

서 론

인위적으로 발생된 화학물질은 여러 형태로 대기로 배출되고 대기중에서의 화학반응성에 따라 환경에 영향을 초래한다.

휘발성 유기화합물질(Volatile Organic Compounds;VOCs)은 다양각색의 형태로 대기에 영향을 준다. VOC는 종류 및 대기중 반응의 형태에 따라 대류권 오존오염, 성층권 오존층파괴 및 지구 온난화등으로 환경 및 건강에 영향을 초래하여 VOC 감축을 대기질 관리의 주요 정책수단으로 이용하는 국가가 증가하고 있다.

대기중에는 차량의 배기관 배출가스와 증발배출에 의한 탄화수소 이외에 도장·인쇄업과 세탁업, 유기합성공업, 석유정제공업등 유기용제의 제조·사용공정 등에 의한 각종 유기용제류 성분이 많이 관측되는 것으로 보고되었다. 본 장에서는 도로 및 도장시설과 관련된 VOC 현황 및 대책에 대하여 주로 논하고자 한다.

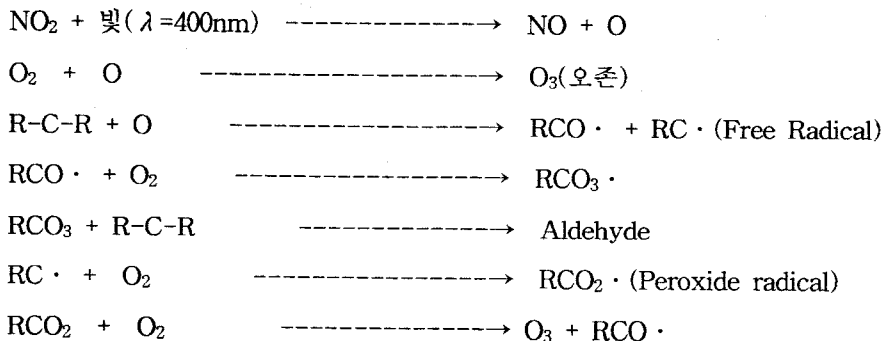
본 론

1. 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds)의 정의

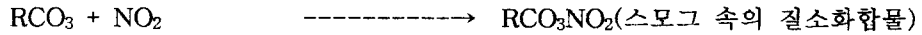
"VOC 물질"이라 함은 탄화수소화합물로서 대기중의 질소산화물 및 다른 화학물질과 광화학반응(Photochemical Reaction)을 통해 광화학스모그(Photochemical Smog)의 원인이 되는 오존(O₃)을 발생시키는 물질을 말한다.

2. VOC 생성과정

2-1 VOC 물질의 광화학반응 사이클



2-2 VOC 물질과 질소화합물(NOx)과의 광화학반응 사이클



3. 발생원에 따른 VOC 물질의 종류

공장의 종류	발생원	VOC 물질의 종류
도장 및 잉크제조 공장	자동차, 전자제품 도장 및 건조기; 금속, 유리, 읍셋인쇄 건조기; 에나멜, 니스건조기	벤젠, 톨루엔, 크실렌, 나프타, 알코올, 에스테르, 유기용매
용매, 접착제 및 합성수지 제조 공장	플라스틱, 합판 제조과정 등	스틸렌, 알데히드, 에스테르
화학 공장	석유화학, 유기합성 공정등	벤젠, 톨루엔, 크실렌, 알데히드, 알코올, 유기산
약취물질 취급공장	비료, 사료, 소화기 제조과정등	아민 및 황화합물
기 타	담배건조기, 향료제조 과정등	알코올, 에스테르

4. 대표적 휘발성 유기화합물질

환경부 고시 제 97-52호에서 규정한 휘발성유기화합물질이라 함은 다음의 오염물질을 말한다.

