

최종 보고서

대기관리
(Air pollution management)

**자동차보수용 도료 수송 전환 안정화 연구
-VOCs저감을 위한 수성도료 전환 지원 방안-**

2023. 12

박종호



환경부지정
안산녹색환경지원센터
Ansan Green Environment Center

제 출 문

안산녹색환경지원센터장 귀하

본 보고서를 “자동차보수용 도료 수성 전환 안정화 연구”에 관한 최종보고서로 제출합니다.

연구기관명 : 이아이씨티(주)

연구책임자 : 박종호 대표

연 구 원 : 서경애, 한상환, 이상민, 문두찬

임수길, 김소이

요 약 문

I. 연구개요

□ 과제명 : 자동차보수용 도료 수성 전환 안정화 연구

- VOCs 저감을 위한 수성도료 전환 지원 방안 -

□ 사업기간 : 2023. 3. 13 ~ 2023. 12. 31

□ 사업수행기관 : 이아이씨티(주)

□ 연구책임자

○ 직책 : 대표이사

○ 성명 : 박종호

□ 연구 내용

○ 국외 선진 사례 문헌 조사

- 수성 도료로 시장이 안정화된 선진국(미국, 독일 등) 해외사례조사

○ 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사

- 안산 지역 자동차 공업소별 사용 도료(유성, 수성) 사용량 및 비율 조사

○ 수성 전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구

- 유성 및 수성 도료 사용에 따른 VOCs 배출량 비교 분석

- 자동차 공업사 필요 지원방안 등 검토 및 대책 마련 연구

II. 연구의 필요성 및 목적

1절. 연구 필요성

1. 자동차 수리업 부문 VOCs 배출 현황

○ 자동차 수리업체 현황

자동차 정비업종이 36,000여개 업소로 높은 비율을 차지하고 있었으며, 이 중 부분 정비업소 수가 약 29,000여개 업소로 대다수를 차지하였다. 지역별로는 안산이 소재하고 있는 경기도에 자동차 정비 관련 업체가 가장 많이 운영되고 있어, 경기도에서의 자동차 수리업체에 대한 관리 대책이 필요할 것으로 판단된다.

○ 자동차 수리 도장 부문 VOCs 배출량 산정

자동차 수리 도장 부문 VOCs 배출량을 산정하기 위해서는 용도·성분별 도료 생산량, 친환경 페인트 생산량 자료가 필요하다. 또한 해당 자료를 관련 식에 적용 시에 도장시설에 설치된 방지 시설에 의한 방지효율도 고려해야 하며, 희석제 사용 자료와 도장시설 종사자 수, 업소 등록현황 등의 자료도 필요하다.

2015년 이후 함유기준을 만족하는 도료만 판매되고 있으나, 2021년도 CAPSS 산정 자료를 확인한 결과 수도권외의 경우 세부 분류별 배출계수로 적용하고 있었다. 더욱이 수도권을 제외한 지역에는 자동차 수리 부문 배출량 산정 시 도료의 배출계수가 512 g/L의 단일 적용되고 있어 CAPSS 배출량 산정에 대한 배출계수 및 적용 범위의 확대 및 검토가 필요한 실정이다. 특히 2022년 8월 1일부터는 상도-basecoat 도료를 기존의 유·수성 도료에서 수성도료로 전환하여 생산하고 있어 이에 대한 검토도 필요하다.

2절. 연구 목표

- 본 연구에서는 안산시에 소재하고 있는 자동차 보수용 도료 사업장에 대한 전수조사를 실시하여 유성 및 수성 도료별 사용량 및 사용 비율을 조사하고자 한다. 또한 이러한 조사를 바탕으로 VOCs 배출량을 분석하고, 자동차 도료 사업장에 대한 필요 필요 지원방안을 검토하고 대책을 마련하고자 한다.

Ⅲ. 연구의 내용 및 범위

1절. 연구 내용

1. 국외 선진 사례 문헌 조사

- 수성 도료로 시장이 안정화된 선진국(미국, 독일 등) 해외사례조사

2. 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사

- 안산 지역 자동차 공업소별 사용 도료(유성, 수성) 사용량 및 비율 조사

3. 수성 전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구

- 유성 및 수성 도료 사용에 따른 VOCs 배출량 비교 분석
- 자동차 공업사 필요 지원방안 등 검토 및 대책 마련 연구

2절. 연구 범위

1. 국외 선진 사례 문헌 조사

- 현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 자동차 도장공정에서의 배출되는 VOCs의 배출량에 대한 규정을 제정하여 제시하였다. 본 연구에서는 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로, 법령, 가이드라인, 지침 등을 조사하여 해외 국가들의 수성도료 관련 현황을 조사하였다.

2. 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사

- 자동차 수리 도장시설의 공정별 작업환경과 도료의 보관 및 조색실 운영 현황을 조사하였다.
- 한국페인트잉크협동조합의 자료를 이용하여 연도별 성분별 도료의 생산실적과 현장사용량을 비교 검토하였다.
- 안산시에 위치한 자동차 도장공정 사업장 전수조사를 위하여 대한민국 공공데이터 포털(www.data.go.kr)에서 안산시 자동차 도장 사업장을 조사하였다.

3. 수성 전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구

- 국내 자동차 도장에 사용되는 도료를 생산하는 업체들의 도료 MSDS를 조사하여 유성 및 수성 도료의 VOCs 함유량 및 배출량을 조사하였다.
- 기존 연구논문, 보고서 등 문헌을 조사하여, 유성 및 수성 소료 사용시 배출되는 VOCs의 배출량을 확인하여 수성도료 사용시 감소되는 VOCs의 배출량을 조사하였다.

IV. 연구결과

1절. 국내외 수성도료 관련 문헌조사

- 현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 자동차 도장공정에서의 배출되는 VOCs의 배출량에 대한 규정 현황을 조사하였다.
- 본 연구에서는 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로, 법령, 가이드라인, 지침 등을 조사하여 해외 국가들의 수성도료 사용 실태 파악하였다.
- 자동차 수리 도장 공정의 수성도료 관련 VOCs 저감정책에 대한 부분은 우리나라와 환경 관련 법규 및 정책이 유사한 일본의 현황을 중심으로 살펴보았다. 일본 이외의 국가 들에서 도료의 VOCs 함량 규제를 시작하여 자연스럽게 수성도료 전환으로 이루어진 상황으로 관련 자료가 미미하였다.
- 자동차 수리 도장시설에 대한 부분은 일본 사례를 통해 기존 환경관리지침의 개정, 팜플릿 등의 신규 제작 등의 정책적 제안을 하였다.

2절. 안산지역 자동차보수용 도장사업장 전수조사

- 안산시에 위치한 자동차 도장공정 사업장 전수조사를 위하여 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부를 통해 사전 협의 현장조사 수행하였다.
- 현장조사 및 설문조사를 통한 현황 분석 결과
 - 유성 및 수성도료 사용 현황(수성: 67%, 유성: 5%, 둘다 사용: 28%)
 - 수성도료 메이커, 월 도장횟수, 도장 관련 직원수 등
 - 수성도료 사용시 문제점 및 주의점, 교육의 필요성 등
 - 방지시설 현황(활성탄흡착탑: 90%, 습식(흡수에 의한시설): 10%)

3절. 수성도료 전환 지원 방안 등 대책

- 유성 및 수성 도료 사용에 따른 VOCs 배출량 비교결과, 수성도료가 사용되는 상도-베이스코트를 대상으로 중형 승용차(소나타) 본넷 1판을 도장할 때 유성도료와 수성도료의 VOCs 배출량 비교한 결과 유성도료는 426gVOC가 배출되었으나, 수성은 16gVOC가 배출되어 약 27배 많이 배출됨. 광화학적 오존 생성 기여도(POCP: Photochemical Ozone Creation Potential), 이차유기 에어로졸 형성 기여도(SOAP: Secondary Organic Aerosol

Potential)로 비교한 결과 유성도료는 POCP(6,070), SOAP(4,344)으로 수성도료는 POCP와 SOAP 모두 0으로, 수성도료의 경우 오존 및 미세먼지 발생에 기여한 물질이 없는 것으로 판단된다.)

- 수성도료 전환을 위한 전문 교육 커리큘럼 도출하여, 수성도료의 안착을 위한 도장 작업자의 수성도료에 대한 인식 전환 교육, 수성도료 도장기술의 기술적, 환경적, 안전 관련 2일차 전문교육(안) 개발하였다.

- 도장업체별 장기적으로 방치 보관중인 유성도료 수거 지원사업을 제안하였다.

- 현장조사 시 방치도료 처분에 대한 업체 요청, 보관 중 도료의 VOCs 누출 방지, 유성도료 신규 사용에 대한 차단 등이다. 도장업체별 장기적으로 방치 보관중인 유성도료 수거 지원사업을 제안한다.

- 수성도료 전환을 위한 도장장비 교체 지원사업 사업을 제안하였다.

- 수성도료 전환 필수이며 업체의 경제적 부담 해소를 위한, 수용성 도장 관련 설비 (스프레이건, 전자저울, 건조기, 세척기, 압축공기용 유분 및 수분 필터 등)

- 자동차보수 도장시설의 운영자 및 작업자 대상 VOCs 저감대책 및 수용성도료 전환의 필요성 설명용 팸플릿 작성 및 배포 제안하였다.

- 수성도료 전환에 따른 대기오염방지시설 개선 방향성 및 고려사항 등을 제안하였다.

- 수성도료 전환에 따른 활성탄 흡착탑 수분 유입에 따른 발생 문제점 도출 및 개선 방향성 제안하였다.

- 대부분 중소 영세사업장으로 방지시설 설치공간, 설치 및 유지관리 비용 등의 경제적 어려움, 수성도료 전환으로 인한 작업성 저하, 보급형 적정 방지기술의 부재에 따른 정부 주도 적정 방지기술 개발 보급 등이 필요한 상황이다.

- 수성도료의 안착을 위한 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 안산시, 경기도, 환경부(수도권대기환경청)의 자발적 협약 및 참여에 대한 MOU 체결 제안한다.

- 자동차 수리 도장시설은 VOCs 관리는 청정생산 기반의 환경 친화적 도료 사용과 배출허용기준 설정으로 방지시설의 효율적 관리가 필요한 대기오염 배출시설이다.
- 도심 인근에 위치하고 있고, 대부분 중소 영세사업장으로 방지시설 설치공간, 설치 및 유지관리 비용 등의 경제적 어려움, 수성도료 전환으로 인한 작업성 저하, 보급형 적정 방지기술의 부재한 상황이다.
- 수성 도료 전환에 따른 배출 특성의 변화, 기존 활성탄 흡착탑의 문제점을 보완할 수 있는 방지기술이 필요한 상황이다.
- 자동차 수리 도장부스의 수성도료 전환에 따른 대기오염물질 배출 특성을 파악하여, 현장에 적용한 가능한 설치 면적, 설치 및 운전 비용, 적정 방지효율 등이 고려된 정부 주도 보급형 적정 방지기술의 개발 필요하다.
- 수성도료 전환에 따른 자동차 수리 도장업체 들의 경제적 부담 완화, 작업성 확보, 방지기술 보급 등의 위해 정부에서는 지원금, 교육 프로그램, 적정 방지기술 개발에 대한 실행사업이 필요하다.

V. 연구결과의 활용계획

1. 기대성과

- 자동차 수리 및 도장시설의 유성 및 수성 공정별로 면제물질을 고려한 VOCs 배출량 및 배출 특성을 파악할 수 있어 소규모 업체들의 배출량 자료의 신뢰성을 높일 수 있다.
- 공정 규모별, 종류별 배출량 및 배출 특성 자료를 기준으로 각 사업장의 적정 방지시설 설계기준 자료로 활용할 수 있다.
- 생활주변 대기배출시설 관리 강화 등 대기환경 정책지원을 위한 소규모 사업장 대기오염 배출원 관리 제도를 활성화할 수 있다.

2. 활용계획

- 자동차 도료 사용실태 조사를 통한 연구논문 투고로 유사 연구 등에 대한 기초자료 제공할 수 있다.
- 생활주변에 있는 VOCs 대표 배출원인 자동차 수리공정의 대한 방지시설 설계 및 설치 기준 자료로 활용할 수 있으며, 유지 점검 관리기준 자료로 활용할 수 있다.
- 지원 방안 마련 및 대책 마련으로 인한 지역 선도 모델 발굴과 필요 지원 방안 로드맵 기초자료로 활용 등 관계기관(환경부, 안산시, 자동차 검사 정비조합 등) 정책 제공할 수 있다.
- 안산·시흥 스마트허브에 밀집되어 있는 중소 자동차 도장 공정에서 배출되는 휘발성유기화합물의 실태조사는 추 후 다른 업종으로의 연구를 확대 할 경우 기초자료로 사용될 수 있다.

목 차

제 1장 연구의 필요성 및 목적	1
1절. 연구 필요성	1
 제 2장 연구내용 및 방법	 13
1절. 연구범위 및 방법	13
2절. 연구추진체계	30
 제 3장 연구결과 및 고찰	 31
1절. 자동차보수용 도료의 종류 및 도장시설	31
2절. 국내외 사례 문헌조사	47
3절. 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사	58
4절. 수성전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구	69
 제 5장 결론 및 제언	 93
 참고문헌	 97

표 목 차

표 1] 국내 유기용제 사용 부문 VOCs 배출원 중·소 분류	2
[표 2] 대기오염배출시설 중 도장시설 배출시설 법적 기준	5
[표 3] 도장시설 관련 대기오염물질의 배출허용기준	6
[표 4] 자동차 보수용 도료 환경표지대상 인증 기준	6
[표 5] 자동차보수용 도료의 법적 VOCs 함유 기준 변화	7
[표 6] 도료 VOC 함유기준 관련 법령위반시 벌칙사항	12
[표 7] 도장 용도별 자동차 유성 도료의 종류 및 특징	14
[표 8] 도료 용도별 자동차 수성 도료의 종류 및 특징	15
[표 9] 자동차 정비소 분류 방법	16
[표 10] 안산시 1, 2종 자동차 정비업체 현황(73개소)	17
[표 11] 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부 회원사 현황(56개소)	19
[표 12] 자동차 보수용 유성 및 수성 도료 도색 작업성 비교	32
[표 13] 전처리용 도료 종류별 특징	33
[표 14] 하도 및 중도 도료의 종류별 특징	34
[표 15] 희석제 종류별 주요 성분	34
[표 16] 상도 도료 종류별 특징	35
[표 17] 보조 재료 종류별 특징	36
[표 18] 자동차수리 도장공정 주요 용어 설명	46
[표 19] 미국의 자동차 및 초경량 트럭의 표면 코팅의 VOCs 함유량	49
[표 20] 유럽의 자동차 도료제품의 VOCs 배출한계량 기준	51
[표 21] 일본의 VOC 배출허용기준 농도	57
[표 22] 자동차 정비업체 분류별 내용	61
[표 23] 자동차보수용 도료로 사용 중인 수성도료 제조사(판매사) 및 제품명	63

표 목 차

[표 24] 안산지역 자동차 수리 도장 업체별 수성 도장부스와 방지시설 현황	68
[표 25] MSDS를 이용한 워시프라이머 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정 71	
[표 26] MSDS를 이용한 프라이머/서페이서 공정 도료의 VOCs 함유량	72
[표 27] MSDS를 이용한 상도-베이스(유성) 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정	72
[표 28] MSDS를 이용한 상도-베이스(수성) 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정	73
[표 29] MSDS를 이용한 상도-탑 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정	73
[표 30] 유성 및 수성도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 비교	74
[표 31] VOCs에 대한 POCP 및 SOAP 기여도 평가표	75
[표 32] 수성도료 전환을 위한 교육 과정 운영방법 및 세부내용(안)	77
[표 33] 자동차 수리 도장 수성도료 전환 교육 커리큘럼(안)	77
[표 34] 방지시설 종류·시설 용량별 설치비 한도 및 보조금 지원액	87

그 림 목 차

[그림 1] 2021년 CAPSS 배출원 부문별 VOCs 배출량	1
[그림 2] 2021년 CAPSS 지역별 유기용제 사용 부문 VOCs 배출량	2
[그림 3] 2021년 CAPSS 유기용제 사용 부문 중분류 VOCs 배출량 비율	3
[그림 4] 2021년 지역별 도장시설 VOCs 배출량	3
[그림 5] 연도별 자동차 수리업 부문 VOCs 배출량 추이	4
[그림 6] 2021년 지역별 자동차 수리 VOCs 배출량	5
[그림 7] 환경부-자동차 도료 제조사 VOCs 저감을 위한 자발적 협약 보도자료	8
[그림 8] 자동차보수용 도료 유성도료 불법 유통 관련 보도자료	9
[그림 9] 자발적 협약 불이행하고 유성도료 공급 관련 보도자료	10
[그림 10] 자동차용 유성도료 VOCs 함유량 산정 개선 관련 보도자료	11
[그림 11] 안산시 자동차 도장공정 사업장 위치	18
[그림 12] 안산시 사동 자동차 도장시설 사업장 위치	18
[그림 13] 자동차 보수 정비업체 사업장 전수조사용 설문지	20
[그림 14] 자동차 보수 정비업체 사업장 전수조사용 현장 설문지(계소)	26
[그림 15] 자동차 보수용 유성 및 수성 도료 조성	31
[그림 16] 도료 보수용 도막 - Refinish	32
[그림 17] 자동차 수리 도장시설의 대기오염물질 배출 특성	37
[그림 18] 자동차 수리 도장시설의 일반적인 구조 및 형태	38
[그림 19] 자동차 수리 도장시설의 수용성 도료 건조공정 운전조건	38
[그림 20] 자동차보수용 도장부스의 형태 및 방지시설 구조	39
[그림 21] 자동차 수리 손상 부위 수리(외판 판금)의 기본공정도	40
[그림 22] 자동차보수 전체 도장공정 절차도	41
[그림 23] 자동차보수 도장공정 하도작업 기본 공정도	42

그 림 목 차

[그림 25] 자동차보수 도장공정 조색작업 기본 공정도	44
[그림 26] 자동차보수 도장공정 상도(유성도료) 기본 공정도	45
[그림 27] 자동차보수 도장공정 상도(수성도료) 기본 공정도	45
[그림 28] 일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)의 VOC 배출 억제와 관련된 자발적 대처 매뉴얼에 대한 설명 웹사이트	54
[그림 29] 일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)의 개정된 대기오염방지법(VOC 배출 억제)에 따른 자주적 대처 예시	55
[그림 30] 일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)의 자발적인 노력에 의한 VOC 감소 대책의 개념과 그 방법 예시	56
[그림 31] 사업장 현황 현장 조사 결과	58
[그림 32] 사업장 현장 조사 사진	59
[그림 33] 사업장 설문조사 결과 - 시설규모	60
[그림 34] 사업장 설문조사 결과 - 매출액	60
[그림 35] 사업장 설문조사 결과 - 업체별 운영기간	61
[그림 36] 사업장 설문조사 결과 - 도료사용 현황	62
[그림 37] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시기	62
[그림 38] 사업장 설문조사 결과 - 사용 수성도료 브랜드(중복)	63
[그림 39] 사업장 설문조사 결과 - 월 도장횟수(판)	64
[그림 40] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시 문제점(중복)	65
[그림 41] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시 주의점(중복)	65
[그림 42] 사업장 설문조사 결과 - 사용 안전용품(중복)	66
[그림 43] 사업장 설문지 조사결과 - 교육 필요 유무	66
[그림 44] 사업장 설문조사 결과 - 방지시설 종류	67
[그림 45] 도료 및 희석제의 구성	69

그 림 목 차

[그림 46] 자동차 수리도장 프로세스(상도 베이스-유성)	70
[그림 47] 자동차 수리도장 프로세스(상도 베이스-수성)	70
[그림 48] 자동차 수리 도장업체 방치 도로 수거 지원사업	78
[그림 49] 미세먼지 및 산불 예방 농업부산물 무상수거 지원사업	79
[그림 50] 수성도료 전환 및 사용시 필수 필요시설 및 장비 내역	80
[그림 51] 2023년 『자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업』 서울특별시 공고	81
[그림 52] 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업(서울특별시)의 평가항목 및 배점기준	82
[그림 53] 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업(서울특별시)의 보조금 지원 장비 및 지원단가	82
[그림 54] 자동차 수리 도장업체 방지시설 선정 고려사항	83
[그림 55] 자동차 수리 도장 방지시설 활성탄 흡착탑 최소 설계 조건	84
[그림 56] 활성탄 수분 유효 흡착량	85
[그림 57] 수성도료 사용에 따른 흡수에 의한 방지시설(세정 바이오) 설치 운영사례	85
[그림 58] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 저감 대책 설명용 팸플릿(예시)	88
[그림 59] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 저감 사례집(예시)	89
[그림 60] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 배출원 현황 및 관리 방향	90
[그림 61] 서울특별시 수성도료 사용 업무협약 관련 보도자료	91
[그림 62] 서울시 자동차보수용 도료 휘발성유기화합물 저감을 위한 다자간 업무협약식	92

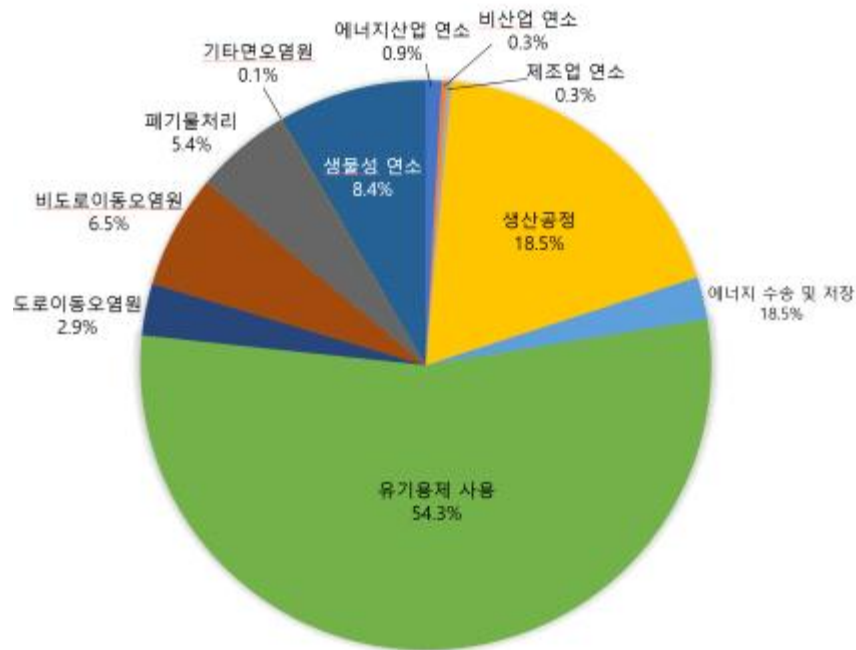
제 1장 연구의 필요성 및 목적

1절. 연구 필요성

1. 도심 내 자동차 보수용 도료 VOCs 배출량 및 배출시설 현황

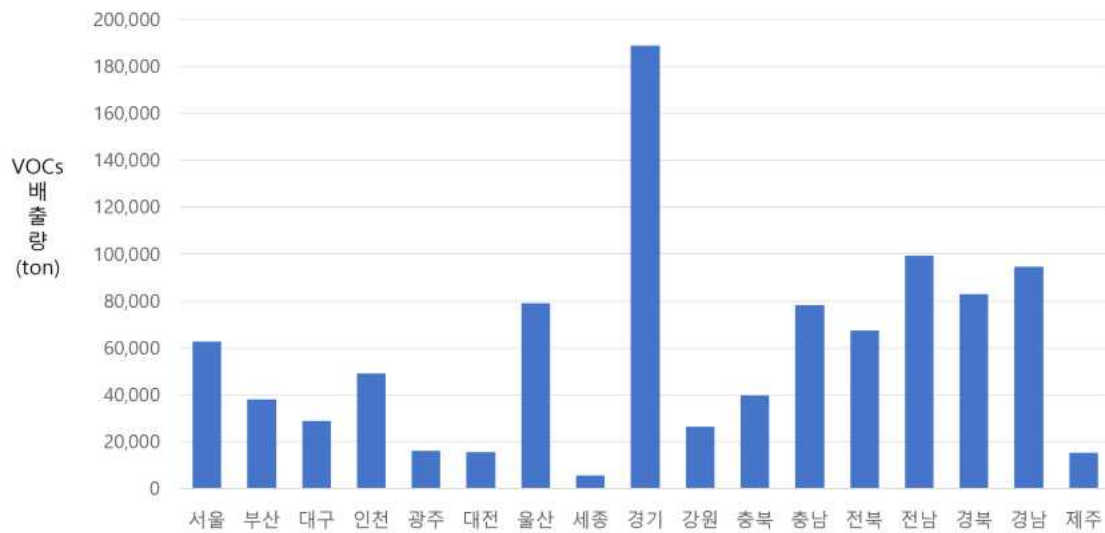
가. 국내 유기용제 사용 부문 VOCs 배출량 현황

우리나라의 대기오염물질 배출량은 대기오염물질 배출 목록에 근거한 대기정책지원시스템 (Clean Air Policy Support System, CAPSS)을 활용하여 추정하고 있다. [그림 1]의 2021년 CAPSS 자료에 따르면 유기용제 사용에 따른 배출량이 54.3%로 가장 많았으며, 생산공정, 생물성 연소 순으로 많았다.



[그림 1] 2021년 CAPSS 배출원 부문별 VOCs 배출량

[그림 2]는 VOCs 배출원 중 배출량이 제일 많은 유기용제 사용 부문의 지역별 배출량 현황을 나타내었다. 지역별 VOCs 배출량을 비교해 보면 경기, 전남, 경남 순으로 많았다. 경기도의 경우 2021년 VOCs 총배출량은 약 188,789 톤/년이었으며, 이는 전체 유기용제 사용 부문 VOCs 배출량의 19% 차지하고 있다.



[그림 2] 2021년 CAPSS 지역별 유기용제 사용 부문 VOCs 배출량

CAPSS 배출원 중분류의 유기용제 사용 부문은 도장시설, 세정시설, 세탁시설, 기타 유기용제 사용의 4개 중분류로 나뉘며, 각각 소분류로 다시 구분된다. [표 1]에는 유기용제 사용 부문에 대한 중분류 및 소분류 배출원 목록을 정리하였다. 이 중 도장시설은 자동차 제조 및 수리를 포함하여 9개의 소분류로 구분된다.

[표 2] 국내 유기용제 사용 부문 VOCs 배출원 중·소 분류

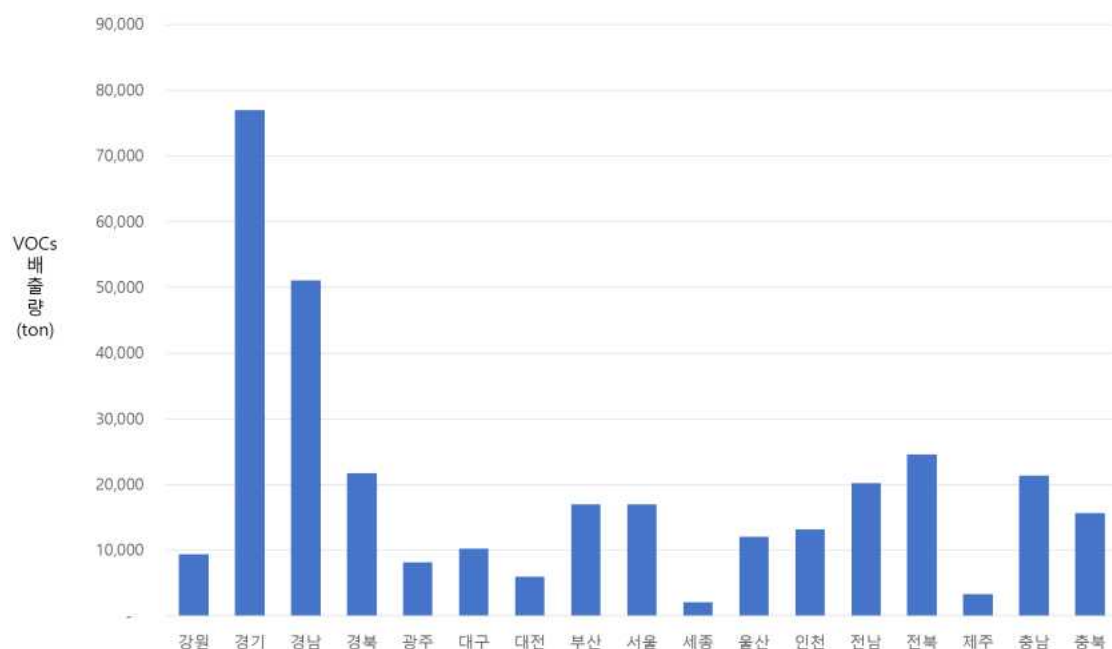
중분류(4)	소분류(15)	
도장시설	자동차 제조	
	자동차 수리	
도장시설	건축 및 건물	
	가정(나무, 가구제조제외)	
도장시설	코일코팅	
	선박제조	
도장시설	나무, 가구제조	
	기타 산업용 도장공정	
도장시설	기타 비 산업용 도장공정	
세정시설	금속 세정 공정	
세정시설	전자부품제조	
세정시설	기타산업용 세정공정	
세탁시설	세탁(드라이클리닝)	
기타 유기용제 사용	가정 및 상업용 유기용제 사용	
	아스팔트 도로포장	
기타 유기용제 사용	인쇄업	마스터인쇄
		오프셋인쇄
기타 유기용제 사용	인쇄업	스크린인쇄
		그라비아인쇄

[그림 3]에는 2021년 유기용제 사용 부문 중분류별 VOCs 배출량 현황을 나타내었다. 도장시설이 60.7%로 배출량 비중이 가장 높았고, 가정 및 상업용 유기용제, 인쇄업 등을 포함한 기타 유기용제 사용에 의한 VOCs 배출량 비중이 30.8%이었다. 도장시설과 기타 유기용제 사용에 의한 VOCs 배출량은 유기용제 사용 부문 전체 VOCs 배출량의 91.5%로 대부분의 VOCs가 이들 2가지 항목에서 배출되고 있다.



