基づく、「大気汚染防止法」を制定、12 月 1 日から施行されている。

一方、地方条例として、東京都では昨年 6 月に「東京都公害防止条例」を都議会で可決、公害に対する規制は一層きびしくなりつつある。

1) 広域汚染と局地汚染

一般に大気汚染は、発生源の種類および分布、汚染機構から判断して、広域汚染と局地汚染に分類され、対策面でも二つに分けた方が実施しやすい。

広域汚染は、その都市なり地域での主要燃料、産業の種類、汚染源の性質、自動車走行状況、地形、気象条件などによって特有なタイプを持つ。ロンドン型、ロスアンジェルス型などで代表されるものや、東京都のようにその混合型の中間的なものなど発生機構はなかなか複雑であるが、東京都は徐々にロスアンジェルス型に移行しつつある。これらの防止対策として、燃料中のイオウ分の規制、重油の脱硫、自動車排気ガス規制、など、不特定多数の発生源に対して、政治的、行政的手段により防止することが多い。

これに対し局地汚染は、特定発生源からの多種類のばい煙、有害ガスなどによって特定の地域住民に被害を与えることが多い。噴霧塗装に伴う粉じん、臭気など良い例である。

局地汚染は、広域汚染の一部の原因であり、広域汚染の範中で考えて良いが、局地内の発生源に対する大気汚染防止対策は、技術的、経済的な面が大きい。局地汚染は工業地域内の発生件数が多いが、商業地域や、住居地域でも特定の発生源の影響を受け、苦情、陳情となって現われることが多い。表-1, 2, 3 に東京都に昨年度申立のあった苦情のうち、すす・ばい煙を除いた粉じんと臭気の業種別件数と、指導内容を示す。

表-1 粉じん発生作業と苦情処理件数 (昭和 43 年)

粉 じ ん の 発 生 作 業	件 数
製綿・古綿作業 (綿粉じん)	18(9.5%)
木材・家具などの加工 (木くず・粉じん)	16(8.4%)
化学工業・ゴムなどの製造(原料・製品粉じん)	10(5.3%)
石・レンガなどの粉碎 (砂じんなど)	23(12.1%)
金属研摩作業 (金属粉じん)	17(8.9%)
バフ " (バフ ")	3(1.6%)
塗料の吹付作業 (塗料 ")	77(40.5%)
そ の 他	26(13.7%)
計	190(100%)

表-2 ガス・臭気関係苦情処理件数

ガス(臭気) 発生工程	件 数	ガス(臭気) 発生工程	件 数
無機化学	81(16.7%)	印刷インク、 塗料製造	21(4.3%)
有機化学	66(13.6%)	ゴム製造関係	7(1.5%)
金属表面処理	92(19.0%)	繊維製造関係	4(0.8%)
魚腸骨獣骨関係	2(0.4%)	塗 装 作 業	65(13.4%)
食 料 油 脂	12(2.5%)	クリーニング関係	12(2.5%)
一般食料品製造	11(2.3%)	青 写 真 関 係	15(3.1%)
印 刷 業	21(4.3%)	そ の 他	75(15.6%)
		計	484(100%)

(昭和 43 年)

昭 44.10.6 受理

* 東京都首都整備局公害防止計画部
千代田区丸ノ内 3-1

表-3 塗装関係粉じん・臭気指導事項

現象 指導事項		粉 じ ん	臭 気
届出関係	工場の移転指示	24	15
	認可関係指示	8	8
	届出指示	0	2
発生源	機械変更	2	0
	発生源の改善	2	2
	原材料の変更	2	0
作業管理	作業中止	11	9
	作業管理注意	38	33
処理施設	処理施設設置	28	25
	処理施設改善	21	12
	処理施設の保守管理	15	2
	処理施設の操作注意	2	1
	排気筒の改善	5	4
その他の		4	3
合 計		162	116

この表の大部分は、中小規模の工場で、技術的、経済的、法規的な面で問題となりやすいが、大規模工場などでは技術的管理的な面における不備なものも数が多い。指導事項の件数が、処理件数の合計より多いのは、同一工場に対して2以上の指導を行なうことがあるからである。

2) ばい煙および工場排ガス処理施設指導標準の必要性

都では、都内に設置されている大気汚染形の工場などから発生されるばい煙（すす・粉じん）、有害ガス、悪臭などに対して、処理施設の設置を指導し、企業側の努力もあって、ばい煙あるいは、工場排ガスの処理施設を設置している工場はかなり増加している。しかしながら、小規模な町工場、あるいは処理施設などが不完全なものなどの発生源の指導にあたっては、標準的、かつ適正な処理施設を選定し、行政指導の基準となり、また施設責任者が、経済的な実用性のある処理施設を選定できるように、目やすをあたえる指導標準を作成する必要がある。また、都における公害防止条例が、各区役所に権限を移譲したとき、区によって、指導状況に差があっては、都全域の公害行政にはマイナスである。各区および個人差を無視した標準的な技術指導が望ましい。

3) 指導標準の考え方

都の指導標準の特徴と、配慮した点を示すと、
処理施設の選定に際しては、効率とともに経済性を考慮に入れて、一般の処理施設では、都の貸付金の限度額

300万円以下で設置可能なものとし、臭気、工場排ガスのように排出基準のないものは、現在の処理技術で最も妥当と思われる排出濃度を規定した。しかし大規模なものは、比較的高度なもの、小規模なものは、容易に設置しうるように考慮してある。

表現は、専門的知識を有しないものでも理解しやすいようにできるだけ平易にし、参考資料として、発生源の状況、作業工程、作業条件、汚染質の化学的、物理的性状、測定法、関係法規などの条項を例示し、また適切なフードの設置、有害ガスの危険度と発生度などを考慮した。

昭和44年3月までにばい煙については、平炉、電気炉、鋳鉄用溶銑炉、骨材乾燥炉、非鉄金属関係炉（銅合金、鉛再製錬、アルミニウム二次製錬）、ごみ焼却炉、ボイラー、溶融亜鉛メッキなどを作成し、工場排ガスについては、塩化水素、アンモニア、クロム酸ミスト、窒素酸化物、硫化水素、フッ素化合物、噴霧塗装などを作成してきた。

作成の手順として、都知事の諮問機関である、東京都都市公害対策審議会に、指導標準はどうあるべきかを諮問し、同会の大気汚染部会、同工場など小委員会が原案を作成、総会において答申となり、都知事が採用するという形式になっている。

したがって、この「噴霧塗装工場排煙処理施設指導標準」（以下略して噴霧塗装指導標準という）は、工場など小委員会、噴霧塗装指導標準作成分科部会が担当した。

昭和43年6月10日から数回にわたって検討会を開催、一方都市公害部において、各施設の排ガス、除害効率などを測定、その性状を徹底的に調査し、資料を委員会に提出、各委員の意見を調整し、実現可能な処理施設を決定した。作成にあたっては、つぎの委員が各分野を担当した。