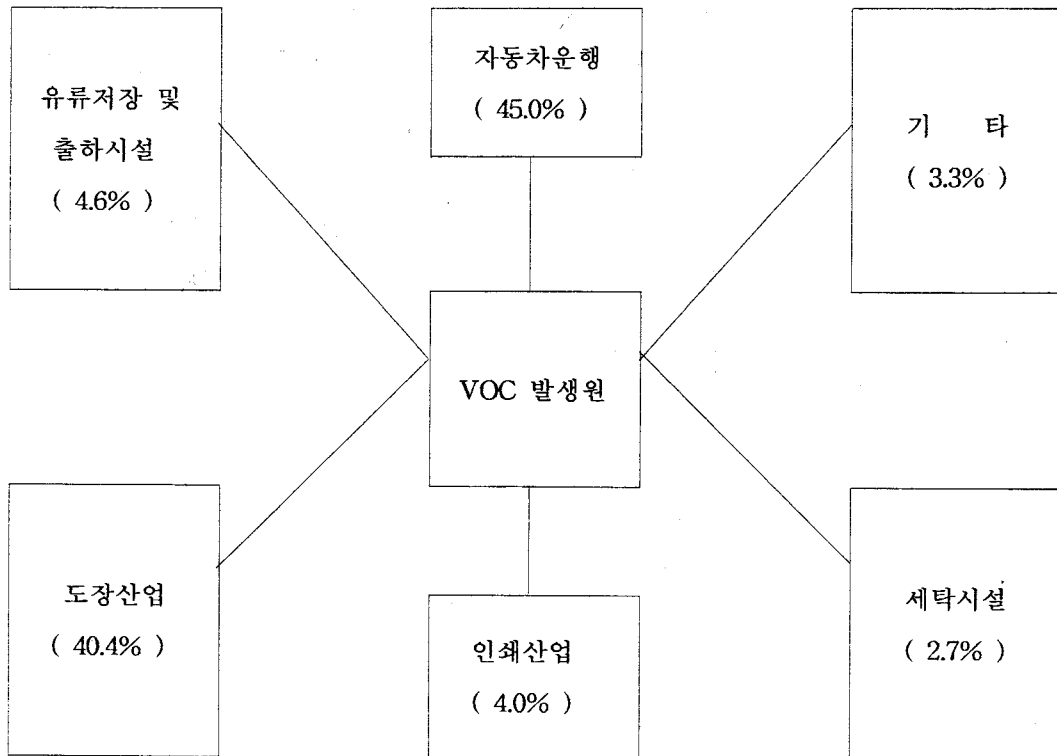
- | | | |
|--------------|------------------|---|
| (1) 에틸렌 | (17) n-헥산 | (33) o-크실렌 |
| (2) 메탄올 | (18) 사이클로헥산 | (34) 스틸렌 |
| (3) 에탄올 | (19) 2,4-디메틸펜탄 | (35) 초산 |
| (4) 프로판 | (20) 부타디엔 | (36) 포름알데히드 |
| (5) i-프로판올 | (21) 1,3-부타디엔 | (37) 클로로포름 |
| (6) 프로필렌 | (22) 아세톤 | (38) 아세트알데히드 |
| (7) 프로필렌옥사이드 | (23) 디메틸아민 | (39) 메틸렌클로라이드 |
| (8) 아세틸렌 | (24) 벤지딘 | (40) 1,1,1-트리클로로에탄 |
| (9) i-부탄 | (25) 아크릴로니트릴 | (41) 트리클로로에틸렌 |
| (10) n-부탄 | (26) 벤젠 | (42) 테트라클로로에틸렌 |
| (11) 부텐 | (27) 니트로벤젠 | (43) 아크롤레인 |
| (12) i-펜탄 | (28) 에틸벤젠 | (44) 사업화탄소 |
| (13) n-펜탄 | (29) 톨루엔 | (45) THF |
| (14) 펜텐 | (30) 2,4-디니트로톨루엔 | (46) 이소프로필에테르 |
| (15) 2-메틸펜탄 | (31) p-크실렌 | (47) 삼메틸부틸에테르 |
| (16) 3-메틸펜탄 | (32) m-크실렌 | (48) 기타 환경부장관이 규제
대상 휘발성유기화합물질로
정한 오염물질 |

5. VOC 제외대상의 탄화수소화합물

광화학반응성이 낮은 물질로서 환경부장관이 정하여 고시하는 아래의 물질들은 VOC의 제외 대상이다.