[그림 3] 2021년 CAPSS 유기용제 사용 부문 중분류 VOCs 배출량 비율

[그림 4]에는 앞서 설명한 중분류 VOCs 배출량이 가장 높은 도장시설에 대한 지역별 VOCs 배출량을 정리하였다. 경기도는 VOCs 배출량이 전체의 약 23.3% 수준인 약 76,979톤/년으로 가장 높게 나타났다.

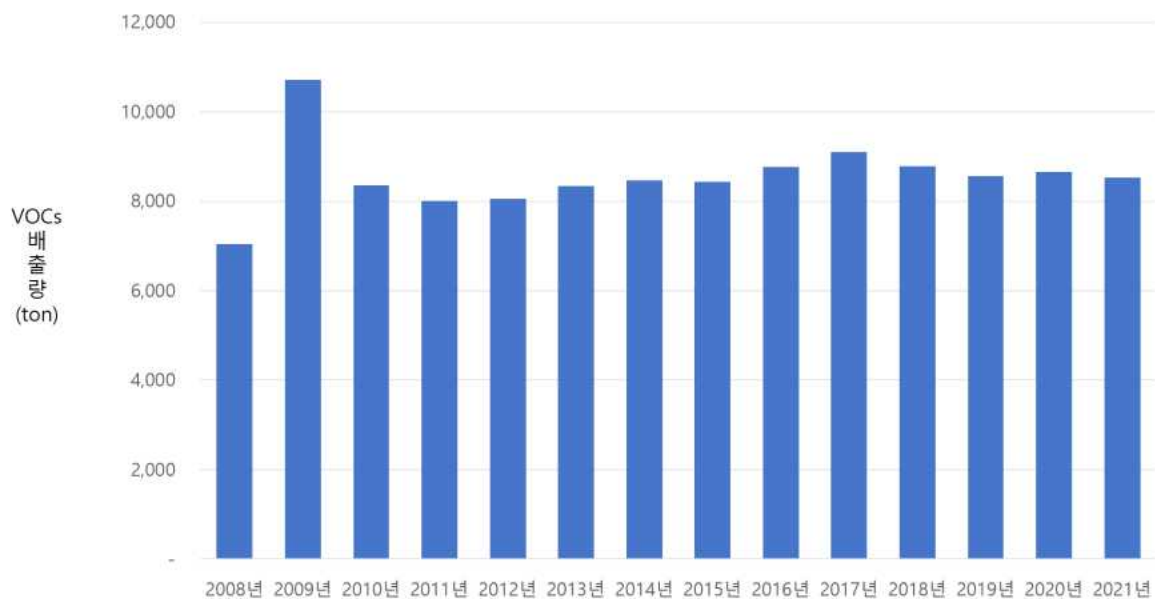


[그림 4] 2021년 지역별 도장시설 VOCs 배출량

나. 자동차 수리업 부문 VOCs 배출 현황

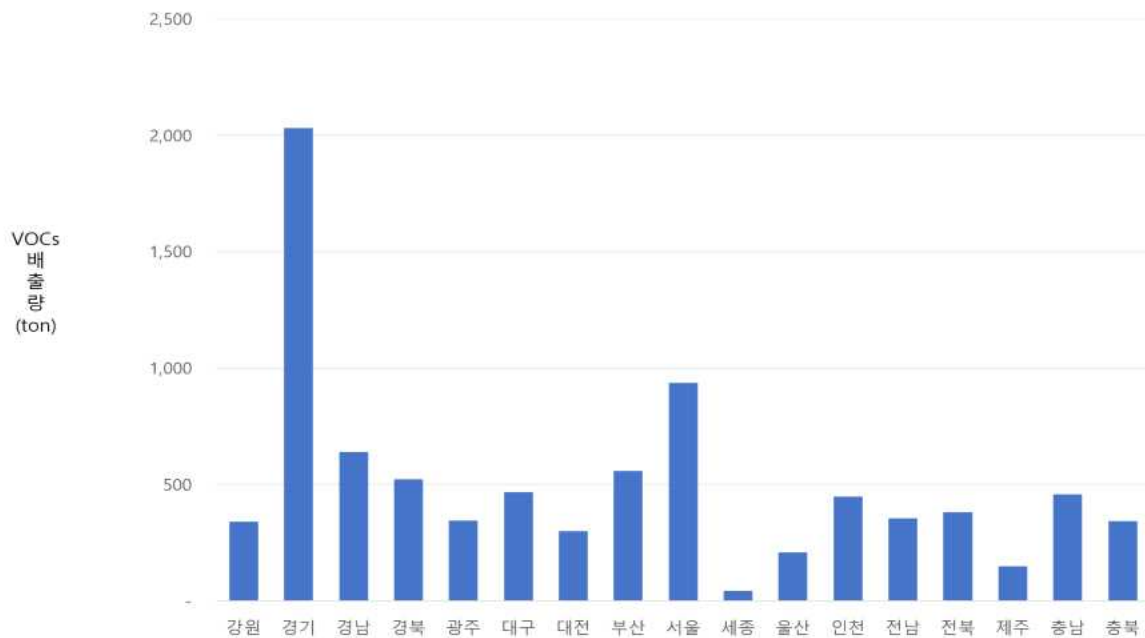
자동차 수리 도장 부문 VOCs 배출량을 산정하기 위해서는 용도·성분별 도료 생산량, 친환경 경페인트 생산량 자료가 필요하다. 또한 해당 자료를 관련 식에 적용 시에 도장시설에 설치된 방지시설에 의한 방지효율, 희석제 사용 자료와 도장시설 종사자 수, 업소 등록 현황 등의 자료를 활용하여 배출량을 산정한다.

2008년부터 2021년까지 연도별 전국 자동차 수리 부문 VOCs 배출량 추이를 아래 [그림 5]에 나타내었다. 2009년에 VOCs 배출량이 크게 증가한 것을 제외하면, 배출량이 완만하게 증가하는 추세를 보이고 있음을 알 수 있어, 자동차 수리업 부문의 VOCs를 관리할 필요가 있는 것으로 보인다.



[그림 5] 연도별 자동차 수리업 부문 VOCs 배출량 추이

[그림 6]은 지역별 자동차 수리 부문 VOCs 배출량 분포를 나타내었으며, VOCs 배출량은 경기도가 지자체 중 가장 많이 배출하고 서울, 경남, 부산 순으로 배출량을 보였다.



[그림 6] 2021년 지역별 자동차 수리 VOCs 배출량

2. 자동차 수리 도장시설의 VOCs 배출 관련 법규 및 인증제도

가. 자동차 수리 도장시설의 대기오염배출시설 관련 법률

자동차 수리 도장시설과 관련된 배출시설 기준 및 배출허용기준은 [표 2]와 [표 3]과 같다. 자동차 수리 도장시설의 규모가 용적이 대부분 5세제곱미터 이상으로 도장시설 배출시설 기준 대상이다. 배출허용기준은 자동차는 비연식 도장시설이므로 2020년 1월 1일부터 배출허용기준 110ppm 이하의 기준을 적용받는 시설이다.

[표 3] 대기오염배출시설 중 도장시설 배출시설 법적 기준

배출시설	대상 배출시설
도장시설	용적이 5세제곱미터 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 도장시설 (분무·분체·침지도장시설, 건조시설 포함)

<출처 : 대기환경보전법 시행규칙 [별표 3]>

[표 4] 도장시설 관련 대기오염물질의 배출허용기준

대기오염 물질	배출시설	배출허용기준 (2019.12.31.까지)	배출허용기준 (2020.01.01.부터)
탄화수소 (THC)	1) 연속식 도장시설(건조시설과 분무·분체·침지도장시설을 포함)	40 ppm 이하	40 ppm 이하
	2) 비연속식 도장시설(건조시설과 분무·분체·침지도장시설을 포함)	200 ppm 이하	110 ppm 이하
	3) 인쇄 및 각종 기록매체 제조(복제)시설	200 ppm 이하	110 ppm 이하
	4) 시멘트 제조시설 중 소성시설(예열시설을 포함하며, 폐기물을 연료로 사용하는 시설만 해당)	60(13) ppm 이하	60(13) ppm 이하
	5) 세정시설(탈지시설, 산·알칼리 처리시설, 화성처리시설을 포함한다), 건조시설, 저장시설(내부부상 지붕형 또는 외부부상 지붕형 저장시설은 제외한다)	-	200 ppm 이하

<출처 : 대기환경보전법 시행규칙 [별표 8]>

나. 환경표지 인증제도

환경표지 인증제도는 친환경 제품의 개발, 생산, 소비를 유도하는 제도로 인증제품에는 산업 제품뿐 아니라 접착제, 세정제, 방향제 등 일반 가정 및 상업시설에서 사용하는 저VOCs 함유 소비제품도 포함하고 있다. [표 4]에 자동차 보수용 도료 환경표지 제품 인증 기준을 정하고, 이를 만족하는 도료에는 환경부에서 발행하는 환경표지 제품 인증 마크를 부착하도록 하는 정책이다.

[표 5] 자동차 보수용 도료 환경표지대상 인증 기준

용 도 분 류		휘발성유기화합물 함유 기준(g/L)
가) 상도		420 이하
나) 프라이머	서페이서	540 이하
	메탈프라이머	540 이하
	워시프라이머	780 이하
다) 퍼티		250 이하
라) 특수기능도료		800 이하

<출처 : 환경표지대상제품 및 인증기준 개정고시, 환경부 (2020)>

3. 자동차보수용 수성도료 사용전환 관련 추진 경과

우리나라의 자동차보수용 도료의 법적 VOCs 함유량 기준은 [표 5]와 같이 2010년 개정 부터 2020년 1월 1일 시행되는 기준으로 변화해 왔다. 수성도료의 사용을 위한 함유기준의 개정은 2020년 시행된 상도-basecoat의 200g/L로 강화되면서 시작되었다.

[표 6] 자동차보수용 도료의 법적 VOCs 함유 기준 변화

용도 분류	휘발성유기화합물 함유기준(g/L)		
	2014. 12. 31까지 (2010년 개정)	2019. 12. 31 까지 (2015년 개정)	2020. 01. 01 부터 (2019년 7월 개정)
가) 워시프라이머	780 이하	780이하	660 이하
나) 프라이머/서페이서	580 이하	540 이하	420 이하
다) 상도-single	500 이하	450 이하	420 이하
라) 상도-basecoat	500 이하	450 이하	200 이하
마) 상도-topcoat	500 이하	450 이하	420 이하
바) 특수기능도료	840 이하	800 이하	680 이하
사) 기타	-	-	250 이하

<출처 : 대기환경보전법 시행규칙 [별표 16의 2]>

환경부는 2020년 함유기준 강화가 유성도료에서 수성도료로 전환이 이루어질 것으로 판단하였으나 현장에서는 여전히 유성도료의 사용이 감소하지 않아 [그림 7]과 같이 환경부-자동차도료 제조사 자동차 보수용 도료 수성 전환을 위한 자발적 협약(2022년 8월 5일)을 (주)KCC, (주)노루페인트, 강남제비스코(주), 조광페인트(주), 삼화페인트공업(주), 엑솔타코팅시스템즈, 유니온화학공업(주), (주)씨알엠, PPG 코리아, 한국페인트·잉크공업협동조합과 환경부가 도료 제조 및 수입사와 자동차보수용 도료(상도-basecoat)를 수성으로 전환하는 MOU 체결하였다.

보도 일시	2022. 8. 5.(금) 10:00 (금요일 석간)	배포 일시	2022. 8. 4.(목)
담당 부서	기후탄소정책실 대기관리과	책임자	과 장 장성현 (044-201-6900)
		담당자	사무관 서수영 (044-201-6914)

환경부, 여름철 오존 발생 저감을 위해 도료제조사와 맞손

- 자동차 보수용 도료의 수성도료 전환을 위한 자발적 협약 체결 -

□ 환경부(장관 한화진)는 국내 도료(페인트) 제조사와 8월 5일 오전 대한상공회의소(서울 중구 소재)에서 여름철 오존 발생 원인 중 하나인 휘발성유기화합물(VOCs)을 함유하고 있는 자동차 보수용 유성도료를 휘발성유기화합물(VOCs) 함량이 낮은 수성도료로 생산을 전환하기 위한 자발적 협약을 체결했다.

○ 협약에는 국내 자동차 보수용 도료 생산량을 90% 이상 차지하고 있는 9개 제조사와 한국페인트·잉크공업협동조합이 참여했으며, 협약에 따라 수성도료로 생산이 전환되는 도료는 자동차 수리 후에 최종적으로 도장하는데 사용되는 도료(상도*-Basecoat)이다.

* (주)KCC, (주)노루페인트, 강남제비스코(주), 조광페인트(주), 삼화페인트공업(주), 엑솔타코팅시스템즈, 유니온화학공업(주), (주)씨알엠, PPG코리아

** 색상 광택 부드러움과 외관 향상을 위해 최종적으로 도장되는 도료

□ 자동차 보수용 도료는 외부 충격 등으로 손상된 차량 부위에 판금 수리 시공을 한 뒤 그 위에 도장하는 도료로서, 자동차를 도장할 때 도료 안에 포함된 휘발성유기화합물(VOCs)이 휘발되어 여름철 고농도 오존* 발생에 기여할 우려가 있다.

* 오존은 대기오염물질인 휘발성유기화합물(VOCs)과 질소산화물(NOx)이 자외선과

[그림 7] 환경부-자동차 도료 제조사 VOCs 저감을 위한 자발적 협약 보도자료

환경부가 도료 제조 및 수입사와 자동차보수용 도료(상도-basecoat)를 수성으로 전환하는 MOU 체결 이후 협약에 참여했던 일부 업체가 유성 상도-베이스 코트의 도료 제조일자는 2022. 7월이었지만 용기(캔) 제조일자를 9 ~10월로 기재하는 등 제조일자를 속이고 유성제품 제조 및 판매하는 상황이 발생되었다. 이는 자동차 보수용 ‘상도-베이스코트 도료’ 중 유성 제품에는 고농도 오존발생 유발 위험이 큰 VOC가 함유되어 있으나, 유성제품의 건조시간이 수성 제품의 약 절반에 불과해 업체에서는 대기오염 위험성이 있는데도 같은 시간에 더 많은 차를 보수할 수 있는 유성페인트 선호하는 상황이다([그림 8]참조).

문화일보

김성훈 기자 tarant@munhwa.com

게재일자 : 2023.02.27

차 보수용은 수성페인트만 판다더니... ‘유성’ 제조일 속여 유통

작년 8월 대기오염물질 저감위해
유성도료 제조·수입 중단하기로
일부업체, 8월 이후에 만든 제품
제조일자 수개월씩 조작해 판매

정부와 페인트업체가 대기오염물질 저감을 위해 자동차 보수용 페인트를 수성(水性)으로 전환하는 협약을 맺은 지 6개월이 지났지만, 일부 업체가 페인트 제조 일자까지 협약일 이전으로 바꿔가며 유성(油性)제품을 버젓이 유통 중인 것으로 나타났다. 페인트업계에서는 환경보호 약속을 준수하려는 업체만 되레 불이익을 당하고 있다는 지적이 나온다.

27일 관련 업계에 따르면, 자동차 보수용 ‘상도(표면 맨 위층)-베이스코트(basecoat) 도료’ 중 유성 제품에는 고농도 오존 발생 유발 위험이 큰 휘발성유기화합물(VOCs)이 많이 함유돼 있다. 이 도료는 펄(반짝임), 메탈릭(은빛) 등 색상을 덧입히는 작업에 쓰이는 페인트다. 그런데 유성 제품의 건조시간이 수성 제품의 약 절반에 불과해, 공업사에서는 대기오염 위험성이 있는데도 같은 시간에 더 많은 차를 보수할 수 있는 유성 페인트를 선호하고 있다.

이에 정부는 지난 2019년 대기환경보전법 시행규칙을 고쳐 상도-베이스코트 도료의 VOCs 함유 기준(2021년 1월 1일 적용)을 l당 450g 이하에서 200g 이하로 강화한 데 이어, 2022년 8월 1일부터는 페인트 업체와 협약을 맺고 자동차 보수용 페인트를 수성제품으로 전환하기로 했다.

‘휘발성유기화합물 저감을 위한 자발적 협약서’에는 ‘페인트 제조기업은 2022년 8월 1일부터 유성수지, 유성조색제(펄, 메탈릭)의 제조, 수입 및 판매를 중단한다’고 명시돼 있다. 이에 맞춰 주요 페인트 업체들은 유성 베이스코트 도료를 단종하고, 공장 설비를 교체하며 정부 정책에 협조했다. 하지만 업계에 따르면 협약에 참여했던 일부 업체는 이를 어기고 여전히 유성 제품을 제조·판매하는 것으로 파악됐다. 업계 사정에 밝은 관계자는 “단순히 협약 미준수 차원을 넘어, 일부 업체들은 페인트 제조일자를 8월 1일 이전으로 ‘조작’한 정황까지 드러났다”고 말했다. 8월 1일 이전에 만든 유성 제품은 재고 소진 시까지 판매가 허용된다.

실제 A 대형 페인트업체가 조사한 결과, 일부 업체가 이달에 유통한 유성 상도-베이스코트 도료의 제조일자는 지난해 7월이었지만 용기(캔) 제조일자는 9~10월이었다. 업계 관계자는 “페인트는 늦어도 2~3일 안에 캔에 담아 밀폐해야 변질하지 않으므로, 제조 3개월 후에 캔에 넣었다는 것은 앞뒤가 맞지 않는다”며 “9~10월에 만든 유성 페인트를 제조 일자만 이전 날짜로 상표에 인쇄한 것 같다”고 의혹을 제기했다.

김성훈 기자 tarant@munhwa.com

Copyright © 문화일보. All Rights Reserved.

[그림 8] 자동차보수용 도료 유성도료 불법 유통 관련 보도자료

또한 환경부와 국내 페인트 제조사간 업무 협약 후 노루페인트 등 일부 업체가 유성도료를 보수용 도료로 공급. 유성도료 사용시 여름철 온도가 높을때 오존이 많이 발생하는 문제 발생
 환경부와 페인트 업계 등에 따르면 최근 노루페인트를 포함한 3개 업체가 유성 도료를 자동차 도장용 시장에 유통하였고, 자동차 보수용 도료는 외부 충격 등으로 손상된 차량 부위에 판금 시공을 한 뒤 그 위에 도장하는 도료로 국내에서는 휘발성유기화합물(VOCs) 함량이 높아 도장 후 자동차를 쉽게 건조할 수 있는 유성도료를 주로 사용하는 실정이다. 정부는 자율협약으로도 유성도료의 유통을 막지 못한 만큼 법개정을 통해 사각지대를 없애는 방안을 검토하고 있다 ([그림 9]).

“車엔 수성만 쓰자” 해놓고… 협약 깨진 페인트 업계

노루 등 3개사, 유성도료 유통… “현재 회수 중”
 업계 비판 커져… 협약 참여사 “공동성명 추진”
 환경부 “현재 처벌 권한 없어… 법 개정할 것”

최은정 기자

입력 2023.05.22 10:18

환경부가 지난해 국내 페인트 제조사와 업무협약을 맺고 자동차 보수용 도료(페인트)를 수성으로 전환하기로 했지만, **노루페인트(7,930원 ▼ 60 -0.75%)** 등 일부 업체가 유성 도료를 보수용 도료로 공급한 것으로 나타났다. 유성을 쓰면 여름철에 온도가 높을 때 오존이 많이 발생하는 문제가 있다.

22일 환경부와 페인트 업계 등에 따르면 최근 노루페인트를 포함한 3개 업체가 유성 도료를 자동차 도장용 시장에 유통한 것으로 나타났다. 노루페인트는 현재 유통된 유성 도료를 회수하고 있으며, 내부 감사를 통해 유통 경로를 확인하고 있다.



/연합뉴스

[그림 9] 자발적 협약 불이행하고 유성도료 공급 관련 보도자료

환경부-국립환경과학원 VOCs 배출량이 많은 유성도로 관리 강화를 위해 “도로 중 휘발성 유기화합물 함유량 산정방법, 용기 표시사항 등에 관한 고시” 개정해 국립환경과학원 누리집에 공개하고 2023년 6월 19일 시행하였다. 최근 특정 업체에서 대기유해물질 저감을 위한 환경부-업체 간 자발적 협약을 위반하고 사용량이 많은 자동차 보수용 유성도로(상도-basecoat)를 편법으로 제조해 판매한다는 의혹제기에 따라 개정하였다. 일부 도로 판매업체에서는 도로의 VOCs 기준을 200g/L로 맞춰야 하나 유성 및 수성에 대한 구분을 하지 않고 ‘면제물질’을 이용한 도로의 회색방법으로 기준을 준수하는 편법을 적용해 도로 판매하는 문제가 발생하였다. 이번 개정안은 자동차 보수용 도로 중 사용량이 많은 유성도로(상도-basecoat)를 대상으로 VOCs 함유량 기준 산정(200g/L)시 면제물질을 적용하지 않도록 명시하였다([그림 10]).

환경부

보도자료

*다시, 대한민국
새로운 중심에 있다*

보도시점 2023. 6. 18. (일) 12:00 (월요일 조간) **배포** 2023. 6. 16. (금)

자동차용 유성도로 관리 강화... 휘발성유기화합물 함유량 산정 개선

환경부 소속 국립환경과학원(원장 김동진)은 휘발성유기화합물(VOCs) 배출량이 많은 유성도로 관리를 강화하기 위해 ‘도로 중 휘발성유기화합물 함유량 산정방법, 용기 표시사항 등에 관한 고시’를 개정해 국립환경과학원 누리집(nier.go.kr)에 6월 19일 공개한다.

이번 고시 개정은 최근 특정 업체에서 대기유해물질 저감을 위한 환경부-업체 간 자발적 업무협약*을 위반하고 사용량이 많은 자동차 보수용 유성도로(상도-basecoat)를 편법으로 제조해 판매한다는 의혹이 제기됨에 따라 마련된 것이다.

* 휘발성유기화합물 저감을 위해 자동차 보수용 유성도로의 제조, 수입, 판매를 중단하기 위한 자발적 협약(환경부 및 9개 도로 제조사, '22.8.5)

일부 도로 판매업체에서는 도로의 휘발성유기화합물 함유 기준을 200g/L로 맞춰야 하나 유성 및 수성에 대한 구분을 하지 않고 ‘휘발성유기화합물 면제물질’(이하 면제물질)을 이용한 도로 회색방법으로 기준을 준수하는 편법을 적용해 도로를 판매하고 있는 실정이다.

* 4개 물질(①아세톤, ②디메틸카보네이트, ③t-부틸아세테이트, ④2-아미노-2-메틸-1-프로판올)을 지정, 도로와 회색제에 포함되어서 VOCs 할량 기준에 적용되지 않음

이에 이번 개정안은 자동차 보수용 도로 중 사용량이 많은 유성도로(상도-basecoat)를 대상으로 휘발성유기화합물 함유량 기준 산정(200g/L 이하) 시 면제물질을 적용하지 않도록 명시했다. 휘발성유기화합물 함유량 기준을 위반하면 ‘대기환경보전법’에 따라 1년 이하 또는 천만원 이하의 벌금에 처해진다.

개정된 고시는 국립환경과학원 누리집(nier.go.kr) 및 법제처 국가법령정보센터(law.go.kr)에서 누구나 확인할 수 있다.

유명수 국립환경과학원 기후대기연구부장은 “생활 주변에서 많이 쓰이는 도로 제품에 함유된 휘발성유기화합물을 철저하게 관리해 대기오염물질로부터 국민의 건강과 안전을 지키기 위해 최선을 다하겠다”라고 말했다.

[그림 10] 자동차용 유성도로 VOCs 함유량 산정 개선 관련 보도자료

왜 수성도료로 전환이 어렵나?

수성도료의 경우 물을 사용하는데 물은 유성도료에 대비하여 건조시간이 많이 소요되며 추가적인 건조설비가 필요하다. 유성도료에 비해 가격이 비싸며, 보관이 유성도료에 비해 길지 않고 환경적 조건에 민감하고, 시설보완(수성 도장부스), 컴프레셔, 전용 스프레이건 교환 등 시설 및 장비 투자 비용부담이 큰 상황이다. 작업이 어렵고, 유성에 비해 비용이 많이 들어가는 수성도료로 변경에 대한 고충 존재한다.

대기환경보전법 제44조의 2의 3항 및 4항에서 “휘발성유기화합물 함유기준을 초과하는 도료를 공급하거나 판매하는 경우에는 대통령령으로 정하는 바에 따라 그 도료의 공급·판매 중지를 명할 수 있다.” 도료를 사용하는 사업체의 경우 유성도료를 사용하여도 영업에 문제가 없다.

또한 대기환경보전법 벌칙 조항을 살펴보면 도료를 사용하는 사업체의 경우도 벌칙조항이 없어 법률 개정 검토 필요하다. 4

[표 7] 도료 VOC 함유기준 관련 법령위반시 벌칙사항

법령		위반사항	벌칙사항
대기 환경 보전법	제44조의2 제3~4항	●휘발성유기화합물 함유기준을 초과하는 도료 공급 및 판매	●도료의 공급 판매 중지 또는 회수 등의 조치명령
	제91조 제3의2~5호	●휘발성유기화합물 함유기준을 초과하는 도료 공급 및 판매 ●도료공급 판매 중지 또는 회수 등 조치명령 위반	●1년 이하의 징역 또는 1,000만원 이하의 벌금

제 2장 연구내용 및 방법

1절. 연구범위 및 방법

1. 국외 선진 사례 문헌조사

현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 자동차 도장공정에서의 배출되는 VOCs의 배출량에 대한 규정 및 정책을 분석하였다. 본 연구에서는 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로, 법령, 가이드라인, 지침 등을 조사하여 해외 국가들의 수성도료 사용 실태를 조사하였다.

자동차 수리 도장 공정의 수성도료 관련 VOCs 저감정책에 대한 부분은 우리나라와 환경 관련 법규 및 정책이 유사한 일본의 현황을 중심으로 살펴보았다. 일본 이외의 국가 들에서 도료의 VOCs 함량 규제를 시작하여 자연스럽게 수성도료 전환으로 이루어진 상황으로 관련 자료가 미미하였다.

2. 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사

가. 안산시 자동차 도장용 도료 종류(유성/수성) 및 VOCs 배출 특성 조사

본 연구에서는 국내 도료 생산 업체에서 판매하는 자동차 보수용 도료를 조사하고 용도별로 분류하였다. 먼저 각 업체별로 공식 홈페이지에 제공하고 있는 자동차 보수용 유성, 수성 도료를 조사하고 각 도료의 사용설명서 내용을 참고하여 프라이머/서페이서, 상도-basecoat, 상도-topcoat, 상도-single, 특수기능, 기타, 용제 등으로 구분하고자 한다.

업체별로 사용 설명서가 상세하게 제시되어 용도 구분이 가능한 도료들을 유성, 수성으로 나누고 각각의 [표 7], [표 8]로 정리하였다. 사용설명서 상에는 도료별로 적정 부재료(경화제, 희석제)의 종류와 각각의 혼합비율을 포함하여 주요 함유물질에 대한 정보, VOCs 함유량에 대하여 제시하고 있다. 최근의 도료 종류를 살펴보면 이전과 같이 각 도료에 대하여 경화제, 희석제를 투입하여 사용하는 도료도 있지만, 도료에 경화제만 투입하거나 도료 자체로 바로 도색 작업을 할 수 있는 1액형, 2액형 도료의 종류가 많아졌다. 또한 수성도료의 사용량이 증가함에 따라 유성과 수성 도색 작업 모두에 겸용해서 사용할 수 있는 basecoat도 생산되고 있다.