（専門委員）

東畑平一郎 中央大学理工学部教授
大野長太郎 (株) 日立製作所

（外部委員）

鈴木 成一 鈴木成一化学技術士事務所
剣持 雄治 岩田塗装機工業(株)
橋 爪 稔 労働省労働衛生研究所
岩 崎 毅 労働省労働衛生研究所
加藤征太郎 中央大学理工学部

（事務局）

菱田 一雄 東京都都市公害部
武田 実 同上

中野 金三 東京都都市公害部

大原 俊男 同上

2. 噴霧塗装指導標準 (全文 188 頁)

(1) 内 容

I 噴霧塗装の排煙処理施設 (本文)

- 1) 噴霧塗装の粉じん
- 2) 噴霧塗装の溶剤臭

II 噴霧塗装の排煙処理施設選定の理由

III 噴霧塗装の排煙処理施設の実施例

- 1) 噴霧塗装の粉じん処理施設
- 2) 噴霧塗装の溶剤臭処理施設 (以上 1~10 頁)

IV 参考資料 (参考資料)

- 1) 塗装および機器 (11~48 頁)
- 2) 噴霧塗装の粉じんおよび溶剤の性状 (49~80 頁)
- 3) 噴霧塗装の粉じんおよび溶剤処理施設 (81~122)
- 4) 塗装粉じんおよび有機溶剤の測定例 (123~172)
- 5) 関係法令 (173~188)

以下に指導標準の概要について述べる。

(2) 噴霧塗装の排煙処理施設 (本文)

1) 噴霧塗装の粉じん

湿式 (水洗式) または乾式 (口過式) 処理施設 (噴霧塗装用ブース) と排気筒とする。また、作業中における粉じんの排気筒の出口の濃度を、

平均	75 mg/Nm ³
上限	150 mg/Nm ³

以下とする。

2) 噴霧塗装の溶剤濃度

工場境界線において、有機溶剤の濃度は、労働環境許容濃度の 1/10、または 1 時間平均値の 1/100 以下に保つような排気筒とする。また、それ以上の濃度になるときは、燃焼法、吸着法、接触酸化法などによって有機溶剤の排出濃度を低減する方法を考慮しなければならない。

(3) 噴霧塗装の排煙処理施設選定の理由 (本文)

塗装噴霧に伴う汚染物質は、分散された塗料自体とそれにより発生した有機溶剤の蒸気である。

塗料噴霧の粒度は通常の塗装施設では、100μ~200μ が理想とされている。したがって塗装粉じんについてのみ見れば、特に強風でもない限り、遠距離までは汚染しない。しかし、近隣に対しては汚染を生ずる恐れがある。現時点では湿式ブースが多く用いられている。この装

仕 様

密閉式強制給気型水洗ブース

寸 法 W 3500×L 3500×H 1800

排気扇 155m³/min モーター 200V 3φ 0.75kW

揚水ポンプ 200V 3φ 1.5kW

安全増防爆型 水量 1.5m³/min

照 明 ケイ光灯 100V 40W 2 個

フィルター ナイロン製 10 枚

水 膜 厚 3 mm

備 考 電気配線、機器類は全部防爆型とする

図-1 水洗ブース (密閉式強制給気型)

置は、規模、作業方法などにより異なるが、たいていの規模、作業方法に合致するものが市販されている。

また、有機溶剤については、たとえば湿式ブースを使用しても、ほとんど捕集できず、しばしば汚染の原因となる。これの処理施設は理想的なものがなく、やむを得ない場合を除いては、排気筒を用いて大気拡散を行なう方法を採用した。

(4) 噴霧塗装の排煙処理施設の実施例

密閉式強制給気型の水洗ブースによる粉じん処理施設の一例を図-1 に示す。

3. 塗 装 と 機 器

(1) 塗装の種類と特性

1) 金属塗装

金属塗装は船舶、車輛、自動車、電気製品、工作機械およびその部品など塗装関係では最も広い分野にわたっており、それぞれの分野に適応した塗装方法および機器を選ばなければならない。できうる限り効率の良い経済的な電氣的塗装や、自動化などによって、発生源における飛散を少なくすることが大切である。表-4 に塗装の種類と公害についての関係表を示す。

2) 建築塗装

表-4

	細 分	作 業 環 境	公 害
エアスプレー	外部混合式 内部混合式 (本文参照)	エアによる塗料の飛散および溶剤蒸発が最も多く、必ず水洗ブースなどの排気装置を付け、スパークなど火気にも特に注意する必要がある。	塗装粉じんが最も多いので周囲の環境を考慮し、煙突は少なくとも屋根上までであるのが望ましい。 オーバーフローした水を下水に流すときは、下水に溶剤蒸気がたまらないよう注意が必要である。
エアレススプレー	ホットエアレス コールドエアレス (本文参照)	エアスプレーよりは少ないが飛散および溶剤蒸発が相当あるのでエアスプレーと同様な装置を取り付ける必要がある。	エアスプレーとはほとんど同様である。戸外塗装で風があるとき粉じんが自動車、ほし物などに付着するので風のあるときの戸外塗装は特に注意が必要である。
静電スプレー	手持型静電 定置型静電 (本文参照)	ハンド静電では飛散、蒸発共にあるので間口、風速の少ない水洗ブースが必要である。定量型静電霧化装置では簡単な排気フードを用いてもよい。静電圧による危険について注意が必要。	エア、エアレスに比較し公害問題は少ない。しかし溶剤蒸発は同じである。
浸セキ塗装	溶剤塗料型 水性塗料型	大量の塗料が槽内にあり被塗物および槽上面からの溶剤蒸発が非常に多いので必ず排気フードを取り付ける必要がある。 水性系では作業環境は最もよい。	溶剤蒸発が非常に多いので排気された溶剤が一定場所にたまることのないような排気が必要。
流し塗り	デフローター	塗装室が別途設けられるので作業環境はよいが塗装室からの排気が必要。	浸セキ塗装に同じ。
	カーテン フローコーター	カーテン部分と被塗物表面からの溶剤蒸発が多いので天井面に排気フードを付けるのが望ましい。	溶剤蒸気が下にたまらないよう注意が必要。
ローラー塗装	ローラーブラッシ	ハケ塗りと同じで作業環境はよい。	公害の問題はほとんどない。
	ローラーコーター	カーテンフローコーターとほとんど同じである。	カーテンフローコーターとほとんど同じである。
自動塗装		塗装部分には必ず排気フードまたは水洗ブースなどが取り付けられ塗装部分は無人となる。	塗装部分がエア、エアレス、静電によって異なりそれぞれのスプレーの場合と同じである。
電着塗装		水性塗料であるが、アミンなどの蒸発があるので、やはり排気フードを取り付けるが望ましい。	塗装粉じん溶剤蒸気の問題はないが、電着後の水洗工程で排水に塗料が混入して着色されるので、適切な排水処理が必要である。
粉体塗装	流動浸セキ	粉体は槽内のみであるので作業環境は最もよいものの一つである。	戸外には全く関係なく公害問題は全くない。
	静電粉体 スプレー	粉体が飛散するので、粉体回収装置を必ず取り付け、また作業者は粉じんマスクが必要である。	流動浸セキと同じ。