- | | | | |
|------------------|-------------------|------------|---------------------|
| Methane, | Ethane, | CO, | CO ₂ , |
| Carbonic acid, | Carbide, | Carbonate, | Ammonium Carbonate, |
| Trichloroethane, | Ethylenechloride, | CFC | |

6. VOC 발생원



7. VOC 배출원별 배출량 및 배출비중(1994년, 단위:톤/년)

배출오염원	세부구분	배출량	배출비중(%)
자동차운행	배기관배출	150,400	33.7
	증발배출	26,500	5.9
	Stage I	10,626	2.4
	Stage II	13,004	2.9
	소 계	200,530	45.0
페인트	페인트사용	179,985	40.4
인쇄	잉크사용	17,781	4.0
유류저장 및 출하시설	저장시설	4,174	0.9
	출하시설	16,212	3.6
	소 계	20,385	4.6
세탁시설	용제사용	12,097	2.7
아스팔트	커트백 아스팔트의 회석제	15,200	3.4
총합		445,979	100

*Stage I : 주유소 저장탱크 등에 저장할때에 발생하는 VOC

Stage II : 급유과정중의 누출이나 저장시설 자체에서 누출되는 VOC

8. 도장산업의 오염원별 EPA RACT 기준

발 생 원		RACT limit(VOC:g/l)
자동차 및 경트럭	하도도장	140
공 장	중도도장	340
	상도도장	340
캔 코팅	관내외부도장	340
금 속 가 구		360
철 구 조 물	옥외 보수도장	350
종 이 코팅	코팅라인	350
금 속 부 품	고성능 도장	420

*EPA(Environmental Protection Agency):환경보호청

*RACT(Reasonably Available Control Technology):비교적 타당한 제어 기술

9.도장공정에 관한 규제

	대 상	승용차에 관한 도장 전공정	승용차 이외의 도장
유 기 용 제	배출기준	금속 120mg/m ³ 솔리드 60mg/m ³	없 음
	이후 움직임	공통적으로 60mg/m ³ 최종적으로 35mg/m ³	구역은 자동도장
유 해 물 질		자동차공장 면제	Total 150mg/m ³ Class I 20mg/m ³ Class II 100mg/m ³ Class III 150mg/m ³
	건 조 구 역	Total 50 mg/m ³	Total 50 mg/m ³
더 스트	부 스	3 mg/m ³ 이하	3 mg/m ³ 이하

* Class I - III 는 화합물을 유해성 정도에 따라 분류한 것임.

Class I 은 염소계 화합물이 대부분 포함되어 주로 발암성으로 분류됨.

10. 각국의 VOC 배출 삭감계획

국 명	VOC / 유기물
프 랑 스	1980년부터 2000년까지 용제에서 30%감축, 교통수단에서 40%감축
독 일	1988년부터 1999년까지 용제사용량과 교통수단으로부터 45%감축
일 본	유기수은, PAH, 포름알데히드는 위험수준이하로 감축
네덜란드	2000년에 VOC 전배출량의 50%를 감축
스 웨 덴	PAH와 다이옥신은 50%감축(2005년까지 용제사용의 66%, 교통수단의 50%를 감축)
스 위 스	1999년까지 1987년과 비교하여 용제사용과 교통에 의한 배출량을 50% 감축
미 국	17종의 VOC 배출량을 자율적으로, 1980년 수준과 비교하여 1992년까지 33%, 1995년까지 50%를 감축

11. 우리나라에서의 VOC 규제 현황

우리나라에서는 1990년 8월 대기환경보전법이 제정되어 대기오염으로 인한 국민건강 및 환경상의 위해를 예방하고 대기환경을 적정하게 관리·보전함으로써 모든 국민이 건강하고 쾌적한 환경에서 생활할 수 있도록 하였고, 1995년 12월까지 6차례 개정되어 시행되고 있다.

이 법의 28조 2항에 휘발성유기화합물의 규제에 대해 나와있다.

제28조의 2(휘발성 유기화합물의 규제) ①제8조의 3제1항의 규정에 의한 대기환경규제 지역안에서 휘발성 유기화합물을 배출하는 시설로서 대통령이 정하는 시설을 설치하고자 하는 자는 환경부령이 정하는 바에 따라 관할 시·도지사에게 신고하여야 한다.