[표 8] 도장 용도별 자동차 유성 도료의 종류 및 특징

용도 구분	브랜드명	기능	주요재료	VOCs 함유량
프라이머/ 서페이서	코스테르 서페이서(FU2240)	트럭 및 버스용, 승용차	우레탄폴리에스터	
	코스테르 서페이서(FU2241)	트럭 및 버스 wet on wet	우레탄폴리에스터 , 아크릴수지	
	STARSEALER	보수용 - 실러		
	스피프라스페	자동차, 산업용 장비 보수용 - 서페이서	아크릴수지	
	스피후텍스	범퍼 및 플라스틱 소재 보수용		
	PP-100,120,300	플라스틱 소재 보수용		800 g/L 이하
	PP-700,900	유/수성베이스 겸용 플라스틱 소재 보수용		680 g/L 이하
	하이브리드 프라스페	유/수성베이스 겸용		540 g/L 이하
	프라스페 PS 시리즈	속건 프라스페	우레탄수지, 아크릴수지	540 g/L 이하
	스마트 프라스페	1액형 프라이머	아크릴수지	800 g/L 이하
	프라스페 P501,502,503	2액형 프라이머	아크릴 폴리올	540 g/L 이하
	플라스틱 프라이머	플라스틱 소재용		
상도- basecoat	STARBASE	필러 연마, 블랜딩 부위 연마		
	STARBUS, 스피롤탄 US,STARCOAT	2액형 도료	아크릴 우레탄	
	DIAMONT	자동차 보수용 투명 마감		
	하이큐 베이스코트, 뉴-매직아이	1액형 베이스코트		450 g/L 이하
	바디안 우레탄 상도	트럭, 버스, 특장차용		
	다이아베이스	1액형 유성 베이스코트		450 g/L 이하
상도- topcoat	코바크릴 탑코트	트럭, 버스용 상도도료	아크릴 수지	
	하이텍스 크리어	1액형 유성 베이스용 상도도료	아크릴 수지	
	STARBRILL	부분/전체 보수용	아크릴 폴리우레탄 수지	450 g/L 이하
	STARBRILL 410	범퍼 및 자동차 약세서리 전용 보수용		450 g/L 이하
	STARCLEAR	헤드램프 보수용	아크릴 폴리우레탄 수지	
	HC-5210, 5310, 5510, 5800	High solid 타입의 크리어코트		450 g/L 이하
	TC-1600, 2100, 2200, 4500, 9300	High solid 타입의 초속건형 크리어코트		450 g/L 이하
	레피탄코트	5:1 타입의 2액형	아크릴 폴리올	450 g/L 이하
	크리스탈코트	2:1 타입의 2액형 솔리드 전용	아크릴 폴리올	450 g/L 이하
	크리어 HS 시리즈	2액형 투명도료	아크릴 폴리올	450 g/L 이하
	PURE +, 투명해	자동차 부분, 정면 보수용 2액형 도료	아크릴 수지	
	BF 2001	2액형 도료	아크릴 폴리올	
기타	GLASFILL	특수목적 퍼티	유리섬유 충전재	
	MAXFILL	2액형 폴리에스테르 퍼티	폴리에스테르	
	하이큐 퍼티	2액형 폴리퍼티		
	B 331, 332, 333퍼티	아연강판 전용 마감용 퍼티	불포화 폴리에스테르 수지	300 g/L 이하
용제	희석제 DIW	유성도료 희석제		
	액티플래쉬	유성도료 속건형 용제		
	SC 850, 820, 880	유성도료 희석제 850(표준), 820(속건), 880(지건)	우레탄수지	
	브랜딩 신나 (DR-600)	부분 도장 보수 시 사용하는 첨가제		
	하이큐 유연성 첨가제 (FA-200)	내외장재 플라스틱 부품의 보수 도장 시 적용하는 첨가제		

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년>

[표 9] 도료 용도별 자동차 수성 도료의 종류 및 특징

용도 구분	브랜드명	기능	주요재료	VOCs 함유량
프라이머 / 서페이서	STARQUA	보수용 수성 서페이서	우레탄수지	
	PP-700,900	유/수성베이스 겸용 플라스틱 소재 보수용		680 g/L 이하
	하이브리드 프라서페	유/수성베이스 겸용		540 g/L 이하
상도- basecoat	위터큐 베이스코트	1액형 수성 베이스코트		450 g/L 이하
	슈퍼아쿠아	수용성 베이스코트		150 g/L 이하
	위터베이스	수용성 베이스용 상도도료		
상도- topcoat	코마크릴 톱코우트	1액형 수용성 베이스용 상도도료	아크릴수지	
	ONYX HD	수성 자동차 마감 도료		
용제	WR-10	수성 베이스코트 희석제	물, 에탄올	

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년>

자동차 수리 도장용 도료는 그 목적 및 성분에 따라 크게 에어로졸 타입 스프레이(잉크, 코팅제 등)와 도장할 때 잉크 및 페인트와 혼합하여 사용하는 용제, 희석제와 제거제가 있다. 용제, 희석제의 경우 VOCs 함유량이 높은 물질이며, 이에 따라 자동차 도장 시에 매우 높은 농도의 VOCs가 배출된다.

자동차 정비 도장시설의 VOC 배출량 산정은 원리적으로 각종 도료의 VOC 함량을 산정하고(희석제 혼합량 포함) 여기에 각각의 사용량(또는 생산량)을 합산하여 산정하여야 한다. 그러나 도료의 경우 도장 공정에 따라서 같은 공정이라도 도료의 종류에 따라서 또 제조회사에 따라서 용제함량이 매우 상이하므로 현실적으로 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 한국페인트·잉크협동조합의 자료를 이용하여 연도별 성분별 도료의 생산실적과 현장사용량을 비교 검토하였다.

나. 자동차 도장공정 사업장 전수조사

본 연구에서는 사업장 전수조사에 앞서 자동차 정비소 분류 방법 및 세부 정비내용을 확인하였다. 또한, 사업장에서 조사할 설문지 및 조사표를 사전에 완료하였다. 설문조사지에는 기업 일반사항, 수성도료 인식도 및 도료 사용 현황, 교육 관심도, 방지시설 현황 등에 대해 질문 항목을 작성하여 자세한 내용의 설문조사를 실시하였다.

(1) 자동차 정비소 분류 방법 및 세부 정비 내용

자동차 정비업체의 분류는 자동차 종합 정비업(1급), 소형 자동차 정비업(2급), 자동차 전문 정비업, 원동기 전문 정비업 등 4가지 분류로 구분된다.

본 연구에서는 이 중 자동차 종합 정비업(1급)과 소형 자동차 정비업(2급)체에 대한 전수조사를 실시 하였다. 자동차 정비업 분류를 [표 9]에 나타내었다.

[표 10] 자동차 정비소 분류 방법

분류명	기준	정비차량	정비내용
자동차 종합 정비업	편의상 1급 공업사 303평 이상	건설기계 제외한 모든 차량	정비, 부품교체, 점검, 수리, 판금, 도색, 엔진미션 수리, 자동차 검사소 운영
소형 자동차 정비업	편의상 2급 공업사 121평 이상	승용차, 소형 이하 승합차, 화물차	정비, 부품교체, 정비, 수리, 판금, 도색, 엔진 미션 수리
자동차 전문 정비업	편의상 3급 공업사 15평 이상	승용차, 소형 이하 승합차, 화물차	정비, 부품교체, 점검, 수리
원동기 전문 정비업	90평 이상	원동기	엔진의 재생정비 및 구조변경, 보링업체

(2) 안산시 자동차 보수 정비업체 사업장 현황

안산시에 위치한 자동차 도장공정 사업장 전수조사를 위하여 대한민국 공공데이터 포털 (www.data.go.kr)에서 안산시 자동차 도장 사업장을 조사하였다. 현재 공공데이터에 올라온 안산시 자동차 정비업체는 2022년 12월 16일 자료가 최신이었으며, 1, 2, 3종 모두 517개소, 1, 2종 자동차 정비업체는 73개소이었다. 이는 제안요청서에서 제시한 68곳보다 많았다. [표 10]에는 안산시 1, 2종 자동차 정비업체에 대해 나타내었다.

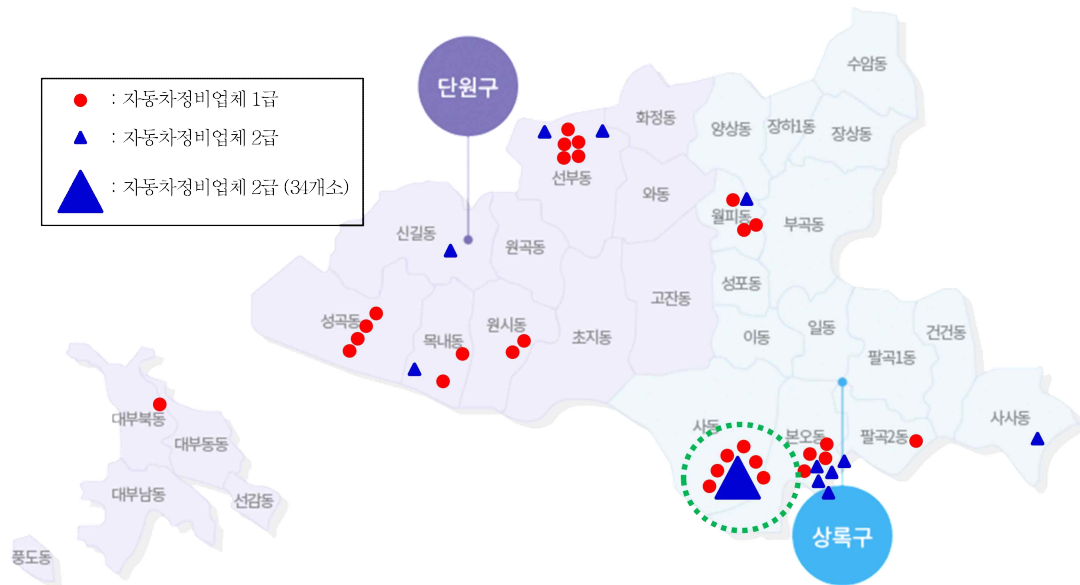
[표 11] 안산시 1, 2종 자동차 정비업체 현황(73개소)

순번	업체명	종	면적 (m ²)	순번	업체명	종	면적 (m ²)
1	(주)안산모터스	1	2,556	38	미래자동차정비	2	729.7
2	청원자동차정비 주식회사	1	3,025	39	럭키자동차공업사	2	806
3	(주)신대양모터스	1	3,774	40	협진교통(주)	2	854
4	(주)동양정비	1	2,724	41	군자자동차공업사	2	617.58
5	안산자동차공업사	1	2,885	42	(주)태웅정비	2	729
6	경동모터스	1	2,003	43	세림자동차	2	729
7	(주)단원자동차정비	1	1,097	44	장군자동차정비공업사	2	742
8	주식회사 신평자동차정비	1	7,518	45	경기자동차공업사	2	708.6
9	선부자동차정비(주)	1	1,015	46	제일카독크	2	637.6
10	(주)안산현대서비스	1	2,849	47	(주)사동현대서비스	2	654.26
11	세기자동차정비(주)	1	1,591	48	승보모터스	2	617.8
12	우리자동차정비(주)	1	1,750	49	유진모터스	2	604
13	(주)중앙카독크	1	1,013	50	대일자동차정비	2	621
14	(주)1급현대정비	1	1,477	51	TUNIST(튜니스트)	2	712.6
15	현대대명모터스	1	1,375	52	창성자동차공업사	2	1
16	(주)대부일심1급자동차	1	1,622	53	메카닉모터스	2	744.6
17	마이카모터스 주식회사	1	1,144	54	상원자동차정비(주)	2	774
18	(주)뉴오토팰리스	1	1,544	55	유로모터스	2	698.6
19	주식회사 서부중앙정비	1	1,057	56	현대모터스	2	720.2
20	쌍용자동차안산정비사업소(주)	1	2,076	57	캐스틀나인(CASTLE NINE)	2	476.05
21	상록한마음모터스(주)	1	1,435	58	서진모터스	2	726
22	오버존자동차1급정비	1	1,741	59	(주)대신카독크	2	856
23	공단자동차종합정비(주)	1	1,149	60	오토피아	2	592.92
24	비에스(BS)1급 자동차공업사	1	3,203	61	(주)반월카독크	2	463
25	동신자동차정비	1	1,971	62	(주)안산종합공업사	2	700.5
26	에스엠모터스(주)	1	1,552	63	현진모터스정비센터	2	566.57
27	(주)신평테크놀로지	1	18,303	64	주식회사 태양자동차정비	2	1
28	조이모터스	1	2,232	65	(주)에이치엠정비공업사	2	882.5
29	호성자동차정비 주식회사	2	1111.4	66	모터테크	2	743.7
30	삼양자동차정비공업사	2	743	67	상록운수(주)	2	660.9
31	(주)형제자동차정비	2	760	68	경원여객자동차(주)	2	6457
32	굿모닝공업사	2	625	69	경원여객자동차(주)	2	2142
33	(주)신종합정비	2	779.8	70	정석모터스	2	717.3
34	모비스자동차정비(주)	2	608.2	71	(주)신화카독크	2	883.88
35	명화모터스	2	656.8	72	(주)오성엔센스락	2	657.7
36	한국지엠안산서비스센터(주)	2	700	73	본오모터스	2	359.52
37	현대정비	2	1180.92				

(3) 안산시 자동차 보수 정비업체 사업장 위치

자동차 정비업체는 안산시에서 사동에 가장 많은 40개 업체가 위치하고 있었으며, 본오동, 선부동, 성곡동, 월피동의 순으로 위치하고 있었다. 사동에 위치한 정비업체는 주거지역 근처에

위치하고 있어, 자동차 도장공정에서 배출되는 오염물질이 인근 생활에 영향을 미칠 수 있음을 추측할 수 있었다. [그림 11]에는 안산시 자동차 도장공정 사업장 위치에 대해 나타내었으며, [그림 11]에는 상록구 사동의 자동차 도장공정 사업장 위치를 표시하였다.



<출처 : 안산시청 홈페이지 - 안산통계 법정동 위치도>

[그림 11] 안산시 자동차 도장공정 사업장 위치



[그림 12] 안산시 사동 자동차 도장시설 사업장 위치

(4) 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부 회원사 현황

본 연구에서 초기 연구 진행시 설문 조사에 대한 자동차 정비업체의 협조가 이루어지지 않

아 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부의 협조를 받아 설문조사를 수행하였다. 안산지부의 회원사는 [표 11] 같이 56개 업체이었으며, 우선적으로 회원사에 대한 설문조사를 진행하였다. 설문은 2인 1조의 방문으로 자세한 설문 현황 파악 및 서류를 조사하였다.

[표 12] 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부 회원사 현황(56개소)

순번	업체명	종	순번	업체명	종
1	(주)안산모터스	1	29	굿모닝공업사	2
2	동안산서비스기아오토큐(주)	1	30	(주)신종합정비	2
3	(주)동양정비	1	31	한국지엠안산씨비스센터(주)	2
4	안산사동서비스 기아오토큐	1	32	현대정비	2
5	경동모터스	1	33	군자자동차공업사	2
6	(주)신광자동차정비	1	34	(주)사동현대씨비스	2
7	선부자동차정비(주)	1	35	제일카독크	2
8	(주)안산현대서비스	1	36	(주)경기공업사	2
9	세기자동차정비(주)	1	37	거림모터스	2
10	우리자동차정비(주)	1	38	대일자동차정비	2
11	(주)중앙카독크	1	39	세림자동차정비	2
12	(주)1급현대정비	1	40	창성자동차정비	2
13	상록한마음모터스(주)	1	41	메카닉모터스	2
14	현대대명모터스	1	42	경동보링	2
15	마이카모터스주식회사	1	43	서진모터스	2
16	(주)뉴오토팰리스	1	44	현진모터스정비센터	2
17	(주)단원자동차정비	1	45	상원자동차정비(주)	2
18	주식회사 서부중앙정비	1	46	(주)반월카독크	2
19	오버존자동차1급정비	1	47	본오모터스	2
20	케이지모빌리티안산서비스 센터(주)	1	48	주식회사 태웅정비	2
21	공단자동차종합정비(주)	1	49	오토피아	2
22	동신자동차정비	1	50	(주)오성앤센스락	2
23	조이모터스	1	51	튜니스트	2
24	에스엠모터스(주)	1	52	(주)안산종합공업사	2
25	(주)신화카독크	2	53	모비스자동차정비(주)	2
26	호성자동차정비(주)	2	54	정석모터스	2
27	(주)형제자동차정비	2	55	보국자동차공업사	2
28	삼양자동차정비공업사	2	56	모터테크	2

다. 자동차 보수 정비업체 전수조사용 설문지 및 조사표

(1) 설문지

본 연구에서는 자동차 보수 정비업체의 전수조사를 위한 설문지를 작성하였다. 설문지에는 [그림 13]과 같이 사업장 일반현황, 수성도로 인식도 및 도로 사용현황, 교육 및 방지사설에 대한 설문조사를 실시하였으며, 설문지를 개발하였다.

「자동차 도장 도료 사용현황 조사」를 위한 설문

안녕하십니까?

귀 기관의 무궁한 발전을 기원합니다.

수도권대기환경청과 안산녹색환경지원센터는 환경개선과 보전을 위한 조사와 연구, 산업시설 오염물질 배출저감 기술지원, 기업과 지역주민을 위한 환경관련 교육과 홍보, 민·관·시·민·NGO가 참여하는 환경거버넌스 구축 등의 사업을 통해 환경 문제를 개선하기 위해 노력하고 있습니다. 본 사업은 수도권대기환경청 및 안산녹색환경지원센터의 지원을 받아 수행하는 사업으로 자동차 보수용 도료 수성 전환 안정화 연구를 수행하고 있습니다.

본 연구는 자동차 보수용 도료 사용시 작업자의 건강 및 자동차 도장 업체 주변의 주민들의 건강상 악영향(도페 직접 손상, 감각기관 자극 및 기능 약화 등) 증대를 우려하고 있으며, 유성 도료에 포함된 휘발성유기화합물(VOCs) 저감을 위해 업종별 특화된 대책 마련이 필요하다고 판단합니다. 또한, 2022년 8월에 도료 제조사 9개 업체에서 유성 도료에서 수성 도료로 전환하는 자발적인 협약을 환경부와 체결하여 수성 도료에 국민의 관심이 증대하고 있습니다. 본 설문은 안산시 자동차 보수용 도장업체의 도료 사용 현황을 파악하고, 수성 도료의 인식 현황을 조사하여 수성 도료 전환을 위한 필요 지원 방안 등의 대책을 마련하는데 기업의견 및 필요사항들을 파악하기 위한 설문입니다.

여러 가지로 다망하실 줄 아오나, 대기 환경 관리 및 발전의 일환으로 진행 중인 이번 설문조사에서 실질적인 대안이 마련될 수 있도록 적극적인 협조를 부탁드립니다.

이 설문지에 기재된 내용은 「통계법」 제13조에 의해 비밀이 철저히 보호되며, 조사 목적 이외에는 사용되지 않음을 약속드립니다.

2023년 7월



※ 조사 문의처 : 이아이씨티(주) 임수길 연구소장 E-mail : sooglim@gmail.com
전화 : 070 8241 9650 휴대폰 : 010-2643-9977

A. 기업 일반 사항

업 체 명					
주 소	경기도 안산시				
작 성 자		소 속		직 급	
전 화		팩 스			
홈페이지		이 메 일			

[그림 13] 자동차 보수 정비업체 사업장 전수조사용 설문지

B3-4. 사용한 수성도료의 브랜드는 무엇입니까(중복응답가능)? ()

- ① KCC ② 노루페인트 ③ 삼화페인트 ④ 조광페인트 ⑤ 제비스코
⑥ 엑솔타코리아 ⑦ 피피지코리아 ⑧ 유니온플러스(유니온화학)
⑨ 씨알엠 ⑩ 기타 ()

B3-5. 수성도료를 사용할 때, VOCs 배출량을 감소시키기 위해 어떤 노력을 하고 있
나요(중복응답가능)? ()

- ① VOCs 처리 방지시설을 사용한다
② VOCs 저감제를 추가로 사용한다
③ VOCs 저감을 위한 노력을 하지 않는다
④ 기타 의견 ()

<②③번 답변자만>

B3-6. 유성도료를 사용하는 경우 어떤 이유로 사용하시나요(중복응답가능)? ()

- ① 가격이 저렴하다 ② 사용하기 쉽다
③ 마감 품질이 우수하다 ④ 다른 이유가 있다면()

B3-7. 유성도료 사용시 발생하는 오염물질(VOCs)에 대해서 알고 있습니까? ()

- ① 예 ② 아니오

B3-8. 유성 도료를 사용하는 경우 앞으로 수성도료를 도입 할 계획이 있습니까? ()

- ① 예 ② 아니오
③ 아직 결정하지 않았다

B3-9. 수성 도료를 도입할 계획이 없는 경우 수성도료를 사용하지 않는 이유는 무엇
인가요? ()

- ① 마감 품질이 유성도료보다 떨어진다
② 사용하기 어렵다
③ 기존 유성도료와 비교하여 가격이 더 비싸다
④ 유성도료보다 처리 시간이 길다
⑤ 기타 의견 ()

<③번 답변자만>

B3-10. 둘 다 사용하는 경우 유성도료와 수성도료를 사용하는 비율은 어떻게 되나요?

(수성도료 %, 유성도료 %)

B4. 수성도료와 유성도료를 사용하는 경우 각각의 도료를 사용하는 특정 부위나 용도가
있나요? (예: 수성 도료는 바디에, 유성 도료는 휠다에 사용)

(수성도료 :)

(유성도료 :)

B5. 1달 평균 자동차 도장 작업의 횟수는 어느정도 입니까? (, 판)

① 10회 이하 ② 11~20회 ③ 21~30회 ④ 31~50회 ⑤ 51회 이상

B6. 수성도료 사용시 발생하는 문제점은 무엇이 있다고 생각하시나요(중복응답가능)? ()

- ① 마감 품질이 유성도료보다 떨어진다
- ② 사용하기 어렵다
- ③ 기존 유성도료와 비교하여 가격이 더 비싸다
- ④ 유성도료보다 처리 시간이 길다
- ⑤ 기타 의견 ()

B7. 수성도료를 사용할 때 주의할 점은 무엇이 있다고 생각하시나요(중복응답가능)? ()

- ① 도료의 보관 상태(온도, 습도 등)에 주의해야 한다
- ② 적절한 두께로 도포해야 한다
- ③ 건조시간이 오래걸려 작업시간이 늦어진다는 것을 인식해야 한다
- ④ 기타 의견 ()

B8. 자동차 도장시 마스크, 안전복 등의 안전용품을 사용하십니까? ()

- ① 예 ② 아니오

B8-1. 안전용품을 사용한다면 사용하는 안전용품은(중복응답가능)? ()

- ① 안전모 ② 안전화 ③ 안전복(방진복) ④ 안전장갑
- ⑤ 보안경 ⑥ 마스크 ⑦ 기타 ()

C. 교육 관심도

C1. 귀사에서는 수성도료를 사용하는데 있어 교육이 필요하다고 생각하시나요? ()

- ① 예 ② 아니오

<②번 답변자만>

C1-1. 수성도료 교육이 필요하지 않다고 생각하신다면, 그 이유는 무엇인가요?
()

C2. 귀하는 수성도로 교육을 받으신 적이 있으시나요? ()

- ① 예 ② 아니요

<①번 답변자만>

C2-1. 수성도료 교육을 어떤 경로로 받으셨나요? ()

- ① 도로 제조업체 ② 폴리텍 대학 ③ 인터넷
④ 지자체 ⑤ 기타 ()

C2-2. 수성도로 교육을 받은적이 있다면 그에 대한 **만족도**는 어떻게 되나요? ()

- ① 매우 만족함 ② 약간 만족함
③ 만족하지 않음 ④ 교육을 받은적이 없음

C2-3. 수성도료 교육이 만족스럽지 않으셨던 이유는 무엇인가요?

<②번 답변자만>

C2-4. 수성도로 교육을 받지 않았다면 교육을 받을 계획은 있나요? ()

- ① 예 ② 아니요

C3. 만약 교육이 필요하다고 생각하신다면, 어떤 부분에서 교육이 필요하다고 생각하시
나요(중복응답가능)? ()

- ① 수성도료의 특성 및 사용법에 대한 이해
- ② 수성도료 사용시 주의 사항 및 실습
- ③ 수성도료와 유성도료의 차이점에 대한 이해
- ④ 수성도료 사용으로 인한 안전 및 환경 관련
- ⑤ 기타 의견 ()

- ① 교육 동영상 및 인터넷 교육
- ② 전문가 초청 세미나 혹은 워크숍
- ③ 현장 실습 등 집체교육
- ④ 찾아오는 사업장 방문 교육
- ⑤ 브로셔나 설명서 제공
- ⑥ 기타 의견 ()

① 4시간 이하 ② 8시간(1일) ~ 16시간(2일)
③ 3일 이상 ④ 기타 ()

D1. 귀사는 자동차 보수용 도장 방지시설을 설치하십니까? ()

① 예 ② 아니오

① 설치해야 하는지 몰라서 ② 설치할 필요를 못 느껴서 ③ 설치 계획 중
④ 리모델링 등으로 가동 중단 ⑤ 기타 ()

① 활성탄(필터) ② 습식 ③ 기타 ()

(① 예) (② 아니오)

① 효과가 없어서 ② 필요를 못 느껴서 ③ 사용방법을 잊어서
④ 방지시설이 작동이 안돼서 ⑤ 기타 ()

(1) 예 (2) 아니오

(2) 조사표

자동차 보수 정비업체의 자세한 사항을 알기 위하여 [그림 14]와 같이 조사표를 개발하여 설문조사 시 조사하였다. 조사표에는 배출시설 및 방지시설에 대한 조사, 도장부스 및 사용 흡착제에 대한 내용, 주사용 도료 및 수성도료 장비 등에 대해 조사하였다. 조사시 대기배출시설 설치 신고 증명서 및 가장 최근의 자가측정기록부를 열람하여 필요사항을 조사하였다.

안산시 자동차 보수용 도장시설 조사표

사업장 현황	사업장 명	
	사업자등록번호	
	지 역	
	주 소	
	연락처	
	종 별	
	규모(급)	
	입업 조업시간	시간/ 일, 일/ 년

■ 배출시설 인허가증

		인허가 서류 사항	현장 조사 결과
배출시설	배출시설 명		
	배출시설 용량		
	연료 및 원료 사용량		
	일 작업 차량 대수(대)		
방지시설	방지시설 명		
	방지시설 용량(m^3/min)		
	배출구 내경(mm)		

■ 방지시설 현황 (제작업체: 연락처:)

방지시설 설치 비용(원) : 도장부스 신규설치 유무 :

흡착제 (활성탄)	흡착층 두께(mm)		
	흡착제 종류(ACF, 카본필터, 파쇄탄, 성형탄 등)		
	흡착제 충전량(kg)		
	교체 및 재생 주기(월 단위 표기)		
	흡착제 교체 비용(원)		
임자상 물질 제거 필터	필터 종류		
	필터 교체 주기(월 단위 표기)		

[그림 14] 자동차 보수 정비업체 사업장 전수조사용 현장 설문지(계소)

■ 주사용 도료

상도	브랜드	
	도료명	
	모델	
중도	브랜드	
	도료명	
	모델	
하도-Base	브랜드	
	도료명	
	모델	
하도-Top	브랜드	
	도료명	
	모델	

■ 수성도료 장비

수성 도장 부스			
컴프레서			
수성 스프레이건			
수성도료 보관시설			
건조기			

소규모사업장 대기오염 방지시설 설치 지원사업 여부(년도, 금액)	
기타 사항	

[그림 14] 자동차 보수 정비업체 사업장 전수조사용 현장 설문지 (계속)

3. 수성전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구

가. 유성 및 수성 도료의 VOCs 배출량 비교 분석

자동차 수리도장 공정에서 사용되는 도료는 각 작업 단계별로 하도, 상도 공정에 따라 매우 다양하며 그 종류 또한 공정별로 매우 다양하게 사용된다.

환경부 국립환경과학원에서 발간한 “2017 도료 중 VOCs 함량 분석 업무편람”은 우리나라 공급도료 내 VOC 함유기준의 단계적 설정 및 기준강화 및 도료 제조(수입)·판매자에 대한 의무 부과로 도료 중 VOC 기준 시험방법을 정립한 자료이다. 도료 VOC 함량분석 편람에서는 도료의 VOC 함량을 도료와 희석을 구분지어 VOC 분석을 진행하고 그 결과를 희석제의 최대 희석비를 고려하여 계산하고 있다. 도료에서 VOC 함량은 도료의 전체 무게 중 불휘발분, 수분, 면제 물질 등을 제외한 나머지 물질의 양을 말하고, 희석제는 일반적으로 고형분이 없으므로 희석제의 VOC 함량은 수분과 면제물질을 제외한 나머지 물질의 양을 말한다.

(1) MSDS를 이용한 VOCs 함유량 확인

국내 자동차 도장에 사용되는 도료를 생산하는 업체들의 도료 MSDS를 조사하여 유성 및 수성 도료의 VOCs 함유량 및 배출량을 조사하였다.. 도료 생산업체는 국내 생산의 약 90% 이상을 차지하고 있는 (주)KCC, (주)노루페인트, 강남제비스코(주), 조광페인트(주), 삼화페인트공업(주), 엑솔타코팅시스템즈, 유니온화학공업(주), (주)씨알엠, PPG 코리아 등 9개 업체를 중심으로 조사 하였다.