F 建築塗装は素地面からみると非常に多彩で、塗装工程からみると広範囲にわたっている。しかし金属塗装ほどの塗面が要求されるところは少なく、従来一般にハケ塗装が多く、ハケ目をできるだけ目立たないように仕上げるのが常識的条件の一つである。塗料も調合ペイントが最も多く使用されている。エア・スプレー、エアレス・スプレーなどによる塗装では塗料が飛散するので、風の

あるときは外装を行なってはならない。

3) 木工塗装

木工塗装では、ほとんどが塗装方法および塗装機器が限定されるので、水洗式のスプレーブースを取り付けて行なうべきである。浸セキ塗装、フローコーターなどにより能率向上を計り、経済的、衛生的な方法も採用すべきである。

(2) エア・スプレーの種類と構造

エア・スプレーガンは大きく分けて同じ圧縮空気を用いて塗料を霧化するのに塗料と空気を空気キャップの外側で混合微粒化する外部混合式とその反対の内部混合式スプレーガンとに分けられる。一般塗装用には大半が外部混合式スプレーガンが用いられ、内部混合式スプレーガンは主に特殊塗料の吹き付けに用いられる。

スプレーガンの能力は空気使用量、塗料噴出量がその基本となるが、それらは本体の大きさ、塗料供給方式、ノズル口径によって定められる。簡単な表にまとめたものが表-5で、大型スプレーガンは1.5kW以上の空気圧縮機が必要である。圧送式は吸上・重力式に比し塗料ノズル口径が小さいが塗料噴出量、空気使用量、スプレーパタン開きとも大きくなっている。

(3) エアレス・スプレーの種類と構造

エアレス・スプレー装置は用途、使用塗料の性質、被塗装物の大きさ、形状、使用場所によって、使用する塗料加圧のためのプランジャーポンプが大型、中型、小型および圧力倍率の異なる高圧型、中圧型などと使い分ける。またコールドスプレー型と、ホットスプレー型に分けることもできる。

パタンの大きさと噴出量はノズル・チップの内部形状と孔形状によって決められる。ホットスプレー型はポンプとスプレーガンの間にヒーターが組み込まれており、(70~80℃)粘度を下げて噴射している。

パタン開きは塗料圧力の変化に対し図-2に示すようにあまり変化しないので、パタン開きを変える場合はノズル・チップを交換する。噴霧粒子径は塗料圧力の高いほど平均粒径は小さくなり、高粘度ほど粒子が荒くなるとともに、パタン中心と端の粒径差が大きくなる。

図-3に塗料圧と粒子径の関係を示す。

(4) 焼付乾燥施設

焼付乾燥施設には赤外線方式と熱風発生方式の2方式があって、その種類と構造はつぎに示すように分類さ

図-2 塗料圧力とパタン開き

図-3 塗料圧と粒子径

れる。

① 赤外線方式

ア 赤外線ランプ	最高温度	180℃
イ ガス赤外線	同	200℃
ウ 遠赤外	同	500℃

② 熱風発生方式

ア 間接式	a 循環式	蒸気	同	150℃
		空気	同	170℃
		油ガス	同	350℃
	b 非循環式	蒸気	同	130℃
		空気	同	150℃
		油ガス	同	250℃
イ 直接式	a 循環式	油ガス	同	600℃
	b 非循環式	油ガス	同	600℃

熱風発生炉の熱源には電気、都市ガス、石油ガス、天然ガス、油などが使用されるが、直接式炉には特に白灯

表-5 スプレーガン能力

本体の大きさ (g)	塗料供給方式	塗料ノズル口径 (mmφ)	塗料噴出量 (ml/min)	空気使用量 (l/min)	使用空気圧力 (kg/cm²)	スプレーパタン開き (mm)	所要コンプレッサー (kW)
大型 (600~800)	重力式 吸上式	1.3~2.5	120~230以上 (400)	280~340	3.0~4.0	150~230以上 (300)	1.5~2.2
	圧送式	1.0~1.6	250~600以上 (1000)	250~500	3.5~4.5	200~320 (450)	2.2~3.7
小型 (200~400)	重力式 吸上式	0.5~1.6	15~130 (250)	200 以下	2.5~3.5	15~140 (200)	0.2~1.5
	圧送式	0.7~1.0	140~200 (400)	100~290	3.0~4.0	140~170 (350)	0.75~2.2

油軽油などが適している。間接炉は不完全燃焼によるばい煙を炉体内に入れないこと、燃焼の炎が未燃焼ガスにふれ爆発を起こすような危険が少ないことなどの長所をもつ反面、熱効率が低く、対流炉は赤外線輻射に比べて遅く、被塗装物の昇温に時間が長くなるのが欠点である。直接炉は間接炉に比べて熱効率の高くなる利点があるが、熱交換器を通過しないため燃料が未燃焼のまま炉内にたまる危険がある。特に都市ガスを燃焼させるときは特に注意することが肝要である。不完全燃焼によって塗面に悪影響を及ぼし、ガスチェックによる塗面の縮み現象が起こる場合がある。

4. 粉じんおよび溶剤の性状

(1) 粉じんの一般的性状

噴霧となった塗料は、20~100% のシンナーを使用直前に加えられているので、微細滴は単位質量当りの表面積がきわめて大きくなり、滴の表面から溶剤の蒸発が促進される。この場合の蒸発速度、温度降下（場合により上昇）と霧滴の細かさは密接な関係にあるが、カンと経験に頼ることが多く理論的にわからないことがたくさんある。

飛行中の塗料噴霧粒子の大きさを直接に高速度写真に顕微鏡技術を併用して測定した例もあるが、集合体として噴霧パタンの微粒化状態を調べる場合は、シャッター、後方に置いたガラス板、あるいは全紙程度の大きい紙に塗着したパタン各部をいずれも拡大鏡で調べると、この場合に微粒子は空気流の方向が直角に曲げられるとき同伴されるから、微細部の一部は大気中に放出される結果となる。

また噴霧となった塗料は、半分以上の溶剤を含んだ液滴であるから、飛行中は扁平状、紡すい状などの形を周期的に振動しながら変化していると考えるべきである。変形度、周期などは粒径、表面張力、密度、粘度などに関係しているといわれている。したがって粒子が、壁に衝突したときは、付着した粒子の大きさと、飛行中の滴の大きさととは違うと考える方が妥当である。

(2) 霧化塗料の粒径

塗装噴霧をガラス板あるいは紙に塗着させたパタン内の粒子の分布状態を調べると、微粒から粗粒までかなり広い範囲においていわゆる粒度分布をしている。

亀井は好ましくは、上、中、塗りは 200 μ (平均)、上塗り 150 μ (平均) が良好な噴霧状態に近いことを述べている。パタンを適当とし、滴の分布密度を均一となし、粒径分布の最大値（上限値、下限値の算術平均）を示す粒径と理解される。