② 제1항의 규정에 의한 시설을 설치하고자 하는 자는 휘발성유기화합물의 배출을 억제 또는 방지하는 시설을 설치하는등 휘발성유기화합물의 배출로 인한 대기환경상의 피해를 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

③ 제2항의 규정에 의한 휘발성유기화합물질의 배출을 억제·방지하기 위한 시설의 기준 등에 관하여 필요한 사항은 환경부령으로 정한다.

④ 시·도지사는 제2항의 규정을 위반하는 자에 대하여 휘발성 유기화합물을 배출하는 시설 또는 그 배출의 억제·방지를 위한 시설의 개선등 필요한 조치를 명할 수 있다.

이 법의 시행을 위해 1996년 8월에 개정된 대기환경보전법시행령을 보면 다음과 같다.

제39조(휘발성유기화합물의 규제) ①법 제28조의 2 제1항에서 “휘발성유기화합물질”이라 함은 다음 각호의 탄화수소류중 레이드증기압이 27.6킬로파스칼 이상인 물질을 말한다. 다만, 액화석유가스, 메탄 및 에탄등 광화학 반응성이 낮은 물질로서 환경부장관이 정하여 고시하는 물질을 제외한다.

1. 지방족 탄화수소류
2. 방향족 탄화수소류
3. 비균질 탄화수소류(알데히드·케톤 및 알콜 등을 말한다)
4. 제1호 내지 제3호의 물질이 혼합되어 있는 탄화수소류

②법 제28조의 2 제1항에서 “대통령령이 정하는 시설”이라 함은 다음 각호의 시설을 말한다.

1. 석유정제시설 및 석유화학제품제조시설

- 가. 원유정제시설
- 나. 저장시설
- 다. 출하시설

2. 저유소

- 가. 저장시설
- 나. 출하시설

3. 세탁시설

4. 기타 휘발성 유기화합물질을 배출하는 시설로서 환경부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 고시하는 시설

③ 제2항 각호의 규정에 의한 시설의 규모는 환경부장관이 관계중앙행정기관의 장과 협의하여 고시한다.

이상과 같이 휘발성 유기화합물질에 대한 규제가 법령으로 규제되고 있고 이미 시행되고 있지만 한가지 특이한 점을 발견할 수가 있다.

전체 VOC 발생량의 40%를 차지하는 도료 관련시설에 대한 규제내용은 없다는 점이다.

또한, 내년인 1998년부터는 주유소시설에 대해서도 VOC에 대한 규제가 시행된다.

현재까지는 도료 및 도장시설에 대한 규제가 시행되지 않고 있지만 1998년에 관련법을 개정하고 1999년 7월 1일부터 현재 타 분야에서 적용하고 있는 VOC의 규제를 따르게 된다. 또한 도장시설에서의 VOC 규제는 그동안 미진해왔기 때문에 보다 강력한 법시행이 뒤따르리라는 것이 관련부처의 입장이다.

도료 제조시설 및 도장시설에서의 규제가 어떤 방식으로 진행될것인가 하는데 참고가 될만한 자료를 찾아보기로 한다.

환경부 고시 제 97-52호에 따라 1997년 7월부터 시행되고 있는 울산·미포 및 온산국가산업단지내 휘발성유기화합물질 배출저감을 위한 종합대책에는 기존의 규제대상시설인 석유정제 및 석유화학제품 제조시설, 저유소, 유기용제 제조업체, 자동차 및 선박 제조업체, 기타 제조업과 더불어 도료 제조업체에 대한 VOC규제가 시행되고 있다. 이를 토대로 향후 도료 제조 및 도장시설에서의 VOC의 규제 정도를 유추해 볼수가 있다.

앞으로 도료 제조시설 및 도장시설에서도 인식의 전환과 더불어 VOC 발생억제에 노력을 기울여야 할것이며, VOC 발생원을 줄이는 방향으로의 연구 개발이 선행되어야 할것이다.