(2) 도장 공정별 사용되는 도료, 경화제, 희석제의 MSDS 기반의 함유량(기존 연구결과)를 이용한 VOCs 배출량 산정과 VOCs 물질별 POCP와 SOAP을 적용한 오존 및 미세먼지 기여도 분석

기존 연구논문, 보고서 등 문헌을 조사하여, 유성 및 수성 도료 사용시 배출되는 VOCs의 배출량을 확인하여 수성도료 사용시 감소되는 VOCs의 배출량을 조사하였다.

측정자료(기존 연구결과)를 이용한 VOCs 배출량 산정은 기존에 수행된 자동차 보수용 도장 시설에 대한 연구로 “도심 내 휘발성유기화합물 배출원 조사(Ⅲ) - 국립환경과학원 (2021)” 실험적 방법으로 측정한 VOCs 실질 함유량을 토대로 배출량을 산정하였다.

(3) 도장작업시 수성 및 유성 도료의 VOCs 배출량 산정

VOCs 배출량 산정은 본 연구팀이 기존에 수행한 자동차 보수용 도장시설에 대한 연구로 “도심 내 휘발성유기화합물 배출원 조사(Ⅲ) - 국립환경과학원 (2021)”에서 고려한 방법을 이용하여 [그림 13]와 같이 도장작업 공정 조건을 반영하여 도료 사용에 따른 부분도장 1판 작업시 발생하는 수용성 도료와 유용성 도료의 배출량을 [표 18]과 같이 산정하였다.

나. 자동차 도장업체 지원방안 및 대책 마련

(1) 기술적 정책적 지원 방안

도료 및 희석제 보관실은 도료 원재료 보관 및 조색 과정을 진행하는 장소이며, 대기 흡입 장치를 설치하여 도료 및 용제에서 배출되는 유증기를 방지시설로 유입시켜 처리하도록 해야 한다. 그러나 대부분의 중소 규모 도료 보관실은 흡기 설비를 구비하지 않고 설치, 운영되고 있는 실정이며 이에 따른 VOCs 비산 배출 관련 대책이 필요하다. 도장 전처리 공정에서 분리 (기존 도장을 벗겨내는 일), 퍼티 및 샌딩의 경우 대부분의 업체에서 도장부스 내부가 아닌 개방된 외부에서 시행하고 있으며, 전처리가 완료된 이후의 도장 과정만 밀폐된 부스 내에서 이루어진다. 도장부스처럼 밀폐되지 않은 외부 공간에서 작업하는 경우 전처리 과정에서 사용하는 프라이머 및 퍼티에 함유된 VOCs가 대기 중으로 비산 배출된다.

따라서 실제 현장 여건을 반영하여 비산 배출되는 VOCs를 줄이기 위한 대책이 필요하며, 작업공간을 엄격히 분리하기 위한 작업 공정별 비산 배출량 조사 등의 사전 조사가 요구된다.

본 연구에서는 전수조사 설문조사 및 현장 방문시 자동차 도장업체들에게 현실적인 지원방안 수립하고 전문가 자문을 통한 지원 방안 및 대책을 마련하였다.

(2) 수성도료 전환을 위한 현장 담당자 교육과정 운영

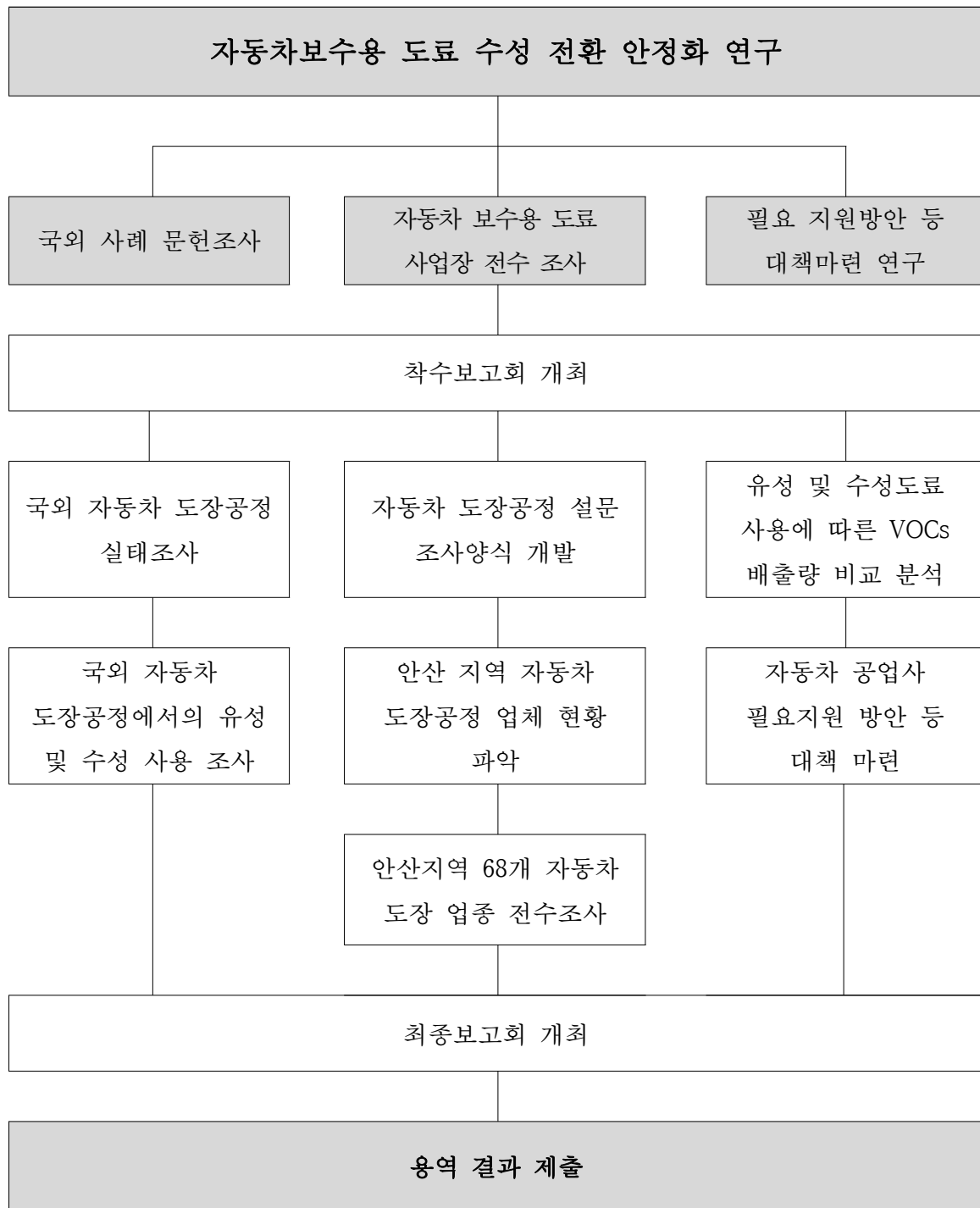
수성도료 사용은 유성도료보다 다루기가 더 어려우므로 유성도료에서 수성도료로 도료를 교체하는 경우 자동차 도장업체는 수성도료 사용에 대한 교육이 필요할 수 있다. 본 연구에서는 연구 기간동안 교육과정과 교육 커리큘럼에 대한 개발 및 내용을 제시하였다.

(3) 자동차 수리 도장업체 방지시설 개선

자동차 수리 도장설비의 방지시설의선정을 위해서는 오염물질의 배출특성을 확인하여야 한다. 자동차 수리 도장설비에서는 입자상 및 기체상 오염물질이 동시에 배출되며, 수성도료 사용으로 도료와 희석제에 포함된 수분을 배출하고, 상도-베이스코트 이외의 공정에서 배출되는 유성도료에 의한 VOCs 성분도 먼지와 함께, 간헐적 및 비정기적 배출 특성을 보인다.

이러한 자동차 수리 도장업체의 수성도료 사용에 따른 도장부스의 배출 특성을 검토하여 기술적으로 검토해야하는 부분 설계시 고려해야할 상황 기존 활성탄 흡착탑 적용에 대한 한계점, 최근 현장에 수성 도료용으로 보급되는 습식 방식시설의 기술적 특성 등을 종합적으로 검토하여 향후 방지시설의 개선에 대한 방향성을 제시하였다.

2절. 연구추진체계



제 3장 연구결과 및 고찰

1절. 자동차보수용 도료의 종류 및 도장시설

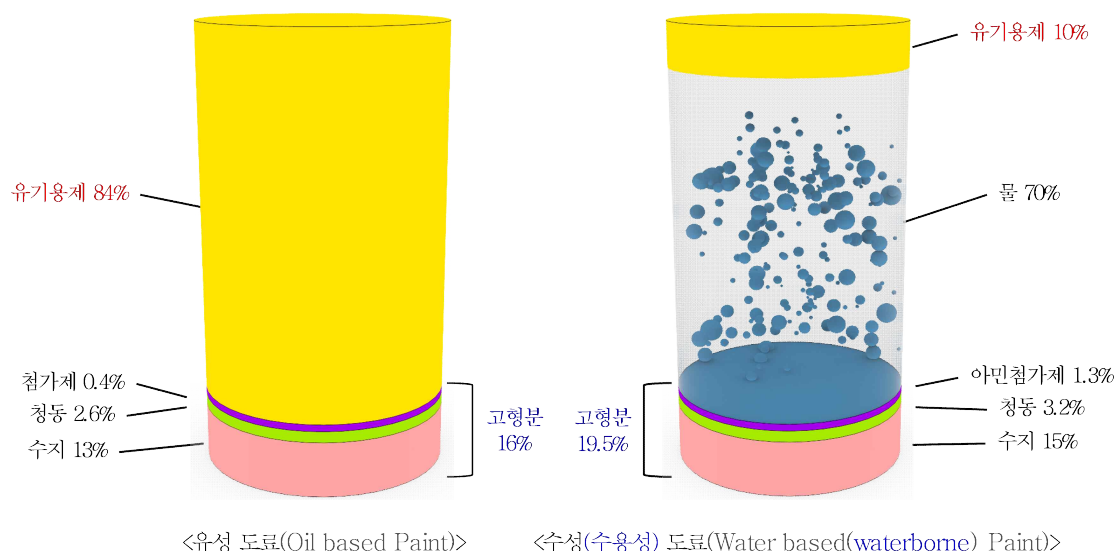
1. 자동차보수용 도료의 종류 및 용도

자동차 보수용 도료는 [그림 15]과 같이 유성도료와 수성도료로 나눌 수 있다. 유성도료는 유기용제가 84%이고 고형분이 16%이다. 수성도료는 유기용제가 10%미만이고 물이 70% 차지하며, 고형분을 19.5% 정도 함유하고 있다. 유성도료와 수성도료의 큰 차이는 물의 함유량이며, 수성도료의 경우 고형분이 많아 은폐력이 높다. [표 12]는 유성도료와 수성도료의 도색 작업성을 비교한 자료 이다.

자동차 보수용 도료는 차량 표면에 발생한 손상과 부식을 복구하고 자체의 외관을 원래 상태로 되찾기 위해 사용되는 도료이다. 자동차 보수용 도료는 용도에 따라서 워시프라이머, 퍼티와 같은 전처리용, 하도 및 중도, 상도로 구분이 된다.

이러한 도료들은 용도에 따라서 점도 등을 조정하기 위해 일정 비율에 맞게 희석제를 혼합해서 사용하며, 각 도료 업체들에서 제품에 맞는 추천 희석 비율을 제공한다.

그 외에도 공정, 소재에 따라서 박리제, 경화촉진제와 같은 보조 재료가 쓰이는 경우도 있으며, 이러한 보조 재료도 희석제와 마찬가지로 각 도료 제조업체에서 투입 비율 및 적용 가능 범위에 대한 정보를 제공하고 있다. 도료의 종류와 용도는 <표 13>부터 <표 17>에 나타내었다.



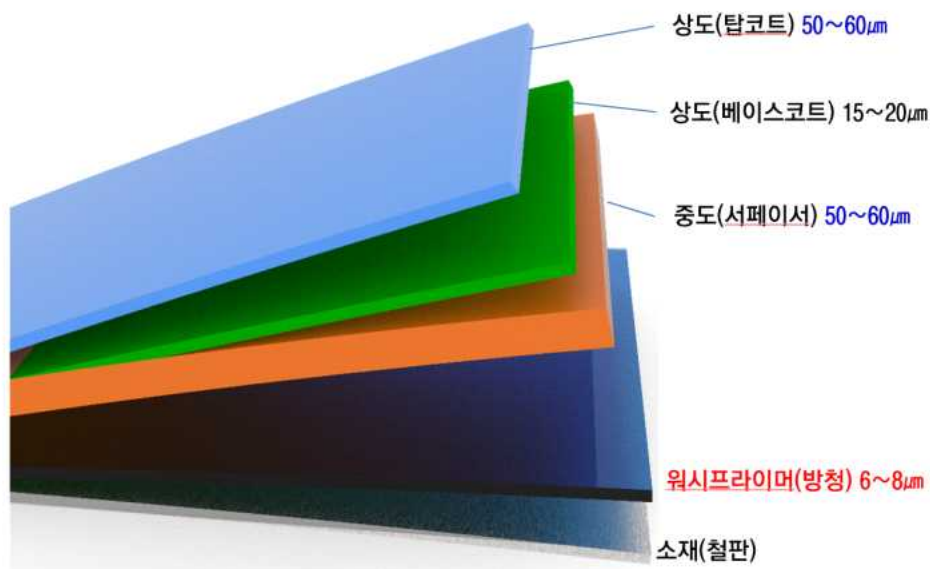
[그림 15] 자동차 보수용 유성 및 수성 도료 조성

<출처 : 자동차 수용성 도장(골든벨, 김재훈), 2018년>

[표 13] 자동차 보수용 유성 및 수성 도료 도색 작업성 비교

항목	유성도료	수성도료
스프레이건 노출	1.4 mm 정도	1.2 mm 정도
은폐력	좋음	매우 좋음 (안료의 크기가 작음)
희석제	유기용제	증류수
건조	빠름 (온도에 민감)	느림 (습도 및 온도조건에 민감하고 증발잠열이 커서 건조가 늦음)
색상	차이가 비교적 적음	도장 방법에 따라 색상의 차이
세척	시너 세척	정수 세척 (수성 세척기)
색상 얼룩	자주 발생	잘 발생하지 않음
저장성	상온 조건 보관	동절기에 동결 가능성 있음
가격	낮음	높음

<출처 : 자동차 수용성 도장(골든벨, 김재훈), 2018년>



[그림 16] 도료 보수용 도막 - Refinish

<출처 : 자동차 수용성 도장(골든벨, 김재훈), 2018년>

[표 14] 전처리용 도료 종류별 특징

하도 도료 종류	특징
워시프라이머	- 비닐부티랄 수지, 징크크로메이트(방청안료)와 첨가제(인산)를 사용한 2액형 도료로 철판을 부식(신차의 전처리와 동일한 방법)시켜 부착력을 우수하게 한다. - 최근에는 친환경 도료로 중금속이 없는 1액형 에칭프라이머가 개발되어 있다. - 구도막에 도포되거나 후막(10μm 이상) 도장하면 부착력이 저하된다.
에폭시 프라이머	2액형 도료로 에폭시 수지와 아민 경화제를 사용 하는 제품 - 건조는 느리지만 부착력, 방청력, 내화학적 물성이 우수하다
PP 프라이머	- 클로리네이트 폴리올레핀계 수지를 주성분으로 한 1액형 도료 - 폴리프로필렌(PP) 소재에 부착력 향상을 위해 도장하는 프라이머 - 추천 건조도막두께 : 3~15μm으로 제품마다 차이가 있으므로 회사별 기술자료 (TDS)를 확인해야 한다.
폴리에스테르계 퍼티	- 불포화 폴리에스테르 수지와 유기 괴산화물을 경화제로 한 2액형 페이스트 상의 도료 - 판금용 (판금 퍼티/아연 퍼티) → 30mm까지 도포 가능 - 일반용(포리솔 퍼티 → 2mm 이하)
에폭시 퍼티	- 에폭시 수지와 아민계 물질을 경화제로 한 2액형 도료 - 방청력, 각종 금속에 부착력이 우수하며 용접 부위에도 적합하다. - 건조성, 연마성 불량-추천 건조도막 두께 2~5mm
락카 퍼티	- 초화면과 알키드 수지를 주성분으로 한 1액형 락카계 페이스트상의 도료 - 추천 건조도막 두께 0.2mm 이하로 주로 프라이머 서페이서 도장 후 작은 기포연마자국 등 제거에 사용하며, 부품을, 부착불량, 균열 등이 발생할 수 있으므로 가장한 적게 사용해야 한다.

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년>

[표 15] 하도 및 중도 도료의 종류별 특징

중도 도료 종류	특징
아크릴락카계 프라이머 서페이서	1액형 도료로 주성분이 초화면(NC), 아크릴, 알키드 수지이며, 스프레이 작업성, 연마성, 건조성(20℃, 1시간)이 우수
우레탄계 프라이머 서페이서	2액형 도료로 폴리에스테르, 아크릴 수지, 폴리에소시아네이트(경화제)가 주성분이며, 내용제성, 눈매꿈성 우수하다. - 일반용, 도막외관이 우수한 샌딩프리, 칼라빌드, 수용성 등이 있다.
알키드계 프라이머 서페이서	1액형 도료로 산화중합형 알키드 수지가 주성분으로 건조가 느리고, 내용제성이 약하다. - 알키드에나멜 서페이서(대형 구조물 CV차량 등)

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(III)(국립환경과학원), 2021년>

[표 16] 희석제 종류별 주요 성분

희석제 종류	주요 성분
락카용	톨루엔, 에틸아세테이트, 이소프로필알코올, 메틸에틸케톤, 부틸-β-하이드록시에틸에테르 등
아크릴우레탄용	자일렌, 톨루엔, 에틸아세테이트, 2-에톡시에틸 아세테이트, 부틸아세테이트 등
열경화아크릴용	자일렌, 톨루엔, 에틸아세테이트, 부틸알코올, 부틸-β-하이드록시에틸에테르, 2-에톡시에탄올 등
에코신나 (green solvent)	- 친환경도료 적용 이후 자일렌, 톨루엔 사용이 금지된 이후 적용 - 다이메틸카보네이트, 부틸아세테이트, 자일렌, 솔벤트 나프타 등
수용성	물, 이소프로필알코올 등

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(III)(국립환경과학원), 2021년>

[표 17] 상도 도료 종류별 특징

상도 도료 종류	특징
NC변성 아크릴락카	1액형으로 하이솔리드화(아크릴 락카계)한 도료로 트럭, 상용차, 버스, 기차, 중고차 등에 적용되었으나 우레탄 도료의 사용으로 감소하고 있다. - 도막 성능 향상을 위해 우레탄 경화제를 사용하여 2액형 아크릴 락카로 사용하지만 재 도장 시 주름 발생 등의 불만으로 사용이 거의 없다.
폴리에스테 변성CAB계 (1액우레탄)	1액형 폴리에스테르, CAB, 멜라민 수지계 도료(베이스코트) - 투명성이 우수하여 메탈릭, 펄 색상의 전용 도료 - 용도 : 내후성 우수하여 신차, 중고차, 모든 차량에 사용하며 필히 투명도를 도장하여 광내기 작업을 해야 한다.
수용성계	- 수용성 에멀전, AUD, PUD계로 친환경 제품 - 지질오염 방지를 위한 폐수처리설비, 온·습도 조절 설비 필요 - 색도료로 칼라 매칭성, 광택, 도막외관 우수, 가격상승과 작업성 부족
속건아크릴 우레탄	2액형, 주성분은 아크릴 수지, 폴리이소시아네이트(경화제) - 초기 건조가 빠름, 신차 보수, 도장 관련 설비 불충분한 곳에서 사용 → 전체 도장시 오렌지 필, 광택 부족 발생이 쉽다. - 초속건형(10:1), 속건형(5:1)로 솔리드, 메탈릭 겸용이다.
우레탄계	2액형, 아크릴 수지와 폴리이소시아네이트(경화제)가 주성분 - 건조가 늦으므로 부스 및 건조 설비가 필요하다. - 부분, 전체 보수도장용으로 솔리드 색상의 최고급형인 친환경 제품(주제: 경화제=2:1, 고급형(3:1), 하이솔리드화 투명류가 있다. - 친환경 수용성 투명 - 육지감, 살오름성, 초고광택 우수

<출처 : 자동차 정비 도장시설 VOC 적정관리방안 연구 및 환경관리지침 개발 최종보고서 (2004)>

[표 18] 보조 재료 종류별 특징

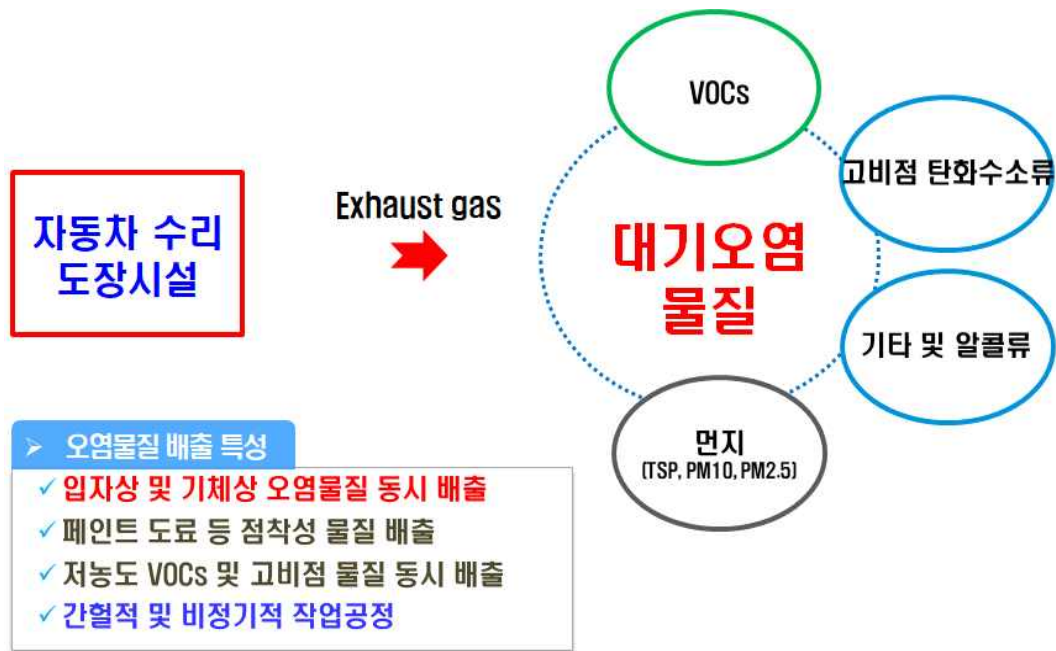
보조 재료 종류	특징
도막 박리제	- 염소화 탄화수소가 주성분으로 산, 알카리, 파라핀 함유 - 박리 후 수세처리 → 탈지 → 하도 도장 - 용기 내 상태 : 액상과 젤리상 두 가지이며, 강산으로 피부에 화상 등 위험하므로 사용 시 주의해야 한다.
탈지제	공정마다 탈지 시 꼭 필요한 제품 : 탈지제(실리콘오프)로 적당한 용해력과 증발속도로 설계된 제품으로서 자동차 보수도장 공정별과 소재 탈지 시 필수품이며 플라스틱 소재에는 대전 방지 효과도 있다.
콤파운드	- 연마, 광내기 작업의 필수품으로 실리콘이 함유된 것은 사용하지 말 것(크레터링의 원인이 됨) 1000, 2000, 3000번 등 용도별로 구분하여 사용해야 한다.
경화촉진제	우레탄 도료에 소량(도료 100Gr.에 0.01~1.0Gr) 첨가해서 도막의 경화건조 시간을 단축시키는 주석 화합물로 우레탄 도료의 특성에 따라 차이가 있으므로 사전 시험 또는 페인트회사의 기술자료(TDS)를 참조하여 사용해야 한다.
도마유연제	고무성분의 톤모노머를 주성분으로 한 유연제로 도료에 5~15% 사용한다. 우레탄 도료의 경우는 첨가한 양에 비례해서 50~100% 경화제를 추가해야 정상적인 도막을 얻을 수 있다.

<출처 : 자동차 정비 도장시설 VOC 적정관리방안 연구 및 환경관리지침 개발 최종보고서 (2004)>

2. 자동차 수리 도장시설의 대기오염물질 배출 특성 및 도장시설 구조

가. 자동차 수리 도장시설의 대기오염물질 배출 특성

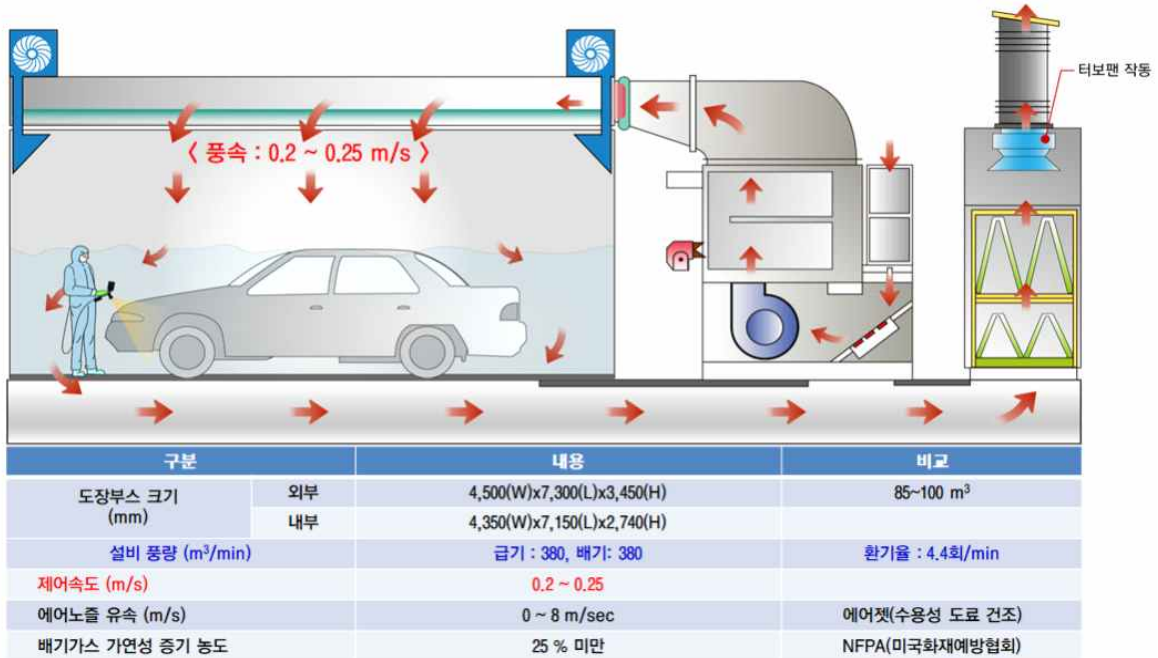
자동차 수리 도장시설에서는 [그림 17]과 같이 입자상 및 기체상 오염물질이 동시에 배출된다. 가스상 물질은 VOCs 및 고비점 물질이 동시에 배출되며 일부 알콜류도 배출되는 특성을 보이고 있다. 특히, 자동차 수리 도장시설의 경우 연속적 제거가 아닌 비정기적이며 간헐적 작업공정의 특성이 있다.