(塗装技術、第1巻、第1号、66 頁 (1962))。

萩原は静電霧化した塗料の液滴を受けとめるのに、非水溶液ではアルコールに高濃度アクリル酸ナトリウム溶液を加えたものを、水溶液ではシリコン油を使用し、ほぼ球形の滴を捕集し、約 300 個の測定値から個数平均径の出現頻度の%と粒径の関係を調べている。

普通痕跡を測定したデータにより 100~150~200 μ 程度の塗料粒子が最も出現頻度が高いような噴霧状態のとき最も良好な塗膜を得ると考える人が多い。

ここで萩原のデータを計算すると表面積平均径 105 μ 、算術平均径 82 μ となる。また図-4 から明らかなように最も出現頻度の大きい粒径は 50 μ であることがわかる。(色材協会誌 37 巻 6 号 p. 216~224 (1964))。

衝突法によって塗料粒子を測定する場合には、塗料滴は空気中で振動をつづけ、衝突により変形を生じ、120~130% の粒径として痕跡をつくるものと考えられる。塗料滴が空気中で球形をなすものと仮定して、痕跡径を球径に逆算すると、亀井の値は痕跡径群のうち出現頻度の大きいものを取っているのにもかかわらず (100/120~130) の縮小により上記表面積平均径 (105 μ) に偶然近似する。

(3) 塗料の物理的、化学的性質

生塗料の物性は良く知られているが、ここで必要なのは、シンナー希釈して噴霧塗装を行なう際の物性である。

塗料は通常多数の配合成分を混合してつくる。1品種について 10 数種あるいは、数 10 種類の原料を混合するような組成を有する塗料は決して珍しくない。大別して、(1) 固体顔料粒子、(2) 結合剤、ビヒクルあるいはバインダーと称せられるもの、(3) 溶剤の 3 種類と考えうるであろう。

(1) 顔料……一般にミクロン (μ) 程度の一次粒子と、10~20 μ 程度の二次粒子との単独または、混合物である。その粒径と比重を測定した値は表-6 のとおりである。粒子は一次粒子であるが、最小と最大には大きな差がある。

(2) 結合剤……天然物誘導体や、各種の合成樹脂などの高分子物質を化学的に結合させて使用する。一般に分子量は 2,000~5,000 程度のものを溶剤に溶解または分散した状態で使用する。分子量が数万程度にもなると、特殊な溶解力の強い溶剤を必要とするから、特別な

図-4 粒子直径と出現頻度

表-6 顔料の粒径と密度

顔 料	粒 径 μ	密度 g/cm ³
炭酸カルシウム	0.1 ~ 0.15	2.6 ~ 2.7
チ タ ン 白	0.1 ~ 0.8	4 ~ 4.2
亜 鉛 華	0.1 ~ 5	5.5 ~ 5.6
鉄 系 顔 料	0.1 ~ 1.0	4.5 ~ 5.2
クロム系顔料	0.1 ~ 2.0	3 ~ 3.3
カーボンブラック	0.02 ~ 0.1	1.8 ~ 2.1
有 機 顔 料	0.01 ~ 0.5	1.3 ~ 2.0

場合を除き分散形（乳化，懸濁粒子）で使用する。高分子物質が溶剤に溶解すると粘性を示す。塗料の製造工程と塗装作業とを考慮して，溶液中の結合剤（固形分）は40~60 wt % 程度になるように溶解する。

結合剤と溶剤との相互溶解性，経済的に安価な溶剤を用いたいとの要求，作業上の必要性などから，それ自体には溶解力のない溶剤または，希釈剤で溶剤の一部を置き変える場合がある。40~60% の固形分の結合剤溶液はだいたい，粘度 1~5~20 ポイズ，密度 0.9~1.1 g/cm³ 程度の物性を有する。

（3） 溶剤……結合剤固形分を溶液化する目的で用いられるものと，増量あるいは，作業を容易とするために加えうる場合とがある。またこれらの溶剤希釈剤には，低沸点，中沸点，高沸点のものがあって，塗装作業場の室温，湿度，次の乾燥工程の条件などにより適宜選択し，調査されている。目的とする塗膜が得られるためには，

- 1) 塗料が取扱いやすい，顔料が沈降分離し難い。
- 2) 適当な霧化粒子をつくる。
- 3) 塗着後の流展性，膜厚，乾燥速度などを調節して平坦な塗膜をつくる。

などの性質が関連している。溶剤の性質は大略，粘度 0.4~2.0 cp（センチポイズ），表面張力 25~35 dyne/cm，密度 0.75~0.9 g/cm³ 程度のものが多い。

（参考値） 純水は粘度 1.0 cp，表面張力 72 dyne/cm，密度 1.0 g/cm³

（4） 顔料と溶剤の標準配合例

フタル酸（アルキド）樹脂白エナメル，ラッカー白エナメル，メラミン樹脂塗料の平均組成例を表-7，8，9に例示する。

（5） 霧化塗料の特性

噴霧塗装を行なう場合は，生塗料に 20~100% のシンナーを加え，よくかくはんして噴霧塗装を行なう。シンナーの添加量，添加すべき溶剤の種類をどのように決定するかを簡単に説明することは困難である。シンナーで

表-7 フタル酸（アルキド）樹脂白エナメル

原 材 料 名	配 合 (wt %)
チタン白（ルチル形）	25
亜 鉛 華	2
酸化形フタル酸樹脂	35 (50% 固形分)
キシレン	12
ミネラルスピリット	25
添加助剤	1
計	100

表-8 ラッカー白エナメル

原 材 料 名	配 合 (wt %)
チタン白（ルチル形）	15
ニトロセルローズ	17 (75% 固形分)
ラッカー形フタル酸樹脂	10 (60% 固形分)
フタル酸ジブチル	8 (可塑剤)
エチレングリコールモノエチルエーテル	3
酢 酸 ブ チ ル	9
M I B	5
E ブチルアルコール	5
ト ル オ ー ル	28
計	100

表-9 メラミン樹脂塗料の平均組成

原 材 料 名	配 合 (wt %)
フタル酸樹脂	28 (50% 固形分)
メラミン樹脂	9 (50% 固形分)
顔 料 (各 種)	19
溶 剤 (各 種)	44
計	100

希釈すると次のような効果が得られることは理解できるであろう。

- a 粘度の低下
- b 表面張力の低下
- c 密度の減少（10% 程度）
- d 蒸発速度（乾燥速度）の調節
- e 体積固有抵抗値の調節

粘度の調節には，フォードカップ No. 4 を用いる。

塗料の粘度は，普通一般のニュートン流体（水や油）のように簡単な物性でなく，測定方法，特に測定時の流体速度によって異なった値が得られる。実際に塗料を使用するときの状態に近い測定法を考案して，粘度といならわしているが厳密には粘度とは全く別な性質である。