12. VOC 배출원

-80%의 Emission이 20%의 Source로부터 발생(80/20 rule)

(1) Storage and Handling Emission

- 저장탱크에 VOC를 저장하고 비우는 과정에서 발생
- VOC를 수송, Loading/Unloading하는 과정에서 발생

(2) Process Emission

- 공장내의 반응기, 증류탑, 흡수탑, Calendar 등의 고분자물질의 processing 장치에서 발생
- 공장에서 최종 배출되는 Emission의 대부분을 차지(포집이 용이하여 처리의 일차 대상)

(3) Fugitive Emission

- Leaking, 연결부분, 뚜껑, drain 등의 틈새에서 생기는 배출
- 공장배출량의 20-50%차지, "Unidentified Emission"으로 간주

(4) Secondary Emission

- 폐수처리조, 폐기 및 폐액소각장, 용제회수시설등에서 발생

13. VOC 처리기술

발생원에서 배출되는 VOC를 최소화하는 방법

- 1) 공정개선 - 원료물질대체, 공정개선, 장치의 개선
- 2) end-of-pipe 기술을 이용하여 회수하거나 무해물질로 전환

(1) 열산화법 혹은 열소각법

(Thermal Oxidation or Thermal Incineration)

- 700℃~1000℃의 온도에서 0.5초나 1초내에 95~99%까지 제거

(2) 촉매산화법(Catalytic Oxidation)

- 촉매를 이용하여 VOC의 발화온도를 낮추어 낮은 온도(350℃~450℃)에서 처리

(3) 응축법(Condensation)

- VOC를 포함한 폐가스의 온도를 VOC의 비점 이하로 낮추거나 가압을 하여 VOC를 응축시키는 원리

(4) 탄소흡착법(Carbon adsorption)

- 활성탄을 이용하여 VOC를 흡착시켜 제거

(5) 흡수법(Absorption)

- 기상의 VOC를 액상으로 용해시켜 VOC를 제거

(6) 분리막기술(Membrane separation technology)

- 공기보다 유기물질을 선택적으로 잘 통과시키는 분리막을 이용하여 공기중의 VOC를 회수

14. 도장산업에서의 VOC 저감방안

도장산업에서의 VOC 배출저감은 종래에는 지역적, 국가적 차원의 규제에서 점차 범세계적 차원의 규제로 발전되어 가고 있어 국내에도 이에 대한 관심과 기술개발이 절실히 요구된다.

VOC 저감은 도료자체의 휘발성을 낮추는 방법과 도장공정에서 배출되는 VOC 후처리등 다음에 제시된 각 항목별 대책을 추진하여 효과를 볼 수 있다. 이 중에서 유기용제량을 가능한 최소화하는 도료자체의 개선이 VOC 배출규제에 대응하는 선진국의 추세이다.

- (1) 도장시 VOC가 적은 도료, 도장시스템의 채용
- (2) 기기 세정용제량의 감소
 - 세정효율이 양호한 도장기기, 설비의 개발
 - 도료종류, 색상등 변경이 적은 시스템의 채용
- (3) 도료의 사용량을 적게하는 시스템의 채용
 - 도착효율을 높임
 - 사용량 자체가 적은 도장시스템의 채용
- (4) 공정에서 배출되는 VOC의 처리
 - 소각 등에 의한 처리
 - 회수하여 재사용

14-1 VOC 저감을 목표로 한 도료의 개선

용제량의 저감을 목표로 한 도료에는 도료의 고형분을 높인(사용용제를 감소시킨) 하이솔리드(High Solid)형 도료, 유기용제를 물로 치환한 수계도료, 용제를 함유하지 않은 분체도료가 있다. 이러한 도료는 기존의 용제형 도료에 비해 VOC 배출을 줄일 수 있으며, 앞으로 도료에 대한 VOC 함량기준이 더욱 엄격해질 것으로 사용이 늘어날 전망이다.

미국의 경우 Low solid 형 도료의 사용이 점차 줄어들 전망이며, 하이솔리드형, 수계도료, 분체도료의 비율이 점차 증가할 것으로 예측되고 있다. 또한 유럽의 경우 특히 자동차도장 부문에서 수계도료 부문의 비율이 점차 커져 2000년 이후에는 용제형 도료의 사용은 상당히 줄어들 전망이다.