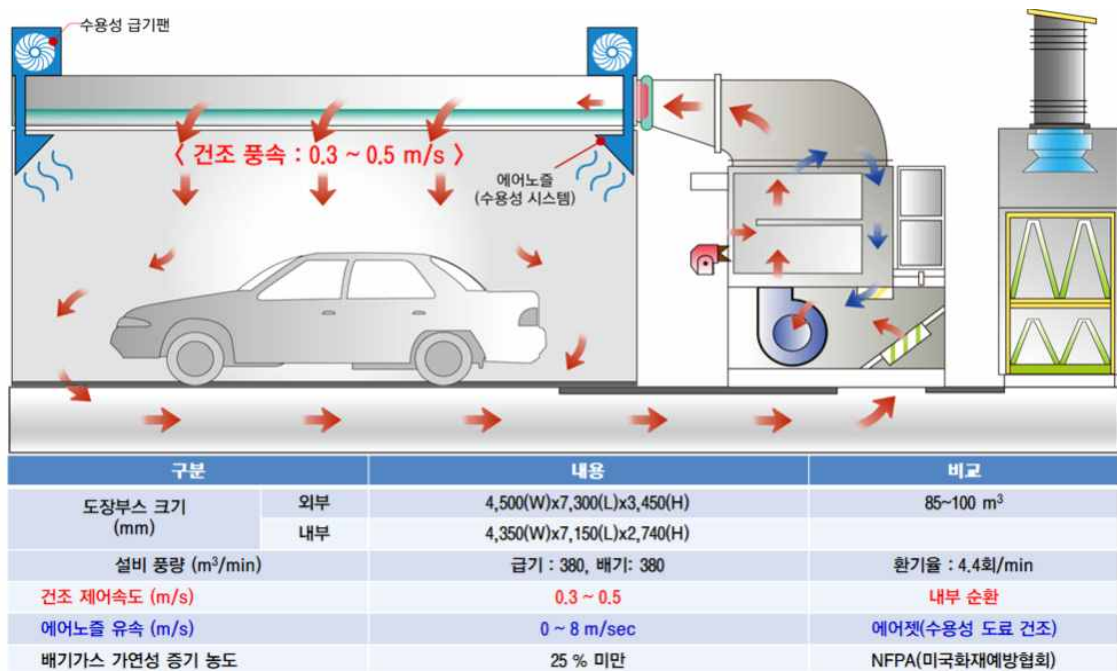
[그림 17] 자동차 수리 도장시설의 대기오염물질 배출 특성

나. 자동차 수리 도장시설(방지시설)의 구조 및 형태

자동차 수리 도장시설의 일반적인 구조를 [그림 18]에 나타내었으며, 자동차 수리 도장시설의 수성 도료 건조공정에 대해 [그림 19]에 나타내었다. 일반적인 공정보다 수성 도료의 건조공정의 풍속이 약 2배 이상 높게 작동하며, 수성 도료 건조공정의 경우 수용성 급기팬이 작동하게 되어 있다. 또한 전용의 에어노즐을 통하여 건조시키는 특징이 있다.

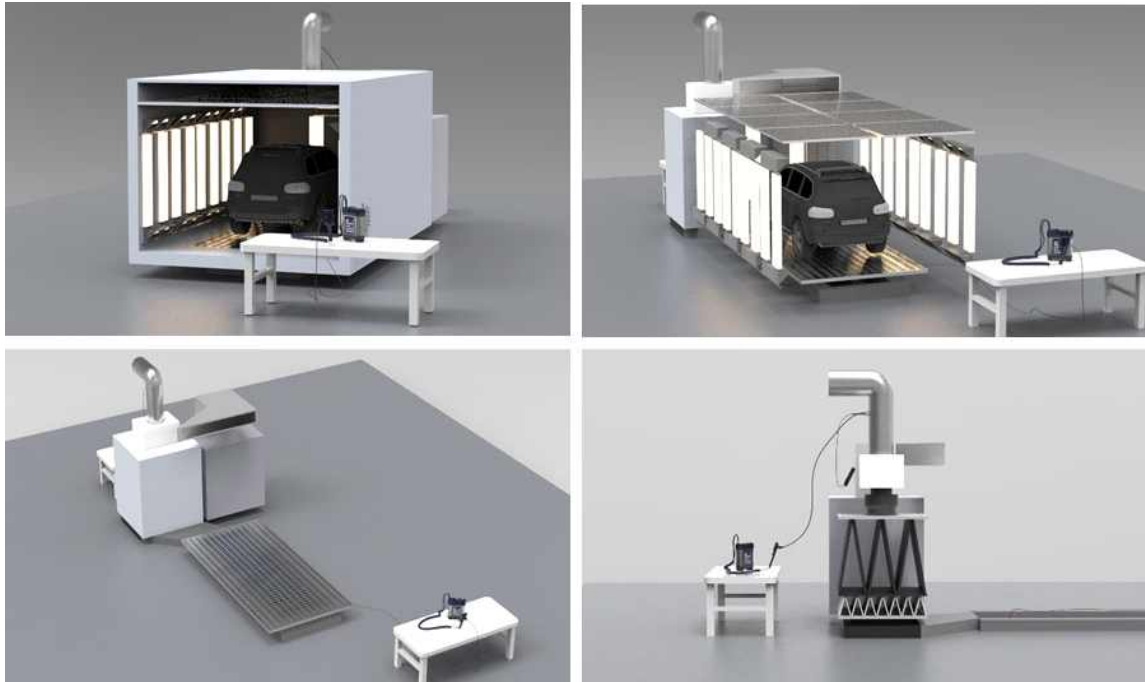


[그림 18] 자동차 수리 도장시설의 일반적인 구조 및 형태



[그림 19] 자동차 수리 도장시설의 수용성 도료 건조과정 운전조건

자동차보수용 도장공정은 도장을 위한 자동차가 도색을 위한 도색룸에 들어가야 하며, 도색에 공기 흐름은 바닥을 통해 배출되어 방지시설을 통과 후 대기 중으로 배출된다. [그림 19]에는 자동차보수용 도장시설의 형태 및 방지시설의 구조에 대해 나타내었다.



[그림 20] 자동차보수용 도장부스의 형태 및 방지시설 구조

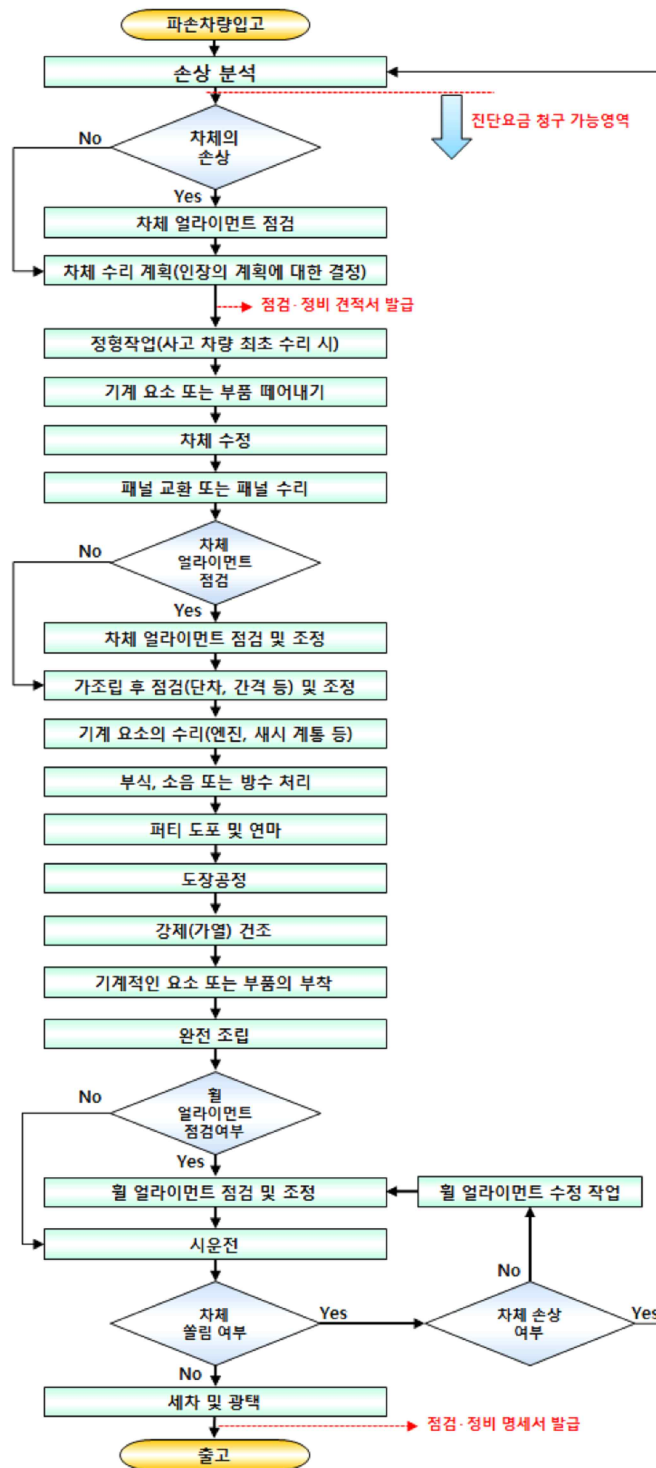
다. 자동차보수 도장공정 개요

자동차도장의 대한 설명은 『국가직무능력표준(NCS)』에서 정의한 내용을 살펴보면, “도료를 이용하여 차체의 부식 등 손상을 방지하고 외관을 아름답고 상품성을 향상시키기 위하여 손상된 도막을 수리 복원하고 특수목적을 부여하기 위하여 자동차에 도장하는 일이다.” 라고 기술하고 있다.

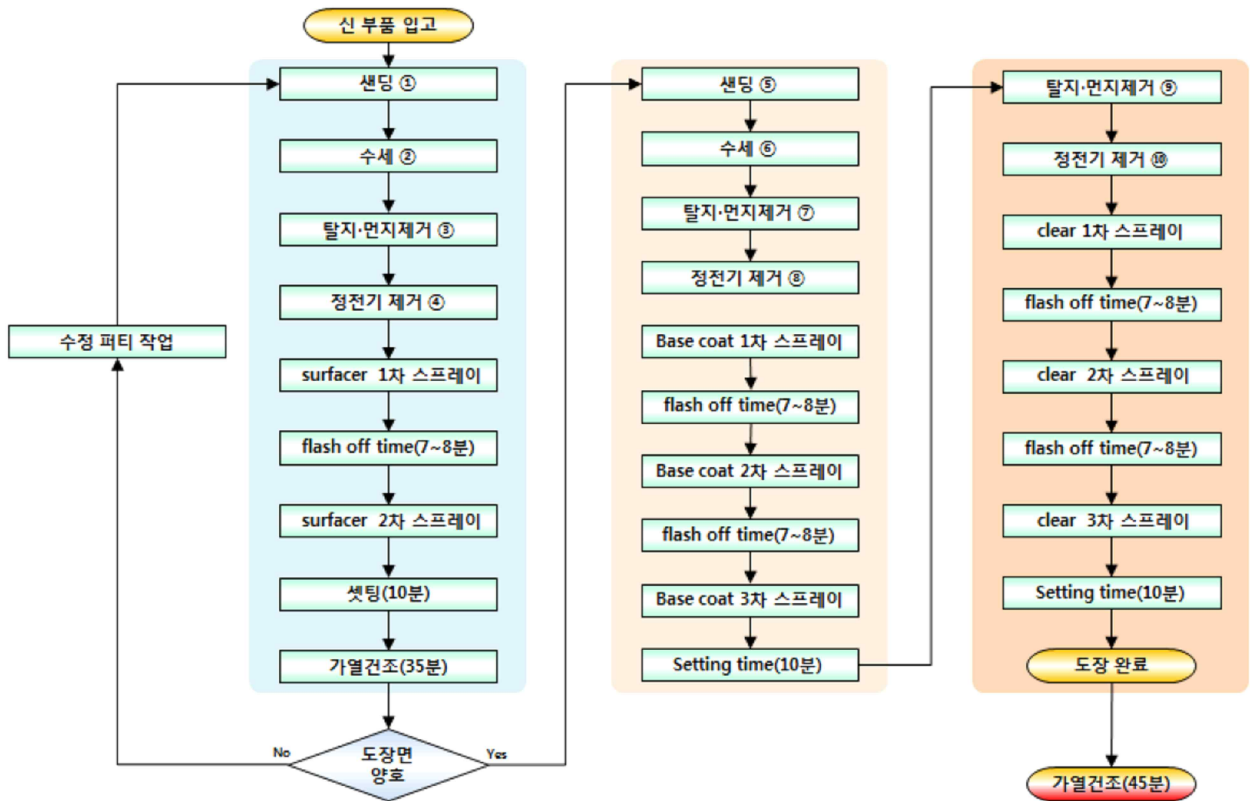
또한, 한국자동차검사정비사업조합연합회의 『자동차 표준정비시간 해설』에서는 “도료를 도포시키고 건조된 도막층을 형성시킴으로서 내후성, 내식성, 내오염성 등의 기능을 부과하여 물체를 보호함과 동시에 색상, 광택, 평활성, 입체감 등을 통한 피도물을 아름답게 하는데 그 목적이 있으나 여러 기능성 부과는 단일 도막으로 만족할 수 없기 때문에 복합 공정에 의해 완전한 도장 효과를 얻을 수 있음. 따라서 도장은 제품의 표면 완성에 최종적인 수단으로서 도료의 품질, 도료의 성질, 도장의 내용, 도장 방법 등의 확실한 정보와 계획을 통해 도장을 시행하여야만 도장의 목적을 달성할 수 있다.” 라고 기술하고 있다.

자동차보수 도장공정과 관련된 세부설명은 한국자동차검사정비사업조합연합회의 『자동차 표준정비시간 해설』 자료를 참고하였다. [그림 21]은 자동차 수리 관련 손상부위 수리(외관 판금)의 기본공정으로 전체 수리작업 중 일부 공정이 도장과 관련된 공정이다.

자동차보수 도장은 하도작업, 중도작업, 상도작업(조색공정 포함)으로 구분할 수 있으며 각 공정(작업)에 대해서는 [그림 22]부터 [그림 27]과 같다. 자동차보수 도장공정을 이해할 수 있도록 [표 18]와 자동차보수 도장공정 주요 용어 설명을 정리하였다.

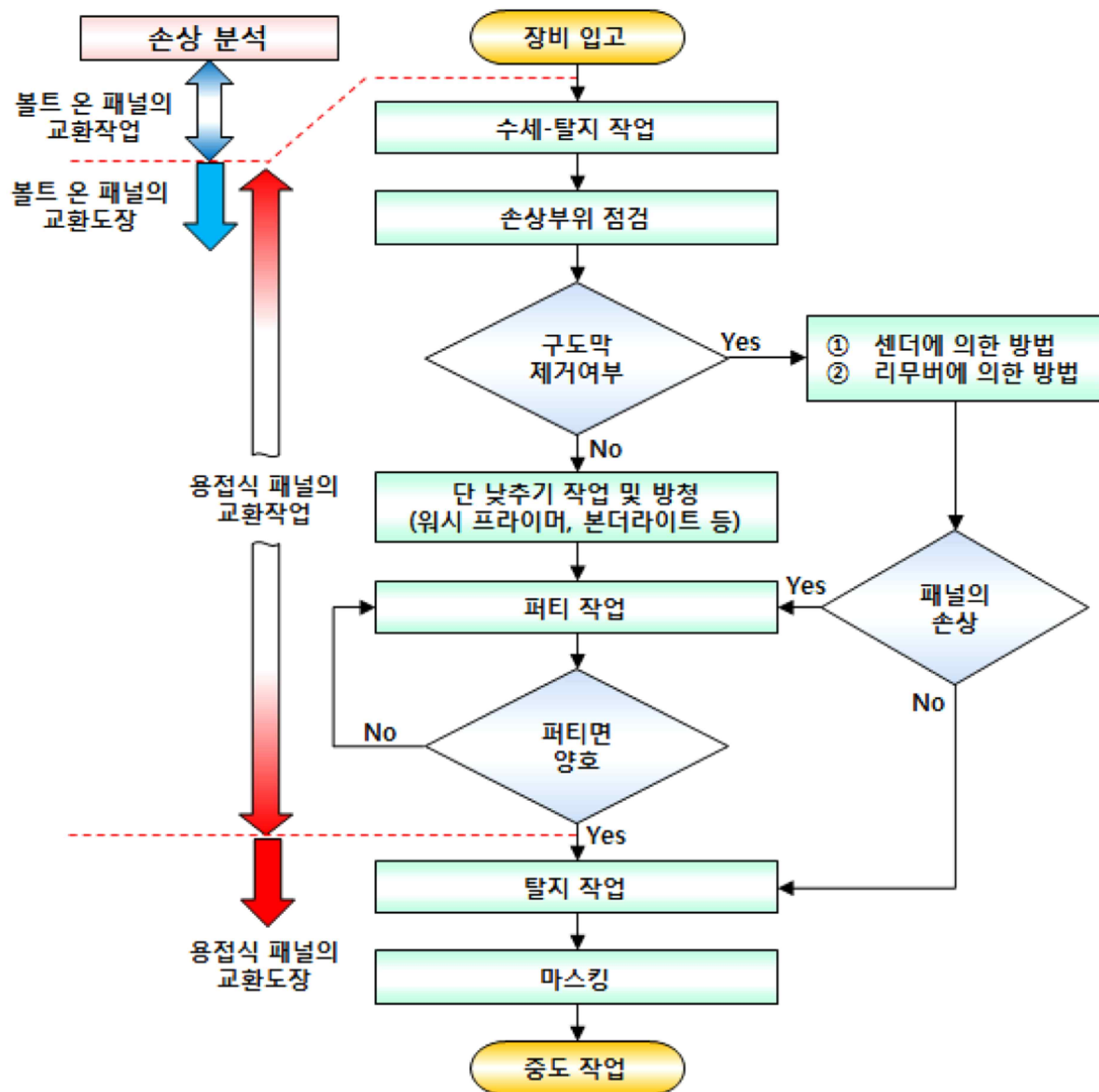


[그림 21] 자동차 수리 손상 부위 수리(외판 판금)의 기본공정도
 <출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>



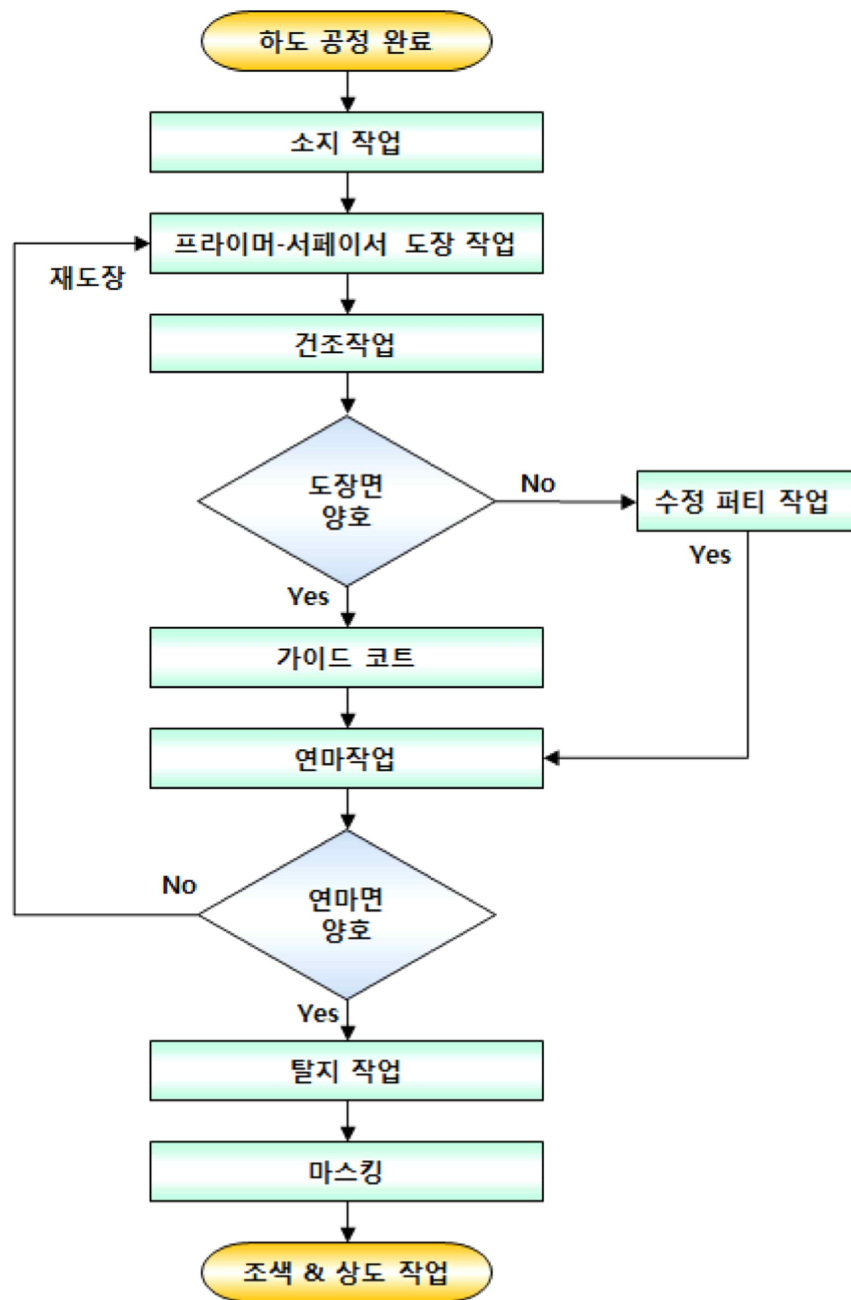
[그림 22] 자동차보수 전체 도장공정 절차도

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>

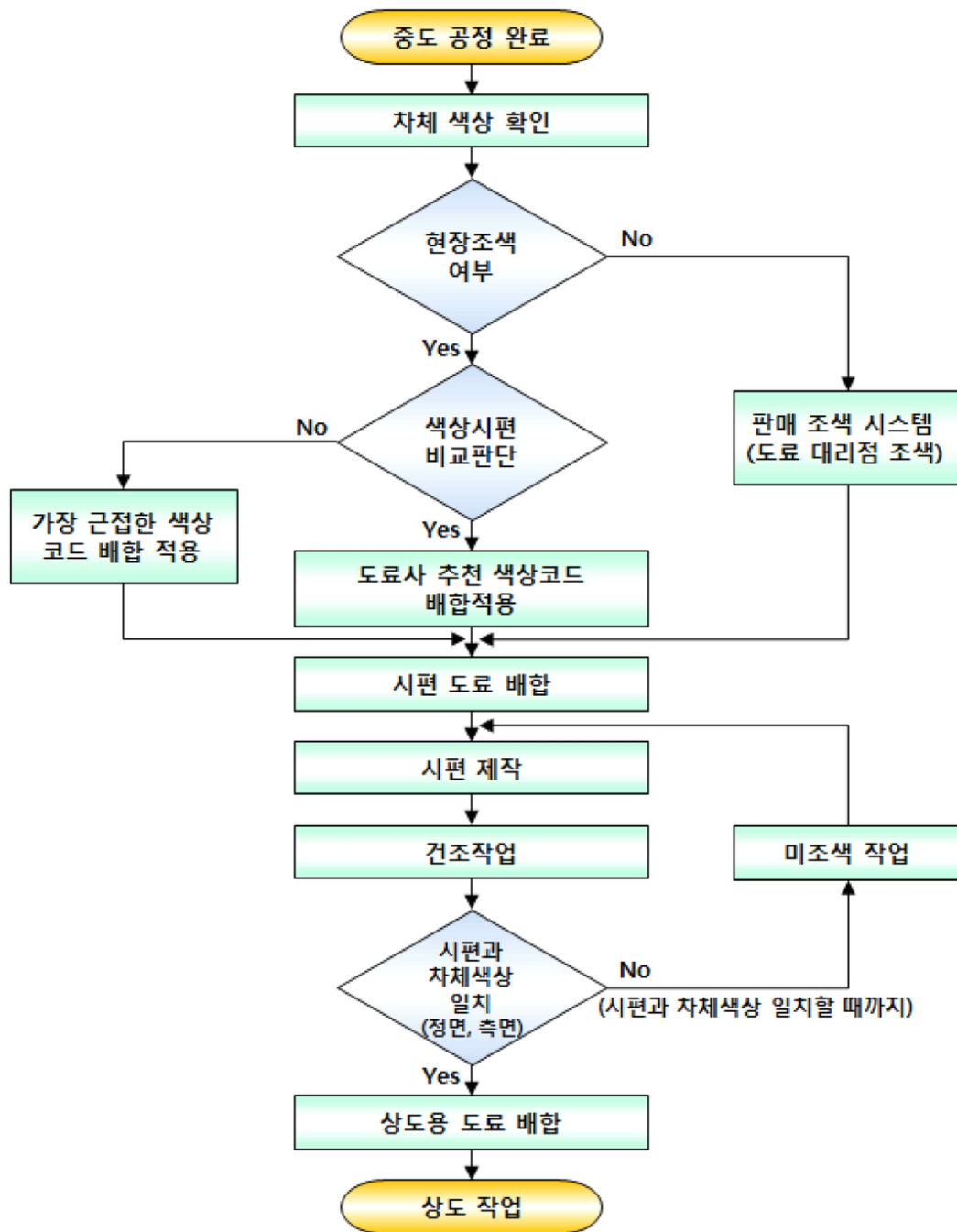


[그림 23] 자동차보수 도장공정 하도작업 기본 공정도

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>

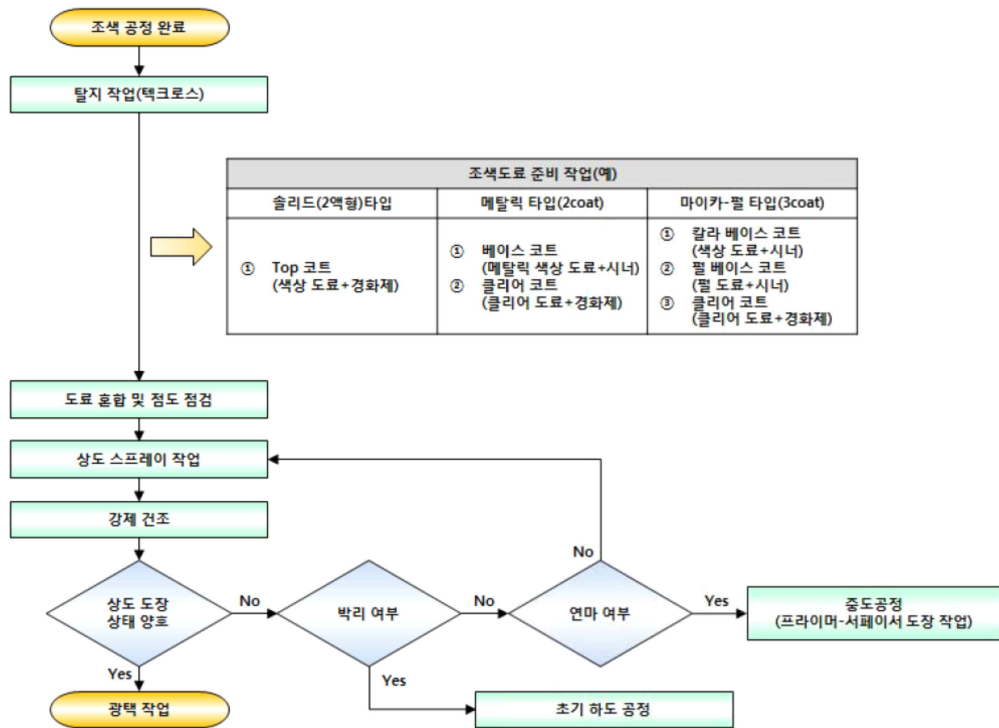


[그림 24] 자동차보수 도장공정 중도작업 기본 공정도
 <출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>