表-10-1 希釈前の塗料の粘性 (非ニュートン流体)

塗 料 の 種 類	見掛け粘度 (ポイズ)	降 伏 値 dyne/cm ²
グ ロ ス エ ナ メ ル	1.4~3.9	0~30
セミグロスエナメル	1.0~3.5	50~120
ツ ヤ 消 し エ ナ メ ル	0.6~1.0	20~100
水 性 塗 料	0.2~1.4	20~100
メ タ ル プ ラ イ ヤー	0.3~1.2	20~100
ワニス(ニュートン流体)	0.9~2.9	0

表-10-2 ラッカーを希釈したときの不揮発分 (wt %)
(フォード カップ No.4 20秒 20°C)

コールドスプレー用 ラッカーエナメル	コールドスプレー 用ハイソリッドラ ッカー	ホットスプレー 用ラッカー
15~18	20~25	30~35

表-10-3 希釈された塗料の粘度
(フォード カップ No.4 20°C)

塗 料 名	秒 数
ラ ッ カ ー エ ナ メ ル	20~30
メ ラ ミ ン 樹 脂 エ ナ メ ル	20~30
ア ク リ ル 樹 脂 エ ナ メ ル	20
エ ポ キ シ 樹 脂 エ ナ メ ル	20~25

フォードカップ No.4 で得られる粘度は,

動粘度=絶対粘度/密度=poise または cp/g/cm³

と似た性質を有する。幸いにシンナーで希釈した塗料の密度 (比重) は, 1.1~1.2 程度であり, 顔料濃度, 樹脂濃度もかなり小さくなるため, 塗料粘度の示す複雑さが減少する。

噴霧塗装に実際に用いられる塗料の粘度は (フォードカップ No.4 20°C) 表-10-3 からだいたい 20~30 sec とする。この場合は密度は 1.0~1.1 g/cm³ と考えて差支えないから, 見掛け粘度で表わすと 40~80 センチポイズあるいは 0.4~0.8 ポイズ希釈によって, 見掛け粘度は直線的に減少すると仮定すれば, 100% 希釈によって, 1 ポイズの塗料は 50 センチポイズとなる。20~30% 希釈では, 0.7~0.8 ポイズの塗料液となることが図-5 のように示される。密度 (g/cm³) あるいは比重の値は, 次のようにして求められる。

- 容積既知の希釈塗料をヒョウ量する
- 配合組成と希釈率より計算
- 塗料の比重が既知ならば希釈率より計算

表面張力は, 溶剤については前述したが, 塗料の資料はない。しかし噴霧塗料粒子の大きさに影響するのは, $\sqrt{\sigma}$ の項であるから表面張力を 64 として $\sqrt{64}=8, 49$ と

図-5 溶剤の混合割合と粘度

して $\sqrt{49}=7, 36$ として $\sqrt{36}=6$ となる。溶剤の表面張力は 25~35 dyne/cm である。また塗料の表面張力は 50 以下と考えられるので, 溶剤と混合して直線的に値が変化すると仮定しても $\sqrt{\sigma}=6\sim7$ 程度となる。なお密度は $\sqrt{\gamma}$ の項, $\sqrt{\sigma\gamma}$ の項に含まれるが, 前記の値より考え影響は少ない。

(6) 塗着効率

被塗物に対して塗着効率の良否は, 排煙処理装置の効率にも影響を与える。塗着効率が悪く, 飛散粉じんの多いときは, 処理装置への負担も多く, 無駄なコストの増加となる。処理装置で, 粉じんを処理することよりも, 粉じんの発生を少なくして, 止むを得ないものだけ粉じんをとるようにするのが, 排煙処理の基本原則である。

被塗物に限っていえば, 大きい平板状の噴霧塗装対象物の塗着率は 50~60% に達するが, 金網のごとき場合には数%に止まる。静電塗装によると, 金網でも 90% 近い塗着が可能となる。

一般の空気霧化塗装の塗着率は 10~50% 程度であるが, 実際には対象物の大きさや, ハンガーラックに対する吊下げ個数 (相互間隔, 上下間隔) コンベヤー速度, ブース内制御風速などに関係するので簡単には決められない。静電塗装では普通 60~85%, 平板状の場合は 85~95% 塗着する。

(7) 溶剤の種類と特性

噴霧塗装の排出口の溶剤濃度は, 指導標準では, 工場境界線において, 労働環境許容濃度の 1/10, または 1 時間平均値の 1/100 以下に保つような排気筒を設置することを目安としている。