① 하이솔리드형 도료

하이솔리드형 도료는 주로 북미에서 1980년대 초부터 대기정화법에 대응하기 위해 중도, 상도에서 전개되어 왔다. 그 이유는 종래의 도장설비를 그대로 사용할 수 있다는 점이고 개발에 있어서 도장상의 문제보다는 도료설계, 특히 수지설계가 중요하기 때문이다.

하이솔리드화로 되기 위한 가장 유효한 수단은 수지분자량을 낮추어 저점도화하는 것이다. 그러나 여기에 수반되는 내후성 등의 도막성능의 저하, 메탈링 도료의 색변짐 등의 도막외관성의 저하를 극복하지 않으면 안된다.

하이솔리드형 도료의 반응성, 도막물성과 내후성에 영향을 주는 수지분자량과 반응성의 영향, 경화과정에 있어서의 점성거동과 레올로지 조정제의 작용에 관한 다양한 검토가 이루어지고 있다. 그러나 하이솔리드형 도료는 앞으로도 많이 이용될 것으로 보이지만, 하이솔리드형 도료에 대한 기본적인 지식이 얻어진 요즘에도 자동차도료에 요구되는 높은 품질수준을 만족시키면서 이 목표치를 달성하는 것은 어려운 일이다. 이것이 바로 VOC 제어상의 하이솔리드형 도료의 한계이다.

② 수계도료

물은 생명의 근본이 되는 물질이고 공업적으로는 배출처리의 문제를 제외하면 오염방 지상 가장 이상적인 매체이다. 최근 자동차 도장의 전공정을 수계화하려는 움직임이 보이고 있다.

전착도료

전착도장은 물분산형 수지를 전기유동, 전기분출에 의해 도장하는 방식으로 VOC 제어의 관점에서는 꽤 이상적인 시스템이다.

전착도료는 통상 20%정도의 고형분과 3~5% 정도의 유기용제를 함유하고 있으며, 유기용제량을 1% 이하로 낮추는 것이 향후 목표이다. 또, 전착도료는 가교제화 되어 프록토·이소시아나이트를 이용하는 것이 일반적으로, 현재 고형분의 13~15% 정도로 존재하는 인화시의 휘발분을 수% 이하로 하는것도 향후 과제이다.

중도도료

중도도료는 일반적으로 폴리에스테르/멜라민 수지형의 용제도료가 사용되고 있다. 안

료함유량도 비교적 높아 하이솔리드화가 쉽다. 그러나 최근 유럽을 중심으로 수계도료가 채용되고 있다.

수계도료를 도장할 때의 어려움이 있지만, 이러한 문제는 도료배합의 조정을 통해 해결되어 현재는 용제형도료에 비해 손색이 없다.

현재의 수계중도 도장 고형분은 45~50% 정도이며 유기용제량은 5~15% 정도이다. 도막 외관성이 낮아지지 않으며, 보다 낮은 VOC 도료를 달성하는 것이 향후 과제이다.

베이스코트(Basecoat)

현재 가장 주목을 받고 있으며 진척이 빠른 것이 수계베이스코트이다. 1991년까지 전 세계에서 320만대의 자동차가 수계베이스코트로 도장되었다.

③ 분체도료

분체도료는 1970년대부터 각광을 받았으나 도막외관성과 비용 문제로 인해 많이 사용되지 않았다. 그러나 분체도료는 VOC 제어라는 측면에서는 이상적인 도료이므로 최근에 다시 주목받고 있다.

14-2 대표적인 도장대상별 대응책

① 건축 및 건축자재 도장

건축 및 건축자재 도장에 사용되는 도료는 도료전체중에서 차지하는 비율이 상당히 높으며, 유럽에서는 46%, 일본에서는 33%에 이르고 있다. 건축물에 도장하는 경우와 도장한 자재를 건축에 사용하는 경우가 있다. 전자는 옥내외에서 상온건조형 도료에 의해 도장이 주로 되고 있으며, 후자는 공장도장이 대부분으로 상온건조형 외의 다른 인화형도 사용되고 있어, 양적으로 건축물에 도장하는 경우가 많다.