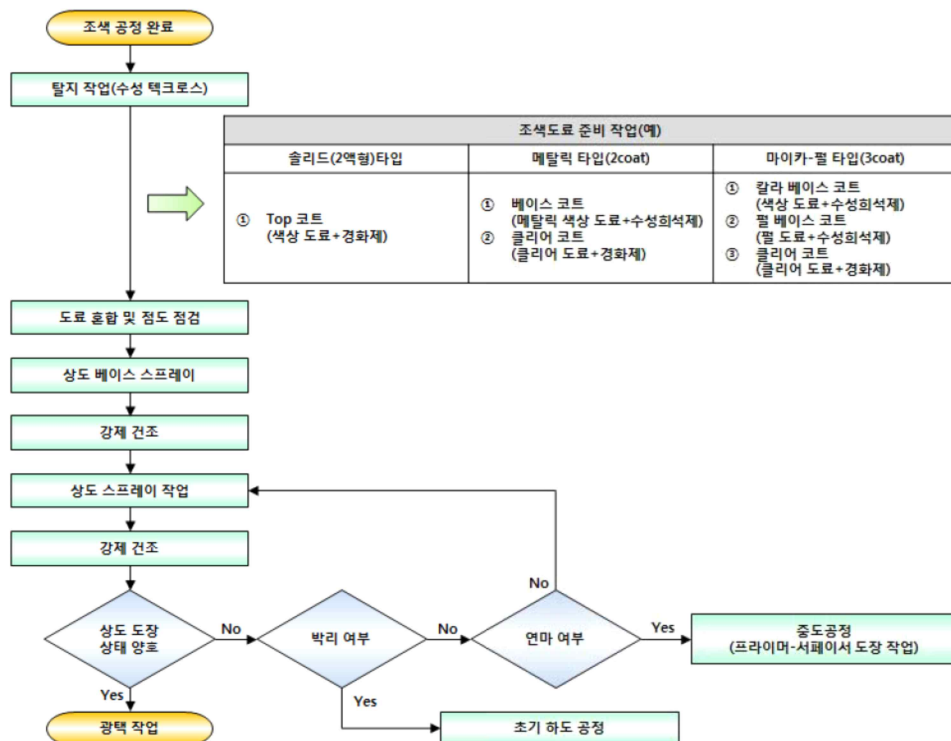
[그림 25] 자동차보수 도장공정 조색작업 기본 공정도

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>



[그림 26] 자동차보수 도장공정 상도(유성도료) 기본 공정도

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>



[그림 27] 자동차보수 도장공정 상도(수성도료) 기본 공정도

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>

[표 19] 자동차수리 도장공정 주요 용어 설명

구분	세부 설명
수세작업	도장면 부위를 에어 더스트 건을 사용하여 압축공기로 먼지 등을 완전히 불어낸 후 물에 녹는 오염물(먼지, 지문자국, 염분, 송진 등)을 비눗물이나 세제로 완전제거하며 마른 종이 또는 깨끗한 걸레로 닦는 작업
탈지작업	용제에 녹는 오염물(타르, 실리콘, 왁스, 그리스 등)을 수세 작업 후 표면 세정제를 사용하여 제거하는 작업으로 최종적으로 마른 종이 또는 깨끗한 걸레로 닦은 후 에어더스트 건을 사용하여 압축공기로 완전히 불어냄
구도막 상태 및 손상부위 점검	정형된 패널일지라도 퍼티 작업 전 요철부위를 점검하여 돌출된 부분을 수정해야 하기 때문에 도장면을 관측 및 탐지하는 작업으로 감촉, 육안, 직선자 등을 이용하여 굴곡이나 작은 요철 여부를 점검함
구도막 제거	판금(정형) 작업, 뒤틀림, 열화, 블리스터(Blistered) 등의 도장 결함, 래커계 도료 보수 도장 시 샌더, 박리제 등을 이용하여 구도막을 제거하는 작업. 후속 공정으로 퍼티작업과 워시 프라이머 작업을 함
단 낮추기	도장면의 결함 방지와 평활성을 확보하기 위해 샌더와 연마지, 샌더 페이퍼 등을 사용하여 스크래치 등의 결함 부위가 보이지 않을 정도로 표면을 완전히 샌딩하는 작업
방청	구도막을 제거한 경우 전처리 도막이 없어지기 때문에 노출된 철판면은 부식이 빠르게 진행되므로 이를 방지하기 위한 작업
워시 프라이머(wash primer)	프라이머는 피도체와 도장을 원활하게 하기 위한 기초 하도 도장으로 철판에 도장하여 금속표면 처리와 녹방지 도막 형성을 동시에 하는 밀칠 도료를 도포하는 작업
퍼티(putty) 작업	이음매나 도장 바탕의 요철(凹凸)부분을 충전 재료로 메꾸어 보수하는 작업으로 구도막 위에 또는 연마되지 않은 면에 퍼티를 겹쳐서 도포하지 않으며 퍼티를 바르고 건조 후 연마작업을 함
연마 작업	퍼티 면을 고르고 평활하게 연마하는 작업으로 기공이나 연마 자국, 요철 등이 발생되면 2차 퍼티를 바른 후 재연마
가이드 코트(guide coat)	연마가 불량하면 퍼티의 샌딩 자국, 핀 홀, 서페이서 불량 상태 등이 상도 도장 후에도 보일 수 있어 연마 작업을 원활하게 진행할 수 있도록 도와주는 재료를 연마할 면에 바르는 작업으로 연마는 가이드 코트가 없어질 때까지 연마함
프라이머 서페이서	구도막이나 손상 부위를 연마하던 중 노출된 맨 철판 및 워시 프라이머 부위를 도장하는 작업으로 하도와 상도의 부착력을 향상시키고 부식방지 효과 및 충격에 의한 완충 작용으로 칩핑(chipping) 현상을 방지할 수 있으며 퍼티와 구도막의 경계부위, 거친 연마 자국을 제거할 목적으로 사용함
마스킹(masking)	연마기를 이용하여 도료(구도막, 퍼티, 프라이머 서페이서 등)의 연마 작업 또는 도장이 필요 없는 패널이나 장소에 도료가 부착되지 않도록 재료를 테이핑 하여 덮어 주는 작업으로 열처리 직후 약간 따듯할 때 제거함
조색	원색들을 서로 혼합하여 원하는 색상으로 조합하는 작업으로 신차의 도장색상과 실제 차량의 도장 색상이 노후 등의 원인으로 서로 다른 경우 또는 단일 원료를 사용하지 않는 색상 등에서 기본으로 사용할 원색에 보조색을 배합하여 색의 3요소(명도, 색상, 채도)를 맞추는 작업, 도장 전 조색 시편(종이, 철, 필름 등)에 미리 도장을 하여 도장할 차량과 비교한 후 최종적으로 칼라가 매치되었는지 확인하는 작업
현장조색	미리 만들어져 있는 조색 데이터를 토대로 원색을 계량하여 현장에서 배합하여 조색하는 방식
시편 제작	도장할 차량과 조색한 도료의 색상을 비교한 후 최종적으로 칼라가 매치되었는 확인하기 위해 도장 전 종이, 철, 필름 등에 도장하여 가열 건조하는 작업
미조색 작업	노후 등으로 퇴색된 경우 계량 조색만으로 정확한 색을 맞추기 어려우므로 원색을 소량씩 첨가하며 색을 맞추는 작업
광택 작업(polishing)	도막위의 광택 연마 작업으로 도장 작업 후에 도장 결함을 수정하는 것에서 코팅 작업까지 총칭하며 도장의 품질을 향상시키는 도장 공정의 최종 작업

<출처 : 자동차 표준정비시간 해설서(한국자동차검사정비사업조합연합회), 2017년>

2절. 국내외 사례 문헌조사

현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 자동차 도장공정에서의 배출되는 VOCs의 배출량에 대한 규정을 제정하여 제시하고 있다. 본 연구에서는 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로, 각 나라의 법령, 가이드라인, 지침 등을 조사하여 해외 국가들의 수성도료 사용 실태를 파악하고자 한다.

1. 국내 현황

국내에서 휘발성유기화합물을 규제하고 있는 지역은 특별대책지역과 대기환경규제지역으로 구분하고 있다. 대기환경보전법의 시행에 맞추어 수도권을 중심으로 하는 대기환경규제지역 내에서 규제 대상으로 하는 석유정제 및 석유화학제품제조업, 유기용제 및 페인트 제조업, 선박 대형 철구조물제조업, 자동차 제조업 및 기타 제조업 등 5개 제조업과 저유소, 주유소, 세탁시설, 폐기물 보관·처리시설 및 자동차정비업 등 5개 비제조업을 포함한 10개 휘발성유기화합물 발생 업종의 세부 관리 기준을 설정한다. 휘발성유기화합물 규제 대상 배출시설 규모는 특별대책지역과 대기환경규제지역이 상이하며 특별대책지역이 대기환경규제지역보다 더 강화된 기준을 적용하고 있다. 특별대책지역은 현저한 환경오염의 우려가 있는 대규모 산업지역을 대상으로 한 특별한 배출허용 기준이나 시설설치 제한 등의 정책수단을 통해 규제를 시행한다. 대기환경규제지역은 주로 환경기준 초과 등이 우려되는 수도권의 점, 선, 이동오염원 등 배출원의 대기오염물질 저감 정책과 지역실정에 맞는 정책개발을 수단으로 지방자치단체에서 대책을 수립하고 시행한다.

현재 국내 대기오염물질 배출시설은 총 37종으로 분류되며, 도장시설은 용적이 5m^3 이상이거나 동력이 2.25kW 이상인 도장시설(분무·분체·침지도장시설, 건조시설 포함)을 말한다. 국내 도장시설에서 배출되는 대기오염물질은 대기환경보전법 시행규칙 제15조 관련 별표 8의 대기오염물질 배출허용 기준에 따라 규제되고 있다. 이는 2020년 1월 1일 적용되어 이전보다 강화된 배출허용 기준이 마련되었다. 도장시설에서 배출되는 THC는 연속식의 경우 40ppm 이하, 비연속식의 경우 110ppm 이하로 규제되고 있다.

서울시에서는 2003년 4월 도장시설 배출 VOCs 기준을 조례에 규정(서울특별시공고 제2003-401호)하였다. 2007년 5월 29일을 기준으로 도장시설의 구분을 배출가스량 $10,000\text{m}^3/\text{시간}$ 이상, 미만에서 연속식, 비연속식 도장시설로 변경하였다. 2007년 5월 29일 이후 변경한 도장시설 분류 기준은 대기환경보전법에서 제시하는 분류와 동일하다. 단, 대기환경보전법에 비해 서울시에서 제시한 THC 배출 농도 규정이 엄격하다.

자동차 보수용 도료 부분에서 배출되는 VOCs 저감 관리 정책으로 환경친화형 도료보급 정책을 시행하고 있다. 이 정책은 2005년부터 용도별, 지역별 단계적으로 VOCs 함유 기준을 강

화하고 적용 지역을 확대하였다. 강화한 VOCs 함유 기준을 초과한 도료는 공급 및 판매를 금지하고 있다.

대기환경보전법 시행규칙에서는 도료의 VOCs 함유 기준을 용도별로 구분하여 제시하고 있다. 도료는 크게 건축용 도료, 자동차 수리용 도료, 도로표지용 도료, 공업용 도료로 구분하고, 각각 세부 용도별로 구분되며 함유 기준이 상이하다. 아래의 표는 자동차 수리용 도료의 VOCs 함유 기준이며, 2010년, 2015년, 2019년 개정안을 같이 제시하였다. 2010년과 2015년 개정안을 비교해 보면 휘시프라이머를 제외한 나머지 도료의 함유 기준이 40~50g/L 낮아진 것을 알 수 있다. 2020년 1월 1일부터 적용되는 2019년도 개정안을 보면 기존의 함유 기준과 현저하게 차이가 나는 것을 알 수 있다. 이는 친환경 도료 사용 확대에 따른 영향으로 판단된다. 또한 기존에는 없던 사) 기타 항목의 함유 기준이 추가되었다.

2. 국외 현황

가. 미국

미국 환경청은 자동차 보수 코팅: 국가 휘발성 유기 화합물 배출 표준(Automobile Refinish Coatings: National Volatile Organic Compound Emission Standards) 운영하고 있다. 이 규정은 청정대기법(법) 제183(e)항에 따라 자동차 보수 코팅에 대한 국가 휘발성 유기 화합물(VOC) 배출 표준을 공포하였다.

이 최종 규칙은 자동차 보수 코팅(도장) 사용으로 인한 VOC 배출이 오존에 대한 국가 주변 공기 품질 표준(NAAQS)을 위반하는 오존 수준을 유발하거나 기여할 가능성이 있다는 관리자의 결정에 근거하고 있다. 오존은 스모그의 주요 구성 요소로 지상에 고농도로 존재할 경우 건강과 환경에 부정적인 영향을 미치며, 최종 규칙은 제조업체와 수입업체가 자동차 보수 코팅의 VOC 함량을 제한하도록 요구함으로써 VOC 배출량을 연간 31,900톤(tpy)까지 줄일 것으로 추정하고 있으며, 이러한 감소는 1995년 기본 배출 추정치보다 33% 감소할 것으로 예상하고 있다.

미국의 VOCs 규제는 연방법(CFR: Code of Federal Regulation)을 통해 이루어지고 있다. CFR → Title 40 → Chapter I → Subchapter C → Part 6010)을 통해 분류별 규제 내용을 확인할 수 있다(2020년 10월 2일 기준). Title 40은 환경보호(Protection of Environment)에 관한 내용을 다루고 있으며 그중 Part 60은 신규 고정오염원의 성능 기준(Standards of Performance for New Stationary Sources)을 규정하고 있다.

금속 가구 표면 코팅(Standards of Performance for Surface Coating of Metal Furniture), 테이프와 라벨 표면 코팅(Standards of Performance for Pressure Sensitive Tape and Label

Surface Coating Operations), 금속 코일 표면 코팅(Standards of Performance for Metal Coil Surface Coating) 등 다양한 작업 시 발생하는 VOCs와 관련한 규제 내용이 있다.

자동차 및 초경량 트럭의 표면코팅에 관한 배출허용 기준(Standards of Performance for Automobile and Light Duty Truck Surface Coating Operations)에서는 자동차 도장 작업 시 주로 발생하는 VOCs 기준을 확인할 수 있다. 이 기준은 자동차 또는 소형 트럭 조립공장(assembly plant)에 적용된다. 자동차는 12명 이하의 승객을 태울 수 있는 차량을 의미하며, 경량 트럭은 총 차량 중량이 3,850kg 이하인 차량을 의미한다.

도료를 사용한 코팅 방법의 종류와 도료 사용 비율인 RT(Solids Turnover Ratio) 값에 따라 배출 VOCs의 무게(kg-VOC/L-coating solid)가 정해진다([표 19] 참조). 전착(EDP) 방법은 자동차나 경량 트럭 차체를 코팅제로 채워진 탱크에 담그고 전기장을 사용하여 차체에 코팅제를 증착시키는 프라임 코트를 적용하는 방법이다. 전착 방법 외에 정전기 스프레이 도포 방법이 있는데, 전위(Electrical potential)를 사용하여 코팅 고체의 전달 효율을 높이는 스프레이 도포 방법을 의미한다. 정전 스프레이 도포는 프라임 코트, 가이드 코트 또는 톱 코트 작업에 사용할 수 있다. 미국은 VOCs 중 대기 중 광화학 반응성이 약해 오존 생성 기여도가 낮다고 판단되는 VOCs 목록을 따로 지정하고 있다.

[표 20] 미국의 자동차 및 초경량 트럭의 표면 코팅의 VOCs 함유량

구분	Solids Turnover Ratio	Kg-VOC/L-coating solid
EDP방법*	0.16 이상	0.17
	0.040 이상 ~ 0.160 미만	$0.17 \times 350(0.160-RT)$
	0.040 미만	제한 없음
EDP방법 이외	Each prime coat operation(프라임코트 작업)	0.17
	Each guide coat operation(가이드 코트 작업)	1.40
	¹⁾ Each top coatoperation(탑 코트 작업)	1.47

EPA는 대기 및 물 환경을 보호하기 위해 자동차 보수 도장에서 사용되는 도료 및 관련 화학 물질에 대한 규제를 관리합니다. 규제에는 VOCs (Volatile Organic Compounds, 휘발성 유기 화

* 전착방법(EDP: Electrodeposition) : 차체를 도장용액이 담겨 있는 탱크에 담그면서 도장을 하는 과정에서 전기장을 걸어 도료가 차체에 쉽게 도착되도록 하는 상도 방법

합물)에 대한 제한이 포함되어 있다. 자동차 보수 도장은 주로 낮은 VOC를 가진 도료를 사용하여 규제 요구 사항을 준수해야 한다. 이러한 이유로 자동차 보수 도장공정에서는 수용성 도료로의 전환이 이루어져 있는 것으로 판단된다.

미국의 경우 안전 및 보건적인 부분을 강조하여 OSHA (미국 직업안전보건국)는 자동차 보수 도장에서 작업자의 안전과 건강을 보호하기 위한 규제를 시행하고 있으며, 이러한 규제는 작업자들이 도료 및 화학 물질과 접촉할 때 안전 조치 및 개인 보호장구(PPE)의 사용을 포함한다. 미국 내에서 주 및 지방 정부는 자동차 보수 도장에 대한 추가 규제를 시행할 수 있으며, 이러한 규제는 지역 환경 및 안전 규제에 따라 다를 수 있으며, 도포 공정, 폐기물 처리 및 기타 산업 활동과 관련된 주별 규정을 포함할 수 있다.

미국의 자동차 보수 도장은 주로 환경 보호 및 작업자 안전에 대한 규제를 준수하기 위해 고효율적인 필터링 및 공기 정화 시스템을 사용하고, 낮은 VOC 도료를 채택하며, 작업자들에게 적절한 교육과 안전장비를 제공해야 하고, 자동차 보수 도장은 환경 및 안전 규제 준수를 철저히 고려하여 운영해야 합니다.

나. 유럽

유럽 연합은 일명 페인트 지침 “Directive 2004/42/CE of the European Parliament and of the Council of 21 April 2004 on the limitation of emissions of volatile organic compounds due to the use of organic solvents in certain paints and varnishes and vehicle refinishing products and amending Directive 1999/13/EC” 을 통해 특정 페인트와 바니시, 차량 재도장 제품에 유기용제 사용으로 인한 휘발성유기화합물(VOCs)의 총 함량을 제한하는 것을 목표로 한다. 이는 지구 대기의 가장 낮은 층인 대류권에서 오존을 형성하는 VOCs의 기여로 인한 대기 오염을 방지하거나 감소시킬 것이라 생각하고 있다.

이 지침은 특정 페인트 및 바니시(에어로졸 제외) 및 차량 재도장 제품에 대한 기술 사양을 정의한다. 주로 건물이나 차량에 적용되는 코팅이며, 이들 제품은 지침 부록 I의 하위 범주에 나열되어 있다. 이 지침은 화학 물질 및 혼합물의 라벨링에 관한 규정(EC) No 1272/2008을 보완하고 EU 국가에 해당 제품의 VOC 함량이 설정된 한도를 초과하지 않는 경우에만 판매되도록 보장할 책임을 부여하고 있다. 지침의 부록 II(페인트 및 바니시의 경우 30~750 g/l 범위)에 나와 있으며 라벨링 요구 사항을 준수하여야 한다. 라벨에는 다음 사항이 표시되어야 한다.

- 제품의 하위 카테고리 및 관련 VOC 한계값(g/l)
- 즉시 사용 가능한 상태에서 제품의 VOC 최대 함량(g/l)

지침의 부록 II에는 차량 재도장 제품에 대한 최대 VOC 함량 제한 값도 나열되어 있으며 EU 국가는 지침과 허가된 제품의 범주 및 수량 준수 여부를 입증하기 위해 모니터링 프로그램의 결과를 보고해야 하며, 5년마다 위원회에 보고해야 한다. 회원 국가는 즉시 사용 가능한 상태에서 지침의 요구 사항을 준수하는 제품의 자유로운 유통을 허용해야 한다.. 또한 지침에 따라 채택된 국가 규칙 위반에 대한 처벌을 설정하고 이를 반드시 집행해야 한다.

EU 위원회에서는 페인트 및 바니시용 에어로졸을 포함하여 지침의 범위를 벗어나는 제품의 VOC 함량을 줄일 수 있는 광범위한 잠재력과 차량 재도장 제품의 VOC 함량을 더욱 줄일 수 있는 도입 가능성을 검토하였다.

유럽연합(EU)은 VOCs(Volatile Organic Compounds, 휘발성 유기 화합물)를 제한하는 규제를 시행하고 있다. 자동차 보수 도장에서 사용되는 도료는 휘발성 유기 화합물 배출을 줄이기 위한 규정을 따라야 한다. 자동차 보수 도장에서는 낮은 VOC 함량의 도료를 사용하도록 권장하고 있다. 저 VOC 도료를 사용하면 높은 품질의 마감을 유지하면서도 환경에 미치는 영향을 줄일 수 있다.

EU는 자동차 보수 도장에 사용되는 도료의 기술적인 규격을 정의하고 있으며, 이를 준수해야 한다. 도료의 내구성, 건조 시간, 표면 마무리, 내후성 등 다양한 요구 사항이 포함되며, 보안 및 안전: 도료 사용 시 안전 및 보안 규정을 엄격히 준수해야하며, 이는 화학 물질에 노출된 작업자의 건강을 보호하고 화재 및 폭발 위험을 최소화하기 위한 것이다.

유럽의 자동차 도료제품 사용에 따른 VOCs 배출한계량 기준을 [표 20]에 제시하였으며, 제품 세부 범주에 따른 의미는 다음과 같다.

[표 21] 유럽의 자동차 도료제품의 VOCs 배출한계량 기준

순번	제품 세부 범주	유형	VOCs(g/L) (2007. 1. 1부터)
1	준비 및 클리닝	준비제품	850
		프리 클리너	200
2	바디필러-스토퍼	모두	250
3	프라이머	세페이서, 필러, 일반금속 프라이머	540
		워시 프라이머	780
4	톱 코트	모두	420
5	특수마감재	모두	840

① ‘준비 및 청소 제품’은 기계적 또는 화학적으로 오래된 코팅과 녹을 제거하거나 새로

은 코팅을 위해 설계된 제품을 의미한다.

- 준비 제품에는 gunwash(스프레이건 및 기타 장비를 청소하기 위해 설계된 제품), 페인트 스트리퍼, 탈지제(플라스틱 용 정전기 방지 유형 포함) 및 실리콘 제거제가 포함된다.
- ‘프리 클리너’는 코팅 재료를 도포하기 위한 준비 과정 및 도포 이전에 표면 오염을 제거하도록 설계된 세척 제품을 의미한다.

② ‘바디 필러·스토퍼’는 서페이스·필러를 적용하기 전에 깊은 표면 결함을 채우기 위해 적용되도록 설계된 무거운 보디의 화합물을 의미한다.

③ ‘프라이머’는 프라이머 표면 처리제를 적용하기 전에 부식 방지를 제공하기 위해 베어 메탈 또는 기존 마감재에 적용하도록 설계된 코팅을 의미한다.

- ‘표면 처리제·충전제 프라이머’는 내식성을 위해, 톱 코트의 접착을 보장하고, 작은 표면을 채워 균일한 표면 마감 형성을 촉진하기 위해 톱 코트 도포 직전에 도포하도록 설계된 코팅을 의미한다.

- ‘일반 금속 프라이머’는 접착 촉진제, 실러, 서페이스, 언더코트, 플라스틱 프라이머, 습식, 비모래 필러 및 스프레이 필러 같은 프라이머로 적용하기 위해 설계된 코팅을 의미한다.

- ‘워시 프라이머’는 내식성 및 접착성을 제공하기 위해 베어 메탈 표면에 직접 도포하도록 설계된 0.5중량/% 이상의 인산을 함유하는 코팅을 의미한다.

④ ‘톱 코트’는 광택과 내구성을 제공하기 위해 단일층 또는 다층 베이스로 적용되도록 설계된 모든 착색 코팅을 의미한다.

⑤ ‘특수 마감재’는 금속 또는 펠 효과와 같은 특성이 필요한 톱 코트로 단일층, 고성능 단색 및 투명 코팅(예: 스크래치 방지 및 불소 투명 코팅)으로 적용하도록 설계된 코팅을 의미한다.

다. 일본

일본은 2004년 5월의 대기 오염 방지법의 법 개정으로 인해 VOCs 배출 규제가 포함되어, 헤세이 2006년 4월 1일부터 본격적으로 VOCs 배출 규제 시행하였다. 다음의 내용은 [그림 28]에서 제시 된 것과 같이 일본자동차자제정비협동조합연합회(JABRA)에서는 “VOC 배출 억제와 관련된 자발적 대처 매뉴얼(VOC排出抑制に係る自主的取組マニュアル)”을 토대로 정리한 내용이다.

이 법 규제는 일본의 환경법 체계 중에서 처음으로 「법적 규제」와 「자주적 대처」의 조

합에 의한 이른바 「베스트 믹스」의 사고방식을 채용한 것으로, VOC의 대기 배출량을 2000년도를 기준에 2010년도까지 30% 정도의 배출량의 삭감을 목표로 하고 있습니다.

일본의 환경성의「자주적 대처」는 기업의 자주성을 존중해, 일률적인 규제방식이 아니라, 비용 대 효과나 자유성이 높은 대책을 취할 수 있도록 하고 있고, VOC의 배출량의 삭감 목표치 3%가 달성되지 않은 경우에는, 2011년부터 「법 규제」와 「자주적 대처」의 배분에 관해서 규제의 재검토가 행해지게 되어 있어, 차체 정비 업계에 있어서도 VOC의 배출량의 삭감 목표치인 30%를 달성하기 위해서 각 사업자에 있어서의 개별의 대처가 필요해지고 있습니다.

개정된 법률에서는 VOC의 배출 억제를 목표로 한 개정 대기오염방지법은 다음과 같은 기준에 없는 특징을 가지고 있습니다.

첫 번째, 「법적 규제」와 「자주적 대처」의 조합에 의한 이른바 「베스트 믹스」의 사고방식을 처음으로 채용한 것, 즉 법적 규제가 아니 저감에 대한 부분을 자율적(자주적)으로 할 수 있도록 일본에서는 처음 시도되는 방식이다.

두 번째, 2009년 개정된 유해대기오염물질과는 달리, 사람에게의 직접적인 유해성이 아니고, 미세먼지(SPM, Suspended Particulate Matter)이나 광화학 옥시던트 등의 간접적인 환경적 리스크의 개선에 있다.

개정된 법률에서는 환경기본법에 이념이 접어든 시빌 미니엄의 사고방식(지방자치단체가 주민을 위해 대비해야 하는 최저한의 생활환경 기준)을 채용하여 법규제에 의한 강제적 규제를 최소한에 머물러 자주적인 삭감의 대처를 조합한 효과적인 배출 억제를 도모하는 것으로 하고 있습니다. 이 「베스트 믹스」의 사고방식에 근거하는, 자주적인 삭감 노력을 존중하면서, 규제 대상은 시설당의 VOC의 배출량이 많아, 대기환경에 영향도 큰 배출시설이다.

규제 대상외의 시설로부터의 VOC의 배출에 관해서는, 사업자의 자주적 대처를 존중해, 각 사업자가 최적으로 하는 비용 대 효과가 높은 방법을 실시할 것을 기대하고 있다.



はじめに VOC規制のあらまし

平成16年5月の大気汚染防止法の改正によりVOC：揮発性有機化合物（以下VOCという）の排出規制が盛り込まれ、平成18年4月1日から本格的に施行されます。

この法規制は、我が国の環境法体系の中で初めて「法規制」と「自主的取組」の組み合わせによるいわゆる「ベストミックス」の考え方を採用したもので、VOCの大気排出量を平成12年度を基準に平成22年度までに30%程度の排出量の削減を目標としております。

「自主的取組」は、企業の自主性を尊重し、一律ではなく、費用対効果や自由度の高い対策が取れるように様々な枠組みとなっております。VOCの排出量の削減目標値である30%が達成されない場合には、平成23年度から「法規制」と「自主的取組」の配分に関して規制の見直しが行われることになっており、車体整備業界においてもVOCの排出量の削減目標値である30%を達成するように、各事業者における様々な取組が必要となっております。

なお、本マニュアルの作成にあたり、〈社〉日本自動車工業会及び〈社〉日本塗料工業会からのご協力とご指導の下に本マニュアルが作成されております。

[그림 28] 일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)의 VOC 배출 억제와 관련된 자발적 대처 매뉴얼에 대한 설명 웹사이트

일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)에서는 “VOC 배출 억제와 관련된 자발적 대처 매뉴얼(VOC排出抑制に係る自主的取組マニュアル)”에서는 [그림 29]에서와 같이 개정된 대기 오염방지법(VOC 배출억제) 따른 자주적 대처에 대한 예시를 제시하고 있다. 또한 자발적인 노력에 의한 VOC 감소 대책의 개념과 그 방법 예시를 [그림 30]에서와 같이 수성도료 사용 등의 감소대책을 제시하고 있으며, 방지사설에 의한 제거보다는 저 VOC 도료 전환, 사용단계 및 관리 측면을 강조하고 있다.

□ 자주적 대처 대상 시설

보수 도장 부스(배기 팬 풍량(정격)가 10만㎥/시 이상은 규제 대상 시설이 됩니다) *규제 대상 시설의 경우에서도 자주적 대처 내용은 같습니다

□ 자주적 대처 대상 자재·보수용 도료

하도부터 상도까지의 도료로 플라사프, 경화제, 퍼티 포함

□ 자주적 대처 내용

1. 보수 부스 내에서 사용되는 도료·용제의 연간 사용량 및 대기로의 배출량을 각 도도부현의 차제 정비 협동 조합을 경유해 일차 협련에 대해 연 1회 필수적으로 보고한다.
2. 2010년까지 VOC 배출량을 2000년 수치 기준으로 30% 삭감한다.

□ 자주적 대처를 하기 위한 VOC의 사용량, 배출량의 계산방법

자주적 대처를 시작함에 있어서, 자사의 VOC의 사용량, 배출량의 계산할 필요가 있습니다.

1. 도료 등의 구입량과 재고량을 조사해, 아래와 같은 계산식에 적용합니다.

- 사용량 1 = (도료 구입량-연도 말 재고량+전년도 재고량)×(1-고형 분율)
- 사용량 2 = (퍼티 구입량-연도 말 재고량+전년도 재고량)×(1- 고형분율)
- 사용량 3 = 신나 구입량 - 연도 말 재고량 + 전년도 재고량
- 연간 VOC 사용량 = 사용량 1+2+3

2. 배출량을 계산합니다.

- 배출량 1 = (도료 구입량-연도 말 재고량+전년도 재고량-폐 도료)×(1-고형 분율)
- 배출량 2 = (퍼티 구입량-연도 말 재고량+전년도 재고량-폐기 양)×(1-고형분율)
- 배출량 3 = 신나 구입량-연도 말 재고량+전년도 재고량-폐 신나
- 연간 VOC 배출량 = 배출량 1+2+3

[그림 29] 일본자동차차체정비협동조합연합회(JABRA)의 개정된 대기오염방지법(VOC 배출 억제)에 따른 자주적 대처 예시

□ 자발적인 노력에 의한 VOC 감소 대책의 개념과 그 방법

사업소에서 VOC의 환경으로의 배출을 억제하기 위해서 먼저 필요한 것은, 처음부터 고가의 VOC 제거 설비를 설치하는 것이 아니라, VOC를 취급하는 공정을 재검토해 기존의 배출량의 저감을 도모하는 것(공정내 대책)이 필요합니다. 그리고 저감에는 이어지지 않는 경우에, 방지시설 이용을 고려한다.