普通の健康な成人が 8 時間労働する環境を保護するために定めた濃度を, 有害物質の労働環境許容濃度といい, これらの施設から煙突その他によって排出されるガ

表-11 種類と特性

化学的分類	有機溶剤名	予防規則区分	許容濃度*	沸点℃	蒸気圧 (mmHg/ 20℃)	蒸気比重 (air=1)	爆発限界 (vol %)	嗅覚 の限界 (ppm)
石油系 炭化水素 (脂肪族)	n-ヘキサン	3	100 (500)	86.7	150 (24.8℃)	2.97	1.2~7.5	
	石油エーテル	3	(500)	30~70				
	ガソリン	3	500	30~210				
	石油ナフサ	3	(500)	30~200				
	石油ベンジン	3	未	50~90				
	ミネラルスピリット	3	未	150~210				
タール系 炭化水素 (芳香族)	コールタールナフサ	3	(200)					
	ベンゼン	1	25	80.1	95.1 (25℃)	2.77	1.4~7.1	1.5
	トルエン	2	200	110.6	30 (25℃)	3.14	1.27~6.75	0.48
	キシレン	2	150 (100)	パラ 138.4	10 (21℃)	3.66	1.1~7.0	0.17
植物系 炭化水素	テレピン油	3	(100)	150~190	4 (23.6℃)	4.7		20
ハロゲン 炭化水素	二塩化メチレン	2	500	40.4	348.9	2.93	15.5~66	
	二塩化エチレン	1	50	83.5	64	3.42	6.2~15.9	
	二塩化アセチレン	1	(200)	cis 60.3 trans 47.7		3.3	9.7~12.8	
	クロホルム	1	50	61.2	159.6	4.13	—	674
	四塩化炭素	1	10	76.7	89.6	5.32	—	30
	四塩化アセチレン	1	5	146.5	5.1	5.79	—	
	三塩化エチレン	2	100	87.2	57.8	4.54	—	10
	四塩化エチレン	2	(100)	121.2	26.3	5.72	—	30~50
	クロルベンゼン	2	75	131.7	9 (20℃)	3.88	1.3~7.1	0.31
	オルソジクロルベンゼン	2	50					
アルコール類	メタノール	2	200	64.4	92	1.11	6.0~36.5	410
	イソプロピルアルコール	2	400	82.3	32.4	2.07	2.0~12	1.9
	第一ブチルアルコール	2	(100)	117.7	4.4	2.55	1.4~11.2	15
	第二ブチルアルコール	2	(150)	99.5	12.7	2.55	1.7~9.8	
	イソブチルアルコール	2	(100)	107.9	9	2.55	1.7~10.9	0.003
	イソアミルアルコール	2	100	131.4	2.3	3.04	1.2~9.0	0.00026
	シクロヘキサノール	2	(50)					
	メチルシクロヘキサノール	2	(100)					
	クレゾール	2	(5)					0.19
ケトン類	アセトン	2	500 (1000)	56.2	184.8	2.00	2.5~12.8	1.6
	メチルエチルケトン	2	(200)	179.6	71.2	2.49	1.8~11.5	10~20
	メチルイソブチルケトン	2	100	115.8	7.5 (25℃)	3.45	1.35~7.6	>100
	メチルブチルケトン	2	(100)	127.5	3.8 (25℃)	3.45	1.22~8.00	
	シクロヘキサノン	2	(50)	155.6	5.2 (25℃)	3.38	1.1~	>300
	メチルシクロヘキサノン	2	(100)	165	3	4.86	—	
エーテル類	エチルエーテル	2	(400)	34.6	442.2	2.55	1.9~36.5	
	ジオキサン	2	(100)	101.3	37 (25℃)	3.03	2.0~22	200
	エチレングリコールモノメチルエーテル	2	(25)	124.6	6	2.62	2.5~19.8	
	エチレングリコールモノエチルエーテル	2	200	135.6	3.7	3.10	1.8~14	
	エチレングリコールモノブチルエーテル	2	(50)	171.2	0.76	4.07	1.1~10.6	
エステル類	酢酸メチル	2	200	57.5	169.8	2.56	3.1~16	200
	酢酸エチル	2	400	77.1	74.4	3.04	2.2~11.4	1.2~20
	酢酸プロピル	2	(200)	101.6	25.1	3.54	2.8~8.0	
	酢酸イソプロピル	2	(250)	89.0	60	3.52	1.8~7.8	
	酢酸ブチル	2	200 (150)	126.5	10.0	4.00	1.2~15	1.2~10
	酢酸イソブチル	2	(150)	118.3	12.9	4.00	—	
	酢酸アミル	2	(100)	149	5 (25℃)	4.49	1.1~	
	イソアミル	2	(100)	142	6 (25℃)	4.49	1.0~	7
	エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート	2	(100)	145.1	2.0	4.07	1.7~8.2	0.11
イオウ 誘導体	二硫化炭素	1	20	46.2	298	263	1.3~44	0.84

* 日本産業衛生協会許容濃度の勧告(1967), () は ACGIH の勧告値 (1966) 日本の数字の横に () が無いものは両者一致しているもの。

ス濃度を排出濃度と呼ぶ、排出濃度がこれ以下でなければならないという基準が排出基準であるが、環境基準とは、老若男女が24時間生活するために、環境上の条件について、健康を保護し、生活環境を保全するために望ましい基準として定めるものである。

大気汚染防止法では、本年3月17日、政令で、亜硫酸ガス濃度の大气中における含有率（環境濃度）を1時間値の年間最高値 0.2ppm (1000 万分の2) または1時間値の年間平均値 0.06ppm (1000 万分の0.6) とするとしている。すなわち、亜硫酸ガスの労働環境許容濃度を5ppm としているのに対し1時間の最高値を1/25 とし、1時間平均値の約1/80 を環境濃度としているのである。

指導標準では、工場境界線における濃度を環境濃度として、有機溶剤濃度は、労働環境許容濃度の1/10 を最高とし、1時間の平均値を1/100 以下にできるような、排気筒を設置するようというのである。

溶剤の種類と特性について表-11 に示す。

5. 粉じんおよび溶剤処理施設

(1) 粉じん処理施設

塗装室（ブース）には種々の形式のものがあるが、噴霧の粒度が100~200 μ とすると、このブースは、水洗式または口過式のものを使用すれば、効果があると指導標準では述べている。また排出濃度を排気筒の出口濃度で、平均 75mg/Nm³、上限 150mg/Nm³ 以下とすることを目安としている。この目安は、一作業期間の平均値であって、作業休止中の測定は含んでいない。

(2) 水洗式スプレーブース

指導標準では乾式ブース（排気を洗浄せずにそのまま外気に排出させる方式の施設）は認めていない。一般の水洗式ブースは、いくつかの形式があるが特徴、選定方法などは省略する。（別項、剣持氏の資料参照）

(3) 有機溶剤の処理施設

排ガス中の有機溶剤を除去する方法としては、原則的には幾多の方法が古くから考えられているが、そのうちいずれを採用するかは、その工場の立地条件、経済性、ガス中の溶剤の種類と濃度などを考慮に入れて決定すべきである。

1) 燃焼法（アフターバーナー法）

有機物は燃焼することにより酸化されて、一般には、H₂O, CO₂, N₂ などの無害、無臭の化合物に変化させることができ、普通 650~800°C の高温で完全燃焼させる。不完全燃焼のときはたとえば、ブタノールの第1生成物としてブチルアルデヒドが生ずるが、これは刺激臭

図-6 直火式燃焼炉

であり、さらに酸化が進んだときは、悪質不快な臭気をもつ酪酸となり、最後に CO₂ と H₂O に分解する過程をとる。

直火による長所は、排ガスの温度上昇による、排気筒出口からの拡散が大きくなることである。図-6 に例を示す。

欠点として逆火、室内の温度上昇などがあげられる。

2) 触媒酸化法

燃焼法では 800°C 程度的高温条件が必要であるため補助燃料の経費が相当かかるが、触媒酸化法は白金などの酸化触媒を使用し、低温で酸化を達成させようとする方法で、260~450°C の間におくようにする。260°C 以下のときは不完全燃焼を起こす可能性があり、また高温に過ぎるときは、あるいは有機成分の急速な酸化反応の場合は、触媒は過熱して効力を失う場合がある。使用する触媒としては磁製の棒に白金合金に活性アルミナをコーティングしたものや、ニクロム線に白金合金をコーティングし、これをフィルターマット状に作られたものなどがある。

排ガスの成分が著しく熱量を寄与するのは 1000ppm 以上のときであるが、爆発限界濃度 (10,000ppm 前後) 以下で操作することが大切である。

触媒酸化装置の一例を図-7 に示す。

図-7 触媒酸化装置

使用例

発生源：塗料溶剤

成分：トルエン、キシレン、ブタノール、高級アルコール、ケトン、フェノール類の混合ガス

触媒：白金合金とアルミナ

触媒入口温度：210°C (最低)