또한 건축용은 VOC가 적은 에멀전형의 수성도료도 상당량 사용되고 있다. 건축 및 건축자재 도장의 도료에 대해 CEPE(유럽도료등 제조공업연합)은 ECOSTANDARD No.1을 채택하고 있고, 여기서의 VOC 기준은 250g/L이다. 이러한 수치는 수성화되지 않은 도료에 대해서는 상당히 엄격한 기준이다.

이러한 건축물 대상 도료의 VOC 제어는 수성화, 하이솔리드화 등의 기술적 가능성이 비교적 높다고 생각되지만, 품질면에서 그리고 한냉지에 있어서의 건조성 등의 문제가

남아 있다.

또한 건축물 자재의 공장도장의 비율이 증가하고 있으며, 이 경우는 강제건조형, 인화형 등의 사용이 가능하기 때문에 도료, 도장의 선택범위가 넓어지며, 수용성, 분체 등의 도료도 사용이 가능하다.

재료측면에서 건축물, 건축재료 또한 내후성이 높은 수지계도료를 사용한 시스템이 사용되는 방향으로 나아가고 있다. 이것은 다시 도장하는 것을 감소시키는 것으로 장기적으로 보았을 때 간접적인 대응이라고 할 수 있다.

② 선박, 철골구조물의 도장

선박, 철골구조물은 일반적으로 대형이고, 또 엄격한 조건하에서 장기적인 내구성이 요구되는등, 상온건조형에서 높은 내삭성이 있는 도료의 사용이 필요하게 된다.

이와 같은 도장작업에 필요한 도료에 대해서 VOC 배출제어 대응책은 하도, 상도에 다액형 상온경화형의 하이솔리드 도료를 사용하는 것이 좋다. 예를 들어 하도에는 내후성이 나쁘나 내삭성이 좋은 에폭시수지계 도료를, 상도에는 내수성이 좋은 우레탄수지계 도료를 혼합하면 비용은 좀더 들지만 품질이 양호하고 장기적, 종합적으로도 장점이 있다. 그리고 특정대상에는 무용제형 도료도 사용할 수 있다고 생각되지만, 이 경우에는 도료설계, 도장기 설계 등의 개량과 개발이 필요하게 된다.

상도도료로서는 다액형 외에 일액형의 하이솔리드형, 수성형을 사용하는것도 품질과 균형을 맞출 수 있다.

선박 밑부분의 방지도료는 선박의 도장에 있어서 중요하며, 이것도 일액형인 하이솔리드형으로 대응할 수 있다고 생각되지만 품질적인 문제도 있어 기술적인 대응이 어렵다. 이러한 도장은 통상 Airless 스프레이를 사용하지만 도료의 비산이 적으므로 용제량이 적은 도료가 사용될 수 있는 도장방법의 개발이 요구된다.

③ 일반공업용 도장

일반공업용 도장에는 전기기기, 철제가구, 도장전업 및 금속도장등 광범위한 것이 대상이 되고, 피도물의 조건, 요구품질 등에 대해서 각종도료, 도장시스템이 채택되고 있다.

이미 VOC 대책 도장인 전착도장, 분체도장등이 많이 사용되고 있고, 또 도장시스템으로서 완성단계에서 도장을 하지 않고 나중에 조립을 하는 프리코트(PCM)방식도 채택되고 있다.

그러나 전반적으로는 아직 용제계의 도료사용이 많다. 이러한 용제형 도료의 VOC 대책에 있어서 특히 문제가 되는 것은 뛰어난 외관이 요구되고, 색가지수가 많고, 저온의

건조조건만 취급하지 않아 피조물의 구조가 복잡한 등의 조건으로 수성형, 하이솔리드형, 분체형 등의 도료 사용이 어려울 것이다.

플라스틱 도장등도 이러한 복잡한 조건에 상당하는 것으로 작업성, 도장기기 등에 문제가 있으나, 하이솔리드화의 가능성이 있는 2액형의 폴리우레탄 등에 의한 대응도 되고 있다.