(1) 공정내 대책

대책을 검토하는데 있어서 최초로 필요한 검토는, 공정 자체와 배출원의 실태의 파악입니다.

(2) 도장·부스의 설치

부스란, 방화, 작업자의 건강 대책, 도막 품질 확보 등을 위해, 도장에 의해 발생하는 도장 미스트 및 용제로서 사용되고 있는 VOC를 강제 배기하는 것을 주로 목적으로 설치하는 장치입니다.

□ 페인트 사용

저 VOC 도료란, 안료 등의 비휘발분 이외에 포함되는 성분 중, VOC 성분이 매우 적거나, VOC 성분을 포함하지 않는 도료를 말합니다.

□ 낮은 VOC 페인트의 종류 및 특징

종류	장점	비고
수성 페인트	- 물에 의한 희석이 가능 - 젖은 표면에 도포 가능 - 냄새가 적다	- 도장 시의 온습도의 조절이 필요
고 솔리드형 페인트	- 설비에 대폭적인 변경이 필요 없음	- 수지를 저분자화하기 위해 도막 성능에 주의가 필요 - 도장 작업성에 배려가 필요

주) 수성 페인트란, 물이 도료 또는 희석제의 중심이 되는 도료를 말한다. 고 솔리드 형페인트란, 도료 용제 또는 희석 용제로서 VOC를 함유하지만, 안료 등의 비 휘발분의 함유율이 높은 도료를 말한다.

□ VOCs 배출 억제 실시 발생원 대책(도장 부스)

시책	배출개소	대책 내용	대책 실시예
발생원 대책	페인트 부스	① 도장 효율 향상 ② 사용량 감소 ③ 낮은 VOC 페인트 채택	① 저압건 ② 세정 시너 사용량 저감 회수 ③ 수성 도료의 채용 ④ 하이솔리드 도료의 채용

[그림 30] 일본자동차자체정비협동조합연합회(JABRA)의 자발적인 노력에 의한 VOC 감소 대책의 개념과 그 방법 예시

일본은 대기오염방지법에서 VOCs를 규제하기 위하여 도장시설과 도장 건조시설을 포함한 배출 기준을 시설 및 규모에 따라 다양하게 설정하여 관리하고 있다. 자동차 제조와 관련된 도장시설의 배출 기준은 2006년 4월 1일 이후 설치된 도장시설의 경우는 [표 21]에서 제시된 것과 같이 수성화 등 대책기술의 도입이 가능하므로 400ppmC이고, 기시설의 도장시설인 경우에는 수성화 등 대상 기술의 도입이 곤란하기 때문에 다른 종류의 도장시설과 같은 방법으로 700ppmC로 배출허용기준 농도를 규정하였다.

일본의 자동차수리 도장시설에 대한 VOCs 관리 대책은 자발적인 VOCs 저감을 유도하고 규모가 큰 분무도장시설의 경우 THC를 기준으로 배출구 규제를 배출허용기준으로 하고 있다.

[표 22] 일본의 VOC 배출허용기준 농도

시설	시설 규모	배출허용기준농도 (THC 등가계수 1)	
		자동차 제조용	신설 400 ppmC 기존 700 ppmC
도장 시설 (분무도장에 한정)	송풍용량 100,000 m ³ /hr 이상	그 외	700 ppmC
		목재 제품 제조용	1,000 ppmC
도장 건조 시설 (분무 및 전착도장 제외)	송풍용량 10,000 m ³ /hr 이상	그 외	600 ppmC

<출처 : 일본 환경성, 휘발성유기화합물(VOC)의 배출억제 제도 개요>

3절. 안산 지역의 자동차 보수용 도료 사업장 전수조사

1. 자동차 보수 정비업체 사업장 현장조사 결과

자동차 보수 정비업체의 사업장 현장조사는 5월부터 10월까지 진행되었다. 정비업체의 사장 상 진행하지 않은 업체를 제외한 40개 업체에 대해 일반현황 및 설문조사를 실시하였다.

안산지역의 자동차 보수 정비업체에 대한 전수조사에 대한 상세한 내용과 세부사항은 2장의 연구 방법 및 내용에 상세히 설명하였다. 현장조사는 2인 1종로 진행하였으며, 사업장 대표자 또는 도장 관련 책임자를 대상으로 인터뷰 방식으로 진행하였다.

현장조사는 사업장 현황, 방지사설, 수성사용 현황, 대기배출시설 설치 허가 등을 조사하였으며, 사진으로 현장 현황을 확인하였다. 아래의 [그림 31]에는 대표적인 사업장 현장조사 결과를 나타내었다.

[그림 32]는 사업장 현장 조사 사진으로 사업장 전경, 도장부스, 수성도료 도장 관련 장비, 방지사설, 도장부스 내부사진, 수성도료 보관시설, 사용중인 수성도료, 유성도료 보관시설 등을 상세히 기록하여 현황조사 결과 분석시 사용하였다.

구분	세부내용
사업장명	(주)안산도터스
사업장등록번호	134-81-04860
주소	안산시 단원구 연수원로 17
연락처	031-494-0131
규모(급)	1급
직원 수	34명
일일조업시간	8시간/일, 300일/년
방지사설	- 여과 및 흡착에 의한 시설 - 분리시설
도장부스	3개
주 사용 도료	- 노루 Water-Q SYSTEM, - KCC paint SUMIX
수성도료 전환 시점	2~3년 전
수성도료 사용 비율	100%

<대기배출시설설치 신고증명서>

[그림 31] 사업장 현황 현장 조사 결과



[그림 32] 사업장 현장 조사 사진

2. 사업장 설문조사 결과

사업장 현장조사를 통한 설문조사 결과는 업체 대표 또는 도장 관련 책임자 및 작업자에게 구두로 인터뷰 방식으로 조사하였다. 일부 답변의 경우 구체적인 수치가 아닌, 경험 또는 개인적인 견해를 정리하였다. 전체 73개 중 40개에 대해 설문조사를 진행할 수 있었다. 이는 환경부 수도권대기환경청의 공문과 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부의 협조를 받아 진행하였음에도 불구하고 방문 및 조사에 대한 거부감 큰 상황이었다. 향후 상세한 업체 현황조사를 위해서는 수도권대기환경청, 경기도, 안산시의 행정지도시 추작적인 현황조사를 수행하며 좋을 것으로 판단된다.

사업장 설문조사의 결과는 업체의 민감한 정보들이 같이 포함되어 있어 구체적인 업체명을 표시하지 않고 업체 수 또는 전체 답변에서의 비율을 항목 별로 정리하여 제시하였다.

따라서, 설문조사 및 현장조사 결과에서 공개 가능한 결과를 토대로 연구결과 제시하였다. 조사된 결과는 사업장 일반현황, 수성도료 사용 현황, 안전용품 사용현황, 수성도료 교육 관련, 방지시설 현황 구분하였다.

가. 사업장 일반 현황

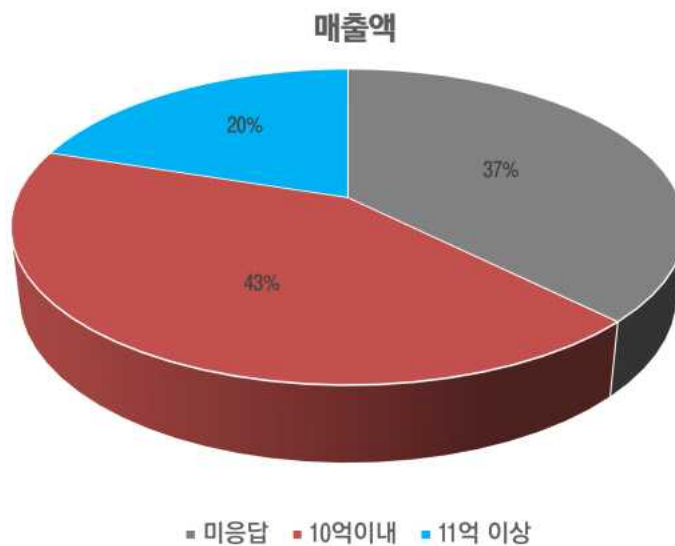
안산시 자동차 보수 정비업체 40곳에 대한 조사를 실시하였다. 조사 결과 1급의 시설수는

38곳 중 21개로 53%를 차지하였으며, 2급 시설은 19개로 47%로 나타났다[그림 33].



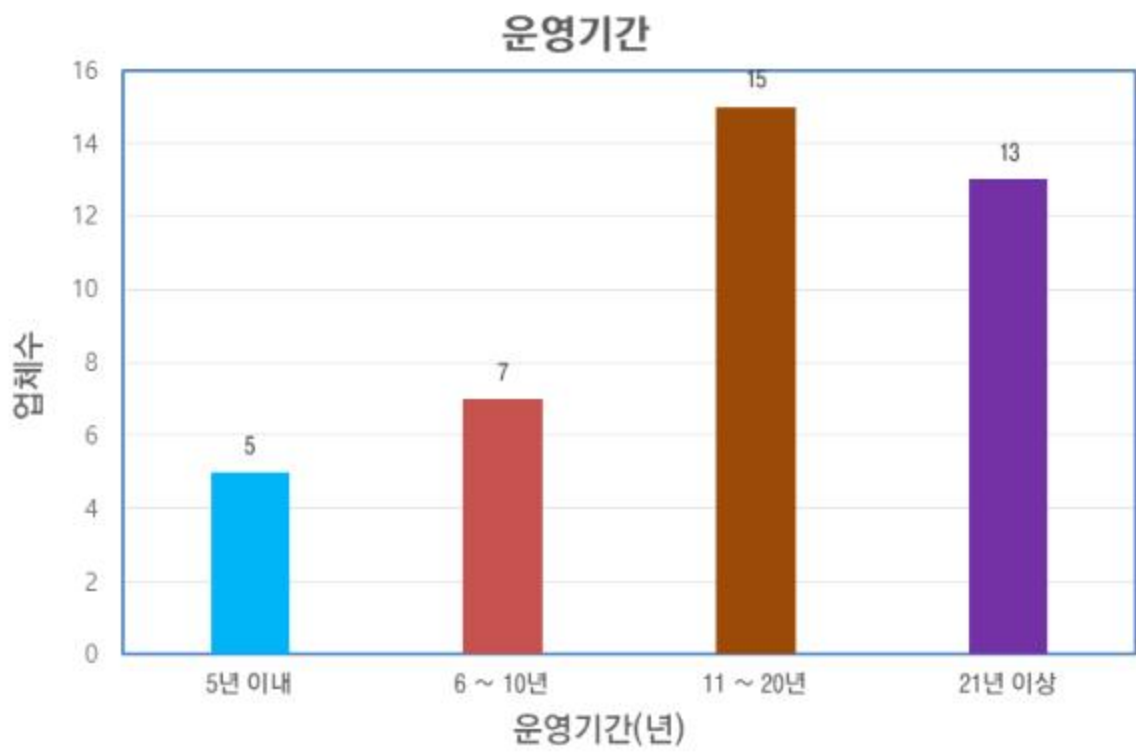
[그림 33] 사업장 설문조사 결과 - 시설규모

자동차 보수업체의 매출액은 11억 이상이 46%, 10억 이내가 17%로 나타났으며, 응답하지 않은 무응답이 37%이었다[그림 34].



[그림 34] 사업장 설문조사 결과 - 매출액

정비업체 운영기간은 11년에서 20년 사이가 14개로 가장 많았으며, 5년 이내인 곳도 5곳으로 조사되었다. 이 설문조사는 사업자 변경 유무(동일장소에서 정비업체 최초운영) 등이 고려되지 않았다[그림35].



[그림 35] 사업장 설문조사 결과 - 업체별 운영기간

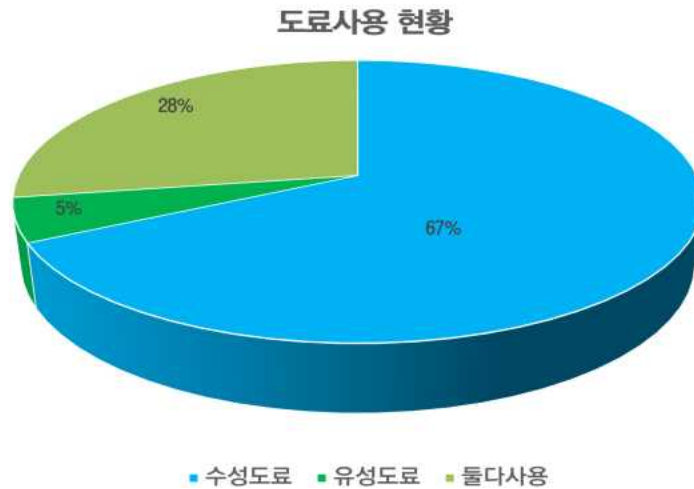
시설 규모별로 조사한 결과는 [표 22]에서와 같이 1급 정비업체의 운영기간은 20년이 넘었으나, 2급 정비업체의 운영기간은 13년 정도로 1급 정비업체의 운영기간이 길게 나타났다. 매출액은 1급이 23.4억원으로 2급 7억원에 비해 3배 이상 높았다. 근로자수도 1급이 20여명으로 6명인 2급에 비해 3배이상 높게 나타났다. 매출액의 경우 정확한 매출자료를 기반으로 작성된 설문조사가 아닌 대표자의 구두 답변에 의한 내용을 정리한 자료로 객관성이 높지 않다.

[표 23] 자동차 정비업체 분류별 내용

시설규모	운영기간(년)	매출액(억원)	근로자(수)	1인당 매출액(원)
1급	20.3	23.4	20.3	1.15
2급	12.7	7.0	6.2	1.13

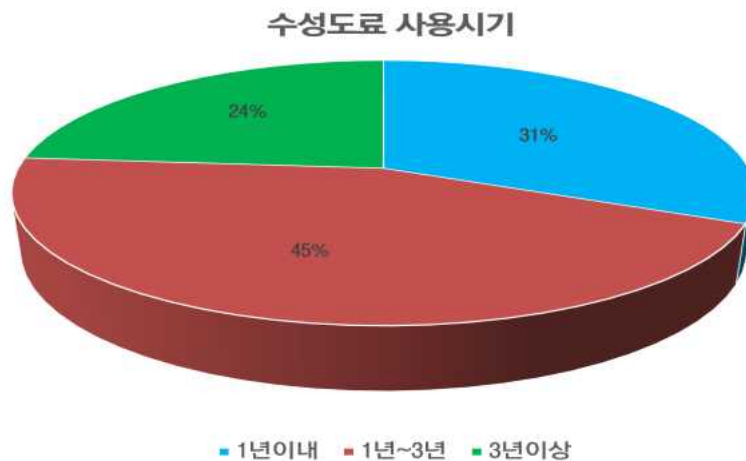
나. 수성도료 사용 현황

수성도료의 사용은 조사한 정비업체 모두 정부정책(법률 개정)에 의한 것이라고 응답하였으며, 수성도료 사용시 유성도료에 비해 작업시간이 더 오래 걸린다고 응답하였다. 수성도료를 사용한다는 업체의 경우도 하도나 상도 투명 작업시에는 유성도료를 사용한다고 응답하였다. 한편, 수성도료와 유성도료를 둘 다 사용한다는 정비업체의 경우, 유성 사용은 화물차, 오래된 차량으로 색이 없는 경우 유성을 사용한다고 응답하였다[그림 36].



[그림 36] 사업장 설문조사 결과 - 도료사용 현황

수성도료 도입시기는 1년에서 3년 사이가 14개 정비업체로 가장 많았다. 1년 이내에 도입했다는 정비업체의 경우도 30%로 나타나 정부정책에 빠르게 적응하는 형태를 보였다[그림 37].

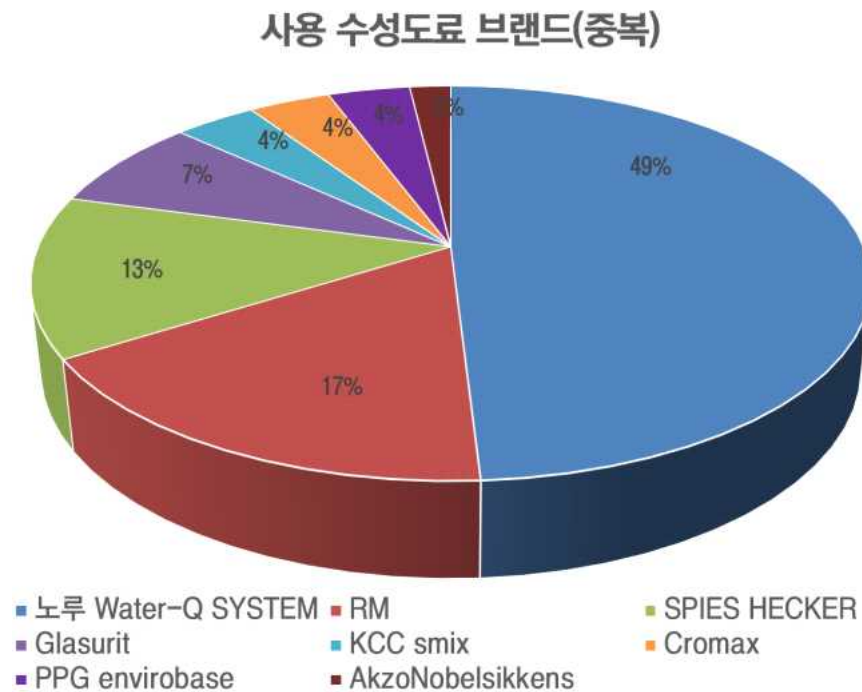


[그림 37] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시기

수성도료는 [그림 38]과 같이 주로 국내산인 노루페인트를 50% 넘게 사용하였으며, 삼화페인트를 10% 사용하고 있었다. 국외 제품으로는 엑솔타코리아 수성도료가 17%, 바스프 7%, 피피지코리아 5% 순으로 사용하고 있었다. [표 23]은 국내에서 자동차보수용 도료로 사용 중인 수성도료 제조사(판매사) 및 제품 현황으로 8개 제품의 수성도료가 사용하고 있으며, 국내는 노루페인트, KCC 2곳이며, 나머지 6곳은 국외 제품이었다.

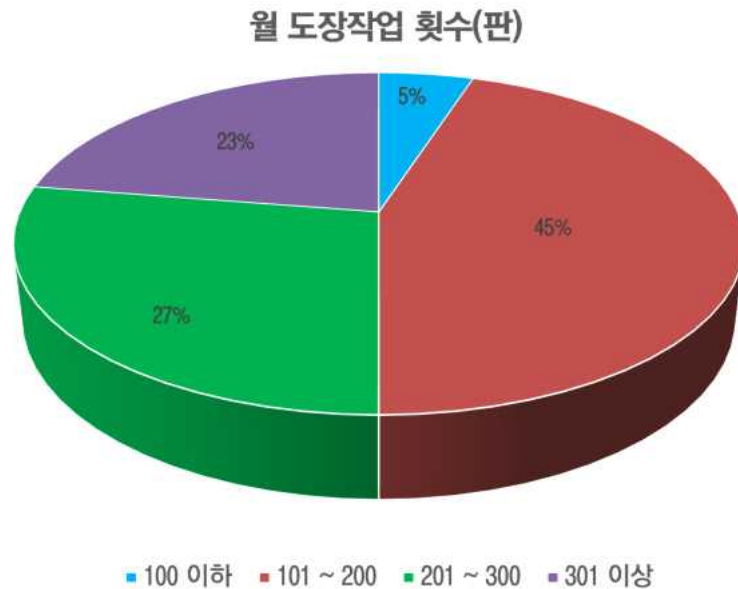
[표 24] 자동차보수용 도료로 사용 중인 수성도료 제조사(판매사) 및 제품명

제조사(판매사)	제품명
노루페인트	노루 Water-Q system
노루페인트	AkzoNobelsikkens(국외)
삼화페인트	RM(국외)
엑솔타코리아	SPIES HECKER(국외)
조광페인트	GLASURIT(국외)
KCC	KCC smix
엑솔타코리아	Cromax(국외)
피피지코리아	PPG envirobace(국외)



[그림 38] 사업장 설문조사 결과 - 사용 수성도료 브랜드(중복)

월 도장작업 횟수는 [그림 39]에서 같이 한달에 101판에서 200판을 도장한다는 정비업체가 거의 절반으로 조사되었다. 201에서 300판 도장하는 정비업체가 26% 이었으며, 301판 이상 도장하는 업체도 20%로 조사되었다. 일반적으로 정비업체에서는 2~3판 도장의 경우 차량 1대 도장으로 계산하였다. 다른 연구(도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(Ⅲ), 2021년)에서는 6판의 도장을 차량 1대의 도장으로 판단하는 경우도 있다.



[그림 39] 사업장 설문조사 결과 - 월 도장횟수(판)

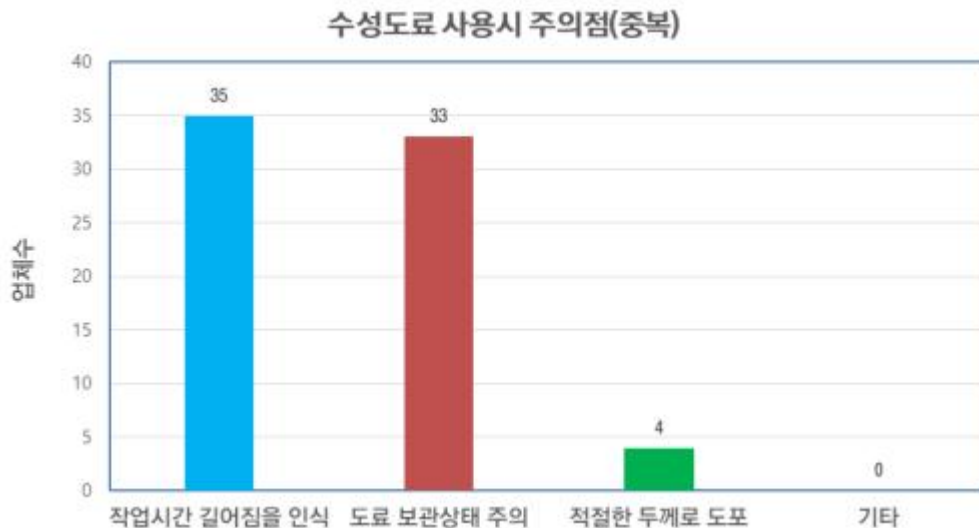
수성도료를 사용하는 33개 업체를 대상으로 나타난 설문조사 결과를 보면, 수성도료 사용시 문제점으로는 [그림 40]과 같이 유성도료보다 처리시간이 길다는 응답이 32개 업체로 거의 대부분의 정비업체들이 응답하였으며, 수성도료의 가격이 유성도료보다 더 비싸다고 응답한 정비업체가 26개 업체로 조사되었다. 마감 품질이 유성도료보다 떨어진다고 응답한 경우는 2곳으로 조사되었다.

수성도료에 대한 업체들의 의견은 작업시간 길고과 작업성이 어렵고, 가격이 비싸며, 품질도 유성에 비해 좋지 않다는 판단을 하고 있다. 또한 본 설문결과에 포함되어 있지 않지만 수성도료를 이용하여 조색 및 도색하려면 기존 유성도료에 비해 전문성이 필요한 상황이여서, 기존 유성도료를 사용하였던 작업자들이 작업능률과 조색 및 품질 등의 조건을 만족하기 어려워서 도입에 대한 거부감이 있는 상황이다.



[그림 40] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시 문제점(중복)

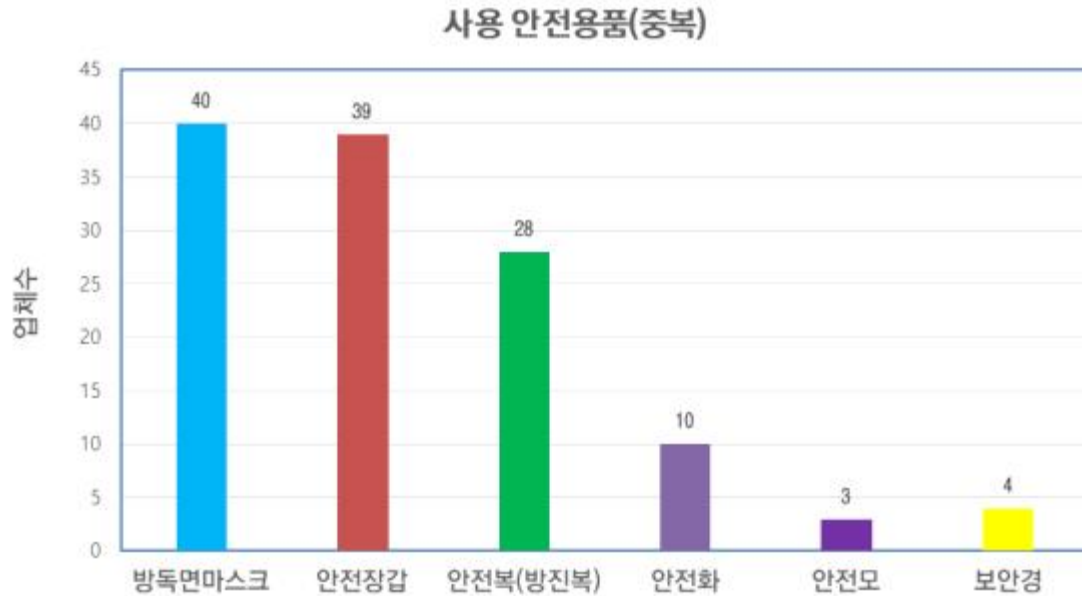
수성도료 사용시 주의할 점으로는 앞서 언급한 바와같이 유성도료보다 처리시간이 길다는 점을 인식하여야 한다는 응답이 대부분의 정비업체에서 응답하였으며, 도료의 보관상태를 주의하여야 한다는 경우도 28곳이 응답하였다. 수성도료는 유성도료에 비해 겨울철과 여름철에 온도조절 해야 한다는 점에서 정비업체에서 어려움을 겪고 있었다[그림 41].



[그림 41] 사업장 설문조사 결과 - 수성도료 사용시 주의점(중복)

다. 안전용품 사용 현황

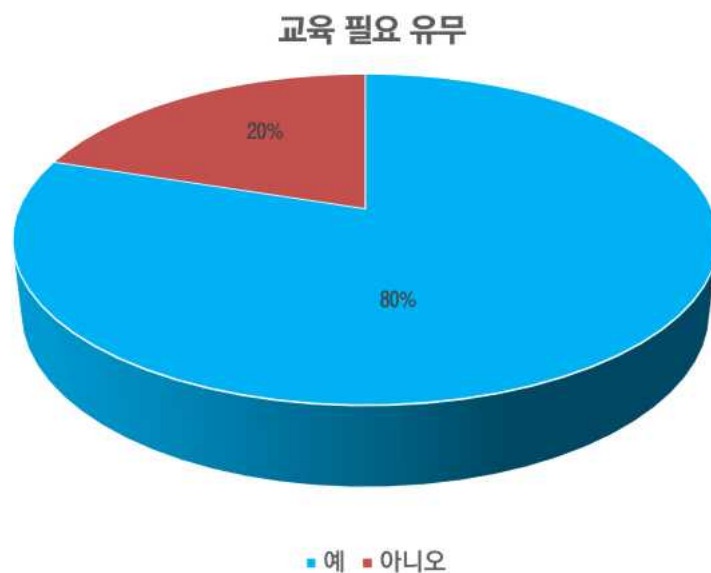
도장작업시 모든 정비업체에서 마스크와 안전장갑을 착용하는 것으로 조사되었다. 안전복을 입고 도색하는 경우도 26개 업체로 나타나 안전에 대한 인식이 높음을 알 수 있었다[그림 42].



[그림 42] 사업장 설문조사 결과 - 사용 안전용품(중복)

라. 수성도료 교육

수성도료 도장에 대한 교육이 필요하다고 응답한 정비업체는 [그림 43]과 같이 28개로 80%로 나타났으며, 교육이 필요없다고 응답한 경우도 20%이었다. 교육이 필요 없다고 응답한 경우는 수성도료 도장에 대해 이미 알고 있어서 능숙하여 필요 없다고 응답하였다. 수성도료 교육을 받지 않은 곳은 2곳이었으며, 유성도료 사용 업체 1곳, 수성도료 사용이 이미 익숙하다는 곳이 1곳으로 조사되었다. 수성도료의 교육은 100% 도료 제조업체를 통하여 받았으며, 일부는 자동차 브랜드 본사 및 지사체라고 중복 응답한 경우도 있었다. 수성도료를 사용하는 대부분의 업체에서는 도료 제조사 및 판매사에서 수성도료 관련 교육은 1회 이상 받은 상황이었다.