触媒の寿命：4,000~5,000 hr

3) 吸着法

シリカゲル、活性白土、金属酸化物などの吸着剤は、

表-12 塗装粉じんおよび有機溶剤の測定値

No.	工場名	施設	大気 温度 ℃	湿度 %	ガス温度 ℃		流速 m/s		流量 m ³ /min	塗料種類	溶剤種類	噴射時間	噴射量 g	Hi-Vol 法			ダストチューブ法		
					入口	出口	入口	出口						入口	出口	効率	入口	出口	効率
1	S工場	W-B 重力	22.5 24.0	88	21~22	22	21.5		50	メラミン樹脂付	メラミン シロレン トルエン ベンゼン	8'55" 10'24" 8'53" 10'10" 22'11"	630 660 460 800 760				0.39 0.28 0.69	0.18 0.11 0.04	49 61 94
2	T工場	D-B 重力	21.5	89	20~21	21~22	15		85	硝化綿脂 樹脂	芳香族 炭化水素 ケトン エステル	3'35" 2'59" 3'03"	1000 " " "	0.20 0.17 0.16	0.04 0.03 0.04	80 82 75	0.41 0.24 0.22	0.28 0.10 0.07	32 58 64
3	K工場	W-B 重力	21.0	72	20~21	20	15.5		155	メラミン アルキド カーボン ブラック	トルエン キシレン ブタノール セロソルブ	7'14" 6'38" 8'03" 4'25" 5'19"	700 750 730 550 610				0.79 0.35 0.13	0.05 0.12 0.02	94 60 86
4	N工場	W-B 重力	18.5	76	18	16	22.5		153	メラミン アルキド (樹脂)	石油系 (芳香族)	8'13" 6'33" 8'00" " " " "	850 925 828 880 790 1044	0.89 0.25	0.96	71 45	0.56 0.57 0.89 0.79 0.43	0.05 0.16 0.07 0.06 0.06	91 72 91 93 86
5	I工場	W-B 圧送	27.0	80	26 26.5	23	23		153	メラミン アルキド (樹脂)	トルエン キシレン エステル	7'39" 5'38" 5'32" 6'14" 7'08"	755 555 550 615 710				0.51 0.36 0.48	0.13 0.13 0.09	74 64 79
6	M工場	W-B 圧送	27.0	82	26	23	31.1		240	メラミン 樹脂	トルエン キシレン	11'49" 8'48" 3'45" 11'13" 6'08" 14'10"	695 710 508 835 720 935	0.35 0.47 0.39	0.06 0.20 0.17	83 51 59	0.44 0.35 0.18	0.03 0.03 0.02	93 91 89
7	F工場	デスバ その他	23.0	79		24	17		174		トルエン キシレン その他 7.3 l/h	8 h 10 h	測定項目	トルエン 酢エチル キシレン ベンゼン ガソリン	160~170 1.5 500~600 0.007~0.008	ppm % ppm %			
8	T工場	グラビア 印刷機 (HG)	25.0 27.0	79		54~55	24		208		工業用 トルエン 24 l/h	17 h	測定項目	トルエン キシレン ベンゼン ガソリン	1000~ 500~550 0.01~0.05	ppm " " %			
9	H工場	回転乾燥機	26.0 26.5	82		45~50	19		45		ミネラル ペン 3.2 l/h	8 h 10 h	測定項目	ガソリン ベンゼン	0.05~0.05 30~110	% ppm			

注：有機溶剤の測定は北川式検知管を用いた。

表-13 N工場測定例

測 定 結 果			塗 装 室		ス プ レ ー ガ ン	
			型 式	ウォーターブース	型 式	ワイター61(岩田製)
大気温度			設 置 年 月 日	S 37 年 11 月	塗 料 ノズル 径	1.2φmm
湿度			施 工 者	I 塗 装 機	塗 料 供 給 方 法	重力式 吸上式 圧送式
排ガス温度			設 備 費	約 90 万	標準使用空気圧力	5.0 kg/cm
施設作業時間			主 要 寸 法	幅 3, 高 2.2, 奥 2.2m	空 気 使 用 量	125 l/min
被塗料物名			公 称 能 力	300 cc/min×2 人	適 応 塗 料	メラミン アルキド樹脂
ノズル			水 膜 板 面 積	4.5 m ²	塗 料 最 大 塗 出 量	300 cc/min
空気圧力			後 室 容 積	14.2 m ³	バ タ ン 有 効 幅	210 mm
塗料種類			材 質	鋼, ジュラルミン(水膜部)	コ ン プ レ ッ サ ー	
色 相			排 気 扇 出 力 数	1.5 kW×2		
塗料噴射量			" 回 転 数	600 rpm	型 式	日立ベビコン 3φ 3.7kW
塗料噴射時間			" 羽根直径	500 mm	電 動 機 出 力 数	3.7 kW
粉じん量			" " 枚数	4	作 動 圧 力	10 kg/cm ²
入口 D T			" 風 量	153 m ³ /min	回 転 数	600 rpm
出口 "			" 風 圧	12 mmH ₂ O	空 気 タ ン ク 容 積	480 l
有 機 溶 剤 量			揚 水 ポ ン プ 出 力 数	2.2 kW	塗 料 お よ び 溶 剤	
出口 "			使 用 水 量	270 l/min		
入口 ガソリン			水 槽 容 積	2.0 m ³	種 類 (主成分)	メラミン, アルキド樹脂
出口 "			排 水 水 質	色 相 pH S S	溶 剤 (")	石油系 } 炭化水素 芳香族系 }
処理効率			用 途	テストピース, 色調	粘度 (solid solv)	塗料 シン 岩田 K N 100 ナー -2カップ 20 23秒/19℃
塗着効率					用 途	車輛, ロッカー, その他

2. 噴霧塗装粉じんおよび有機溶剤測定値 (ただし, 粉じん量 g/Nm³)

検体採取時間	検体採取量 (m³)	塗料噴射量	Hi-Vol 法			円筒紙法				ダストチューブ法				有機溶剤（北川式）						
			入口 (g/Nm³)	出口 (g/Nm³)	効率 (%)	入口		効率	出口		効率	入口(%)		出口(%)		効率				
						処理前	処理後		処理前	処理後		処理前	処理後	ガソリン	ガソリン					
13:10 } 13:18	0.2 ~0.3	850	0.887	0.251	71						0.586	0.553	0.042	0.050	91	0.004		0.005		
13:30 } 13:38	0.2 ~0.3	925	1.643	0.957	45						0.632	0.569	0.142	0.158	72	0.006		0.003		
13:49 } 13:59	0.2 ~0.3	828									0.877	0.885	0.067	0.067	91					
14:04 } 14:12	0.2 ~0.3	880									0.816	0.792	0.057	0.058	93	0.003		0.003		
14:20 } 14:28	0.2 ~0.3	790				1.252	0.8626	0.602	0.491	55	0.496	0.431	0.055	0.059	86	0.004		0.003		
14:40 } 14:48	0.2 ~0.3	1,014				1.001	0.547	0.617	(-0.078)							0.004		0.003