④ 자동차도장(신차)

자동차도장(신차)에 사용되는 용제는 총도료 사용량에 대해서는 큰 비율을 차지하지는 않지만 도장산업단위로써는 VOC의 고정발생원으로서 규모가 크기 때문에 규제대상으로서 엄격한 대응이 요구된다.

도장시스템은 통상 3~4 코팅시스템이 채용되고, 그 하도로서는 플라스틱 재료를 제외한 전착도장방식이 채용되고 있다.

미국의 VOC규제는 하도로서 전착도료를 사용하는 것을 전제로 하고, 특히 그중 용제 사용량을 정하고 있다.

특히 문제가 되는 것은 종래부터 용제형도료가 사용된 중도, 상도이다. 이에 대한 대응은 품질, 도장비용, 규제치등에서부터 결정되지만, 도장시스템에 대해 현재 실용적인 대응을 할 수 있는 기술수준이 판단의 기준이 되고 있다. 용제량 배출규제가 있는 경우에는 용제형도료를 사용하는 도장공정에서 배출되는 용제를 설비적으로 처리하는 것보다 규제내의 용제량으로 대응가능한 도료를 사용하는 것이 종합적 비용면에서 더 싸다고 전제되고 있다.

⑤ 자동차수리도장

자동차수리를 위한 도장의 경우는 높은 인화도의 도료가 사용될 수 없기 때문에 상온 건조형 혹은 강제건조형의 도료가 대상이 된다.

현재는 라카타입의 도료와 다액형우레탄 도료가 주로 사용되고 있으나, 이 라카타입은 도장시의 용제사용량이 특히 높아, VOC 규제에 대해서는 우레탄계 도료의 사용이 유리할 것이다. 또 우레탄계 도료는 내구성 등의 수준도 높기 때문에 최근에 많이 사용되고 있다. 그러나 우레탄계 도료 도장은 자동화가 어렵고, 이소시아네이트 등의 작업자에 대한 영향 측면에서 제약이 있으므로 안전면에서도 배려가 있어야 한다.

결 론

지금까지 살펴 본 바와 같이 도장산업에서 VOC 배출을 방지할 수 있는 최적의 방법은 VOC배출이 적은 저용제형도료, 수계도료 및 분체도료를 이용하는 것이다. 미국에서는 저용제형 도료 기술이 앞서고, 유럽에서는 수계 및 분체도료 기술이 앞서고 있다.

미국의 규제치는 저용제형 도료 기술수준에 따라 설정되어 있고 현재의 저용제화 기술은 더 이상 용제를 줄일 경우 도료의 성능저하 문제가 있어 향후 도료에 대한 더욱 엄격한 규제가 실시되면 수계 및 분체도료기술의 채용이 불가피하다. 일본에서는 국가차원의 규제법은 없으나 일본도료공업회 및 도료업계를 중심으로 대응책을 강구, 수계도료 등 도장산업의 신기술을 채용하고 있다.

따라서 국내 페인트 산업체도 국제적인 동향을 주시하여 저휘발성 도료를 생산하는 신기술의 연구개발에 힘써야 하며 정부는 산업체로 하여금 기술개발을 유도할 수 있는 경제적·제도적 장치를 마련해야 할 것이다.

도장산업에서의 VOC 저감은 작업상 안전과 연계되므로 공정에서의 가능한 VOC 배출을 최소화해야 한다. 이에 따라 현재 국내 산업용 도장시설에 대해서는 VOC 회수장치를 설치하도록 규정하고 있으나 야외의 open형 도장작업이 문제시되고 있다.

이상을 종합한 도장산업에서의 VOC 규제내용은 다음과 같다.

- 도장공정중 도장시설에서 사용하는 용제를 전량 처리할 수 있도록 방지시설(저감효과 최소 90%)을 설치하고 건조시설에서 발생하는 용제도 보다 효율적으로 전량 처리한다.
- 이를 위해 open형 도장시설을 booth형으로 교체하고 여과방지시설 이후에 흡착탑을 추가 설치 및 건조시설의 후드·덕트를 재설계, 시공하도록 한다.
- 가능한 유기용제 사용을 억제하며 페인트 사용량이 최소화 될 수 있도록 작업방법을 개선한다.