図-8 水平式吸着塔

すべて分子構造上電気的な極性を有するため、ガス中の有機溶剤を除去するためには活性炭に限られる。

ガス流量 700l/min 程度の処理量に対する装置の一例を図-8 に示す。

長所として、すべての溶剤を効率良く捕集でき、低濃度溶剤蒸気に適しているが、活性炭を再生する際多量の水蒸気を必要とし、活性炭の価格も高価である。

4) 吸収法

有機溶剤に対する溶解度の高い吸収液を利用して、一般の水洗浄方式と同等の方法で吸収させる。

長所として、運転が連続であり、吸着法のように、吸着、追出しなどの切替操作を要せず、爆発火災の危険がなく、装置が比較的簡単であるが、短所として水以外の吸収剤は高価であり、処理ガス温度の低下から、大気中への拡散が悪くなることである。

5) 凝縮法

溶剤蒸気の濃度が高い場合（1気圧で空気中に 200g/m³ 以上）にかぎられ、1回の凝縮では空気中に相当の未回収溶剤蒸気を含むので循環使用するのが普通である。溶剤蒸気と大気の混合気体を露点以下に冷却して、溶剤蒸気のみを液体に変えて回収する。

長所として、純度の高い溶剤を回収することができ、回収溶剤の精製が簡単に行なえる。吸着法のような多量の水蒸気を必要とせず、施設費、運転費は安いなどであるが、短所として、溶剤蒸気の濃度が高くなければならず、効率も吸着吸収法に比べて低く、冷凍設備などを必要とする。

6) 煙突の高さと拡散

煙突排ガス（排気筒出口排ガス）の大気拡散状態を推測することは、時間的、季節的、地理的に左右される気

象条件のもとで手軽に実施することは実際問題として困難が伴う。大気拡散については多くの研究者によって、理論式、実験式などが発表されている。大気汚染防止法のイオウ酸化物（亜硫酸ガス）の排出基準もこの考え方である。Sutton, Bosanquet & Pearson, Pasquill, Liecas など排ガスの拡散と煙突高さとの関係を式で表わしているが、そのほとんどの考え方は、地上最大濃度は、排出ガスの汚染量に正比例し、風速および、煙突の高さの2乗に反比例するという理論である。

$$C_{\max} = Q/\pi \cdot H^2 u = 0.318Q/H^2 u$$

ここに C_m = 地上での最大濃度

Q = 成分排出量

H_e = 煙突の高さ

u = 平均風速

この式はルーカスのものであるが、サットンは0.234を入れて、 H を H_e に修正している。

(4) 塗装粉じんおよび有機溶剤の測定例

表-12 に東京都都市公害部において測定した塗装粉じんおよび有機溶剤の測定例を示す。このうちN工場の例をあわせて列記する。粉じんの測定法は、JIS Z 8808 によるダストチューブ法によるものを主力とし、円筒口紙法も使用した。また大量の粉じんを短時間に処理するための Hi Volum 法（ハイボリューム法、ゲルマンフィルター使用）も補助に使用した。

有機溶剤の測定は、はじめ検知管法によったが、予知された物質の単一試料としては正確さもある程度であるが、ベンゼン、トルエン、キシレンなどの混合物を 50～200ppm の濃度で作成し、ガスクロマトグラフと検知管とで測定した結果、ガスクロは満足した結果が出たの

表-14 用途地域による作業内容の適・不適

業 態	地 域			
	工 業	準 工	商 業	住 居
塗 料	顔料・塗料の製造	○	×	×
	うるし・水性塗料の製造	○	○	○
	油脂（アマニ油等）加熱加工	○	×	×
	塗料の配合・調色	○	○	○
	塗料の吹付け	○	○	×
塗 装	塗料の加熱乾燥（ガス直火）	○	×	×
	〃（赤外線）	○	○	○
	塗料の流し塗り・ハケ塗り	○	○	○
	作業場面積 (M ²)	○	150M ² 以下	50M ² 以下
	引火性溶剤貯蔵量（法律指定量）	○	2 倍	1/5

に対し、検知管は作成濃度に対し、0.85～3.0 倍、トルエン 2.5～18 倍、キシレン 10～50 倍の高い値となったので、測定データは削除して、ガスクロマトグラフによるもののみを掲げた。

(5) 関係法令

表-14 に、建築基準法による工場の立地規制として用途地域の制限を作業内容による適、不適をかける。

また本年 6 月に制定した東京都公害防止条例による、排出基準は 10 月下旬から施行されるが、この指導標準の平均値を規制基準とする予定 (75 mg/Nm³) である。

また他府県における有害ガスおよび粉じんの排出基準を表-15 に示す。

以上東京都の公害防止の見地から大気汚染に重点をおいた指導標準について、その一部を紹介してきた。全部を網らすることは紙面上不可能なので、学会の諸氏の既知のことはできるだけ本稿で割愛してある。しかし、読み返してみると、記述の中途半端なものも多く、指導標準の全ぼうを適確に伝えていないようにも見えるが、その点についてはご容赦願いたい。また、東京都公害防止条例は区市にも権限の一部を移譲しているので、この指導標準は、区および市の職員にも必携のマニュアルトとなっている。

表-15 他府県における有害ガスおよび粉じんの排出基準

物 質 名	大阪府	神奈川県	福岡県	新潟県	兵庫県	宮城県
ア ク ロ レ イ ン	0.5					
アセトアルデヒド	50					
亜 硫 酸 ガ ス	1.5		10	10	1.5	500
ア ン モ ニ ア	30		100	100	30	1000
塩 化 水 素	1.5	50	5	5	1.5	
エチルメルカプタン	15					
ガ ソ リ ン	150					
キ シ レ ン	50					
三 塩 化 リ ン	0.2					
シアン化水素	3	10	10	10		20
四 塩 化 炭 素				50		
セレン化水素	0.02					
窒 素 酸 化 物	1.5	200	25	25	1.5	
トリクロルエチレン	30			100		200
ト ル エ ン	50		20		60.0	
二 硫 化 炭 素	5		35	20	6.0	100
フ ッ 化 水 素	1			3		
ベ ン ゼ ン	10	3		35	8.0	
ホ ス ゲ ン	0.3	250				
ホ ス フ ィ ン	0.02					
ホルマリン				5		
ホルムアルデヒド					1.5	
メチルエチルケトン	50	50			60	
硫 化 水 素						
臭 気				きわめて不快	(当分の間 300 倍) で 感 知	
シアン化合物	1.5		5	5	1.5	10
鉛およびその化合物	0.05		0.15	0.15	0.05	0.2
硫 酸	0.3		1	1	0.3	
フッ素化合物	1.0			2.5	0.8	5
亜 鉛				10		重金属 0.5
マ ン ガ ン				50		水銀 0.2
黄 リ ン	0.3			0.1		
五 塩 化 リ ン	0.03			1		
ク ロ ム 酸				0.03		
一 般 粉 じ ん				400 ～600 個/m ³		
備 考		排出口で測定	認定の基準 34.4.1	公害の基準ガスの場合の基準は上表の 100 分の 1 とする	排出等に関する基準の測定場所は原則として敷地境界線	ばい煙等に係る基準に関する規則 (排出口で測定) 41.4.1