[그림 43] 사업장 설문지 조사결과 - 교육 필요 유무

마. 방지시설 관련

대기 오염물질을 제거하는 방지시설의 설치는 100%이었으며, 1곳을 제외(방지시설 효과가 없어 사용하지 않음)하고는 모두 사용 중이었다. 방지시설의 종류는 습식이 2곳, 활성탄+습식 2곳, 나머지는 모두 활성탄을 사용하였다. 수성도료 전환 후 바닥 필터 등의 교체 주기는 3곳을 제외하고는 증가하였다고 응답하였으며, 3곳은 교체 주기의 증감이 없었다고 응답하였다. 습식에 의한 방지시설은 [그림 44]와 같이 전체 10%인 4곳에서 사용 중이었고, 나머지 36개 업체는 활성탄 흡착탑을 사용하고 있었다. [표 24]는 안산지역 자동차 수리 도장 업체별 수성 도장부스와 방지시설 현황이다.

조사결과에서 습식 방지시설은 흡수에 의한 방지시설의 종류로 흡수액(물)으로 VOCs와 먼지를 흡수 및 집진한 후, 흡수된 VOCs는 생물학적 방법(미생물 이용)으로 제거하는 방지기술을 의미한다. 이 습식 방식은 보수용 도료의 수성화에 따라 도료 및 희석제에 수분 및 수용성 성분의 함량이 높아짐에 의해 활성탄 흡착탑에서 발생하는 VOCs와 수분의 경쟁흡착 및 도료의 활성탄 표면의 코팅 등의 문제 등이 발생하고 있어, 수성도료 전용 방지시설로 관심 높아지고 있으며, 국내 도장업체에 많이 보급되는 방지기술이다.



[그림 44] 사업장 설문조사 결과 - 방지시설 종류

[표 25] 안산지역 자동차 수리 도장 업체별 수성 도장부스와 방지시설 현황

No.	업체명	수성 부스	방지시설	No.	업체명	수성 부스	방지시설
1	안산모터스	×	활성탄	21	보국자동차공업사	×	활성탄
2	우리자동차장비(주)	×	세정바이오	22	정석모터스	×	활성탄
3	오토피아	×	활성탄	23	(주)신종합정비	×	활성탄
4	동안산서비스기아오토큐(주)	○	활성탄	24	한국지엠안산서비스센터	×	활성탄
5	(주)안산현대서비스	○	활성탄, 세정바이오	25	반월카독크	×	활성탄
6	세기자동차정비(주)	×	활성탄	26	현대정비	×	활성탄
7	군자자동차공업사	○	활성탄	27	태웅자동차정비(주)	×	세정바이오
8	키이지모빌리티안산서비스센터	×	활성탄	28	안산사동서비스기아오토큐	×	활성탄
9	모토테크	×	활성탄	29	경기공업사	×	활성탄
10	상원자동차정비(주)	×	활성탄	30	세림자동차정비	×	활성탄
11	(주)동양정비	○	활성탄	31	호성자동차정비	×	활성탄
12	(주)형제자동차정비	×	활성탄	32	상록한마음모터스(주)	×	활성탄
13	에스엠모터스	×	활성탄	33	(주)사동현대서비스	×	활성탄
14	(주)중앙카독크	○	활성탄	34	본오모터스	×	활성탄
15	대일자동차정비	×	활성탄	35	서진모터스	×	활성탄
16	마이카모터스	×	활성탄	36	(주)신광자동차정비	×	활성탄, 습식
17	현진모터스정비센터	×	활성탄	37	1공단모터스(주)	○	활성탄, 습식
18	삼양자동차공업사	×	활성탄	38	(주)1급 현대정비	×	세정바이오
19	(주)안산종합공업사	×	활성탄	39	선부자동차 정비(주)	×	활성탄, 습식
20	제일카독크	×	활성탄	40	(주)서부중앙정비	×	활성탄, 습식

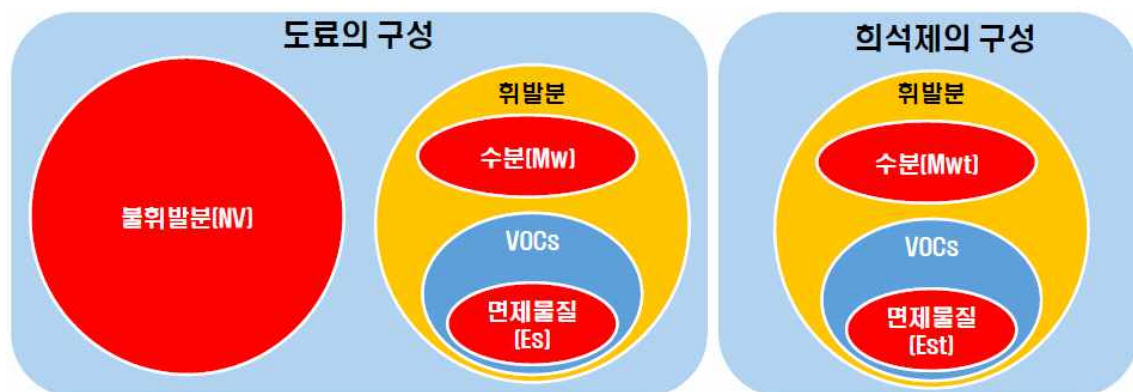
4절. 수성전환을 위한 필요 지원방안 등 대책 마련 연구

1. 유성 및 수성 도료의 VOCs 배출량 비교 분석

자동차 수리도장 공정에서 사용되는 도료는 각 작업 단계별로 하도, 상도 공정에 따라 매우 다양하며 그 종류 또한 공정별로 매우 다양하게 사용된다.

환경부 국립환경과학원에서 발간한 “2017 도료 중 VOCs 함량 분석 업무편람”은 우리나라 공급도료 내 VOC 함유기준의 단계적 설정 및 기준강화 및 도료 제조(수입)·판매자에 대한 의무 부과로 도료 중 VOC 기준 시험방법을 정립한 자료이다. 도료 VOC 함량분석 편람에서는 도료의 VOC 함량을 도료와 희석을 구분지어 VOC 분석을 진행하고 그 결과를 희석제의 최대 희석비를 고려하여 계산하고 있다. 도료 및 희석제의 구성은 [그림 45]와 같다. 도료에서 VOC 함량은 도료의 전체 무게 중 불휘발분, 수분, 면제 물질 등을 제외한 나머지 물질의 양을 말하고, 희석제는 일반적으로 고형분이 없으므로 희석제의 VOC 함량은 수분과 면제물질을 제외한 나머지 물질의 양을 말한다.

2023년 6월 19일 개정된 “도료 중 휘발성유기화합물 함유량 산정방법, 용기 표시사항 등에 관한 고시”에 의하며 상도-basecoat의 경우 VOCs 함유량 기준(200g/L) 산정시 면제물질을 적용하지 않도록 규정을 변경하였다. 이 고시 개정은 상도-basecoat의 경우 수성도료 이외에는 사용할 수 없다는 의미를 반영하고 있다. 이는 면제물질은 이용한 유성도료의 제조 판매를 하려는 제조사 및 판매사의 편법을 사전 차단할 수 있을 것으로 판단된다.

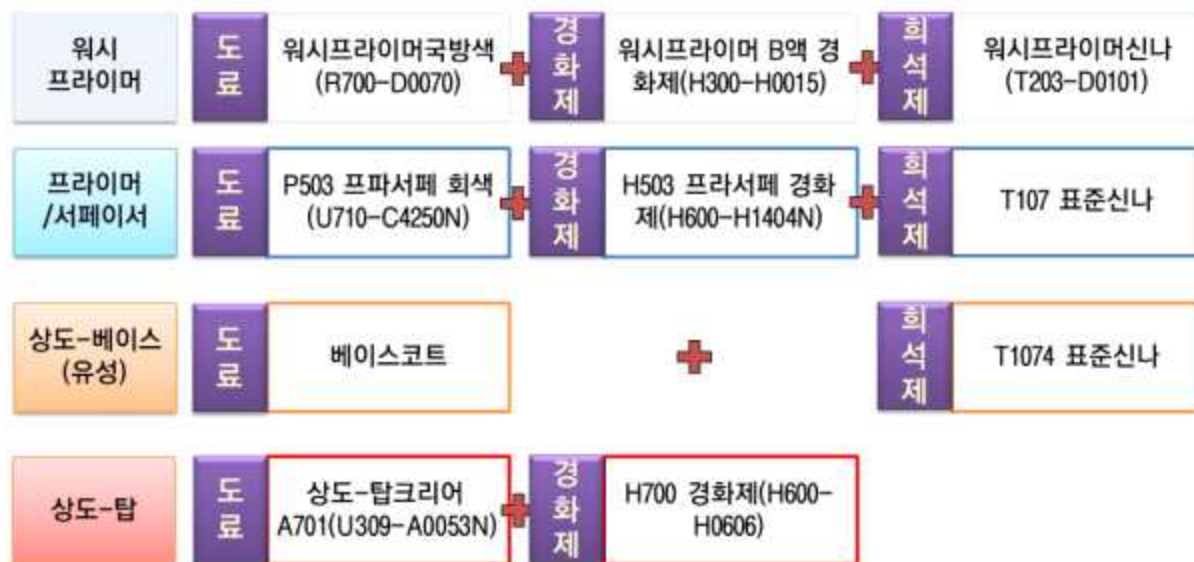


[그림 45] 도료 및 희석제의 구성

본 연구에서 사용된 자동차보수용 도료관련 자료는 “도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년” 연구 결과를 토대로 도료의 종류 및 MSDS 자료를 이용하여 VOCs 배출량을 산출하였다.

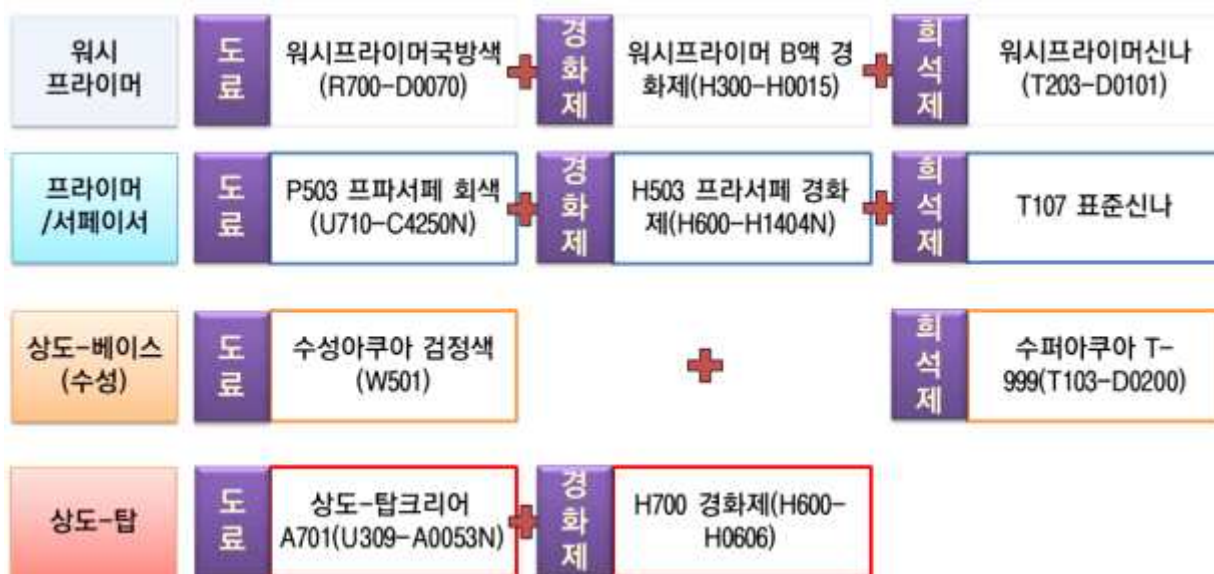
가. 자동차 수리 도장시설의 공정별 VOCs 배출량 산정을 위한 사용도료 현황

자동차보수 도장공정에서 사용되는 도료는 각 작업 단계별로 워시프라이머, 프라이머/서페이서, 상도-베이스(유성, 수성), 상도-탑으로 구성되어 있고, 각각에 사용된 도료, 경화제, 희석제 제품은 아래 [그림46], [그림 47]에 나타난 것과 같다.



[그림 46] 자동차 수리도장 프로세스(상도 베이스-유성)

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년>



[그림 47] 자동차 수리도장 프로세스(상도 베이스-수성)

<출처 : 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(II)(국립환경과학원), 2021년>

나. MSDS를 이용한 VOCs 함유량 및 오존발생지수와 미세먼지 발생지수 확인

각 제품의 MSDS로부터 구성성분의 명칭 및 함유량을 적용하여 VOCs 함유량과 도료와 용제는 VOCs 물질과 영업비밀 물질, 비휘발 물질, VOCs 물질 가운데에는 면제물질에 대한 내용으로 VOC 함유량을 계산 후 배출량을 산정하여 [표 25]에서 [표 29]에 나타내었다. 각 도장공정별 도료, 첨가제 및 희석제의 상용량은 수성도료가 사용되는 상도-베이스코트를 대상으로 중형 승용차(소나타) 본넷 1판을 도장할 때 유성도료와 수성도료의 사용량 기반으로 각 도료별 MSDS를 반영하였다.

또한, 각 도장공정과 상도 베이스코트의 유성 및 수성도료 종류에 따른 MSDS 기반의 VOCs 물질별 농도를 광화학적 오존 생성 기여도(POCP: Photochemical Ozone Creation Potential, 이하 오존발생지수), 이차유기 에어로졸 형성 기여도(SOA: Secondary Organic Aerosol Potential, 이하 미세먼지발생지수)로 변화하여 유성도료와 수성도료의 오존 및 미세먼지 기여도를 평가하였다.

본 연구에서 사용된 오존발생지수와, 미세먼지발생지수는 [표 31]에서 제시한 참고문헌 (Derwent et al., 2007 Reactivity-based strategies for photochemical ozone control in Europe, Environmental Science & Police, 10(5), 443-453, 2010 Secondary organic aerosol formation from a large number of reactive manmade organic compounds, Science of the Total Environment, 498, 3374-3381)을 이용하여 POCP(Photochemical Ozone Creation Potential, ethylene = 100) SOAP(Secondary Organic Aerosol Potential, toluene = 100)으로부터 계산하였다.

[표 26] MSDS를 이용한 워시프라이머 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정

용도 구분		TDS / MSDS			MSDS 추정 VOCs 함유량 분석				오존발생 지수 및 미세먼지 발생 지수				
		도료명	총 도료사 용량 (g)	희석비 Wt (%)	도료 사용 량(g)	성분	물질명	성분발함량 Wt (%)	VOC (gVOC/kg)	POCP		SOAP	
										계산값	potential	계산값	potential
워시프라이머	워시 프라이머	워시 프라이머 국방색 (P700~ D0017)	375	61	228.8	휘발성분	2-Propanol	30.4%	69.5	-	-	-	-
							Toluene	21.7%	49.6	2,184	(44)	4,964	(100)
							Isobutanol	13.0%	29.7	-	-	-	-
							Methanol	6.5%	14.9	-	-	-	-
							Xylene	2.6%	5.9	470	(79)	451	(75.8)
							n-Butyl alcohol	2.6%	5.9	-	-	-	-
						Phenol	2.2%	5.0	-	-	-	-	
						면제물질	0.0%	-	-	-	-	-	-
						영업비밀	2.6%	5.9	-	-	-	-	
						불휘발분	18.3%	41.9	-	-	-	-	
	첨가제	워시 프라이머 B액 경화 제 (H300 ~H0015)	375	15	56.3	휘발성분	2-Propanol	68.4%	38.5	-	-	-	-
							면제물질	0.0%	0.0	-	-	-	-
							영업비밀	0.0%	0.0	-	-	-	-
							불휘발분	31.6%	17.8	-	-	-	-
	희석제	워시 프라이머 신나 (T203~ D0101)	375	24	90.0	휘발성분	2-Propanol	52.4%	47.2	-	-	-	-
							Toluene	33.3%	30.0	1,319	(44)	2,997	(44)
							Methanol	14.3%	12.9	-	-	-	-
						면제물질	0.0%	-	-	-	-	-	-
						영업비밀	0.0%	-	-	-	-	-	-
						불휘발분	0.0%	-	-	-	-	-	-
합계									3,973	-	8,412	-	

[표 27] MSDS를 이용한 프라이머/서페이서 공정 도료의 VOCs 함유량

용도 구분		TDS / MSDS				MSDS 추정 VOCs 함유량 분석				오존발생 지수 및 미세먼지 발생 지수			
		도료명	총 도료 사용량(g)	희석비 Wt (%)	도료 사용 량(g)	성분	물질명	성분별함량 Wt (%)	VOC (gVOC/kg)	POCP		SOAP	
										계산값	potential	계산값	potential
프라이머/ 서페이서	프라서제	P503 프 서제 희석 (U710- C4250N) (R700- D0017)	395	67	264.7	휘발성분	Xylene	12.3%	32.6	2,572	(79)	2,467	(75.8)
							Toluene	6.2%	16.4	722	(44)	1,641	(100)
							PGMEA	2.5%	6.6	-	-	-	-
							n-Butyl alcohol	2.5%	6.6	-	-	-	-
							Acetic acid ethyl ester	2.5%	6.6	-	-	-	-
							Ethylbenzene	2.5%	6.6	304	(46)	738	(111.6)
							Methyl Ethyl Ketone	2.5%	6.6	212	(32)	4	(0.6)
							2-Butoxyethanol	2.5%	6.6	-	-	-	-
	첨가제	H503 프 서제 경화 제 (H600- H1404N) (H300- H0015)	395	13	51.4	휘발성분	n-Butyl alcohol	56.1%	28.8	-	-	-	-
							Xylene	25.5%	13.1	1,034	(79)	993	(75.8)
							Ethylbenzene	3.1%	1.6	73	(46)	178	(111.6)
							연제물질	0.0%	0.0	-	-	-	-
							영양비밀	0.0%	0.0	-	-	-	-
	희석제	T107 표준 신나	395	20	79.0	휘발성분	Solvent naphtha, heavy arom.	14.63%	11.6	-	-	-	-
							Dimethyl carbonate	53.7%	42.4	-	-	-	-
							Acetone	24.4%	19.3	-	-	-	-
							4-Chlorobenzotrifluoride	7.3%	5.8	-	-	-	-
							영양비밀	0.0%	0.0	-	-	-	-
							불휘발분	0.0%	0.0	-	-	-	-
							합계						

[표 28] MSDS를 이용한 상도-베이스(유성) 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정

용도 구분		TDS / MSDS				MSDS 추정 VOCs 함유량 분석				오존발생 지수 및 미세먼지 발생 지수			
		도료명	총 도료 사용량(g)	희대희석비 Wt (%)	도료 사용 량(g)	성분	물질명	성분별함량 Wt (%)	VOC (gVOC/kg)	POCP		SOAP	
성도- 베이스 (유성)	성도- 베이스 (유성)	베이스코트	50	250	휘발성분	n-Butyl acetate	35.9%	89.8	2,334	-	-	-	-
						Xylene	16.3%	40.8	3,219	(79)	3,089	(75.8)	
						PGMEA	9.0%	22.5	-	-	-	-	
						Ethylbenzene	4.5%	11.3	518	(46)	1,256	(111.6)	
						면제물질	4.5%	11.3	-	-	-	-	
	첨가제	500	휘발성분	영엄비밀	15.9%	39.8	-	-	-	-			
				불휘발분	13.9%	34.8	-	-	-	-			
				휘발성분	-	-	-	-	-	-			
				면제물질	-	-	-	-	-	-			
				영엄비밀	-	-	-	-	-	-			
	희석제	T107 표준 신나	50	250	휘발성분	Solvent naphtha, heavy arom	14.63%	36.6	-	-	-	-	
						Dimethyl carbonate	53.7%	134.3	-	-	-	-	
						면제물질	24.4%	61.0	-	-	-	-	
						4-Chlorobenzotrifluoride	7.3%	18.3	-	-	-	-	
						영엄비밀	0.0%	0.0	-	-	-	-	
						불휘발분	0.0%	0.0	-	-	-	-	
						합계							

[표 29] MSDS를 이용한 상도-베이스(수성) 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정

용도 구분		TDS / MSDS				MSDS 추정 VOCs 함유량 분석				오존발생 지수 및 미세먼지 발생 지수				
		도료명	총 도료 사용량(g)	최대희석비 Wt (%)	도료 사용 량(g)	성분	물질명	성분별 함량 Wt (%)	VOC (gVOC/kg)	POCP		SOAP		
										계산값	potential	계산값	potential	
상도-베이스 (수성)	상도-베이스 (수성)	수퍼이쿠아 검정색 (W501)	330	83	273.9	휘발성분	2-Butoxyethanol	2.8%	7.7	-	-	-	-	
							N,N-Dimethylamino-2-ethanol	2.4%	6.6	-	-	-	-	
						면재물질		0.0%	0.0					
						영업비밀		14.2%	38.9	-	-	-	-	
						불휘발분	Water	71.1%	194.7	-	-	-	-	
									9.5%	26.0	-	-	-	-
	첨가제						휘발성분							
							면재물질							
							영업비밀							
							불휘발분							
희석제	수퍼이쿠아 T-999 (T103~D0200) (T203~D0101)		17.0	56.1	휘발성분	2-Butoxyethanol	2.6%	1.5	-	-	-	-		
								0.0						
					면재물질			0.0						
					영업비밀			0.0						
					불휘발분	Water	92.7%	52.0	-	-	-	-		
									합계	0.0		0.0		

[표 30] MSDS를 이용한 상도-탑 공정 도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 산정

용도 구분		TDS / MSDS				MSDS 추정 VOCs 발생량 분석				오존발생 지수 및 미세먼지 발생 지수			
		도료명	총 도료 사용량(g)	희대희석비 Wt (%)	도료 사용 량(g)	성분	물질명	성분별함량 Wt (%)	VOC (gVOC/kg)	POCP		SOAP	
상도- 탑코트	상도- 탑코트	상도-탑 크리어 A701 (U309- A0053N)	385	67	264.7	휘발성분	Xylene	22.9%	60.6	4,788	(79)	4,584	(75.8)
							PGMEA	13.8%	36.5	-	-	-	
							n-Butyl acetate	6.9%	18.3	475	(26)	-	-
							n-Butoxyethanol acetate	2.8%	7.4	-	-	-	
							Ethylbenzene	2.8%	7.4	341	(46)	827	(111.6)
							Toluene	2.3%	6.1	268	(44)	809	(100)
						면재물질		0.0%	-	-	-	-	-
							영업비밀		41.3%	109.3	-	-	-
	첨가제	H700 경화제 (H600- H0606)	33	130.4	휘발성분	Solvent naphtha, heavy arom.	6.9%	9.0	-	-	-	-	
						Solvent naphtha, light arom.	6.9%	9.0	-	-	-	-	
						PGMEA	2.8%	3.6	-	-	-	-	
						n-Butyl acetate	2.8%	3.6	95	(26)	-	-	
						면재물질	Dimethyl carbonate	23.0%	30.0	-	-	-	-
							4-Chlorobenzotrifluoride	13.8%	18.0	-	-	-	-
					영업비밀		0.0%	-	-	-	-	-	
						불휘발분		44.0%	57.4	-	-	-	-
합계									5,966		6,030		

유성 및 수성도료 사용에 대한 VOCs 발생량, POCP 및 SOAP 값 비교 표를 [표 30]에 나타내었다. 도장공정 중 수성도료가 사용되는 상도-베이스코트를 대상으로 중형 승용차(소나타) 본넷 1판을 도장할 때 유성도료와 수성도료의 VOCs 배출량 비교하였다.

비교 결과 유성도료는 426gVOC가 배출되었으나, 수성은 16gVOC가 배출되어 약 27배 많이 배출됨. 광화학적 오존 생성 기여도(POCP: Photochemical Ozone Creation Potential), 이차유기 에어로졸 형성 기여도SOAP(Secondary Organic Aerosol Potential)로 비교한 결과 유성도료는 POCP(6,070), SOAP(4,344)으로 수성도료는 POCP와 SOAP 모두 0으로, 수성도료의 경우 오존 및 미세먼지 발생에 기여한 물질이 없는 것으로 판단된다. 상도-베이스코트공정의 경우 수성도료 전환으로 오존과 미세먼지에 기여도가 거의 없는 것으로 판단할 수 있다.

본 결과는 상도-베이스공정의 유성도료의 수성도료 전환에 대한 부분만 비교하였고, 향후 중도, 하도, 상도-탑 등의 공정에 수성도료 사용과 VOCs 저함유 도료가 개발되어 기존 유성도료를 대체할 경우 발생하는 VOCs 배출량의 감소와 오존 및 미세먼지 기여도 또한 줄어들 것으로 판단된다.

[표 31] 유성 및 수성도료의 VOCs, POCP, SOAP 발생량 비교

상 도 유 성	용도구분	도료			경화제			희석재		
		VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP	VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP	VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP
	워시프라이머	228.8	2,654	5,415	56.3	-	-	90.0	1,319	2,997
	프라/서페	264.7	6,810	4,851	51.4	1,108	1,170	79.0	-	-
	상도-베이스(유성)	250.0	6,070	4,344	-	-	-	250.0	-	-
	상도-탑	264.7	5,871	6,030	130.4	95.0	-	-	-	-
	합계	1,008.2	21,405	20,640	238.1	1,203	1,170	419.0	1,319	2,997

상 도 수 성	용도구분	도료			경화제			희석재		
		VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP	VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP	VOC (gVOC/kg)	POCP	SOAP
	워시프라이머	228.8	2,654	5,415	56.3	-	-	90.0	1,319	2,997
	프라/서페	264.7	6,810	4,851	51.4	1,108	1,170	79.0	-	-
	상도-베이스(수성)	273.9	-	-	-	-	-	56.1	-	-
	상도-탑	264.7	5,871	6,030	130.4	95.0	-	-	-	-
	합계	1,032.1	15,335	16,296	238.1	1,203	1,170	225.1	1,319	2,997

[표 32] VOCs에 대한 POCP 및 SOAP 기여도 평가표

No.	Compound	분자식	POCP	SOAP	No.	Compound	분자식	POCP	SOAP
1	Isobutane	C4H10	28	0	45	Decane	C10H22	36	7
2	1-Butene	C4H8	104	1.2	46	1,2,4-Trimethylbenzene	C9H12	110	20.6
3	Butane	C4H10	31	0.3	47	m-Diethylbenzene	C10H14		
4	trans-2-Butene	C4H8	116	4	48	p-Diethylbenzene	C10H14		
5	cis-2-Butene	C4H8	113	3.6	49	n-Undecane	C11H24	36	16.2
6	Isopentane	C5H12	34	0.2	50	n-Dodecane	C12H26	33	34.5
7	1-Pentene	C5H10	95	0	51	Freon 12	CCl2F2		
8	Pentane	C5H12	40	0.3	52	Methyl chloride	CH3Cl	1	
9	Isoprene	C5H8	114	1.9	53	Freon 114	C2Cl2F4		
10	trans-2-Pentene	C5H10	111	3.1	54	Vinyl chloride	C2H3Cl		
11	cis-2-Pentene	C5H10	109	3.1	55	1,3-Butadiene	C4H6	89	1.8
12	2,2-Dimethylbutane	C6H14	22		56	Methyl bromide	CH3Br		
13	Cyclopentane	C5H10	50		57	Ethylchloride	C2H5Cl	11	
14	2-Methylpentane	C6H14	41	0	58	Freon 11	CCl3F		
15	3-Methylpentane	C6H14	43	0.2	59	Acrylonitrile	C3H3N		
16	Hexene	C6H12	8	0	60	1,1-Dichloroethene	C2H2Cl2		
17	Hexane	C6H14	40	0.1	61	Dichloromethane	CH2Cl2		
18	Methylcyclopentane	C6H12	49		62	3-Chloropropylene	C3H5Cl		
19	2,4-Dimethylpentane	C7H16			63	Freon 113	C2Cl3F3		
20	Benzene	C6H6	10	92.9	64	1,1-Dichloroethane	C2H4Cl2		
21	Cyclohexane	C6H12	28	0	65	cis-1,2-Dichloroethylene	C2H2Cl2		
22	2-Methylhexane	C7H16	32	0	66	Chloroform	CHCl3	0	
23	2,3-Dimethylpentane	C7H16		0.4	67	1,2-Dichloroethane	C2H4Cl2		
24	3-Methylhexane	C7H16	42	0	68	Methyl chloroform	C2H3Cl3		
25	2,2,4-Trimethylpentane	C8H18			69	Carbontetrachloride	CCl4		
26	Heptane	C7H16	35	0.1	70	1,2-Dichloropropane	C3H6Cl2		
27	Methylcyclohexane	C7H14	65		71	Trichloroethylene	C2HCl3	29	
28	2,3,4-Trimethylpentane	C8H18			72	cis 1,3-Dichloropropene	C3H4Cl2		
29	Toluene	C7H8	44	100	73	trans 1,3-Dichloropropene	C3H4Cl2		
30	2-Methylheptane	C8H18	34		74	1,1,2-Trichloroethane	C2H3Cl3		
31	3-Methylheptane	C8H18	37		75	1,2-Dibromoethane	C2H4Br2		
32	Octane	C8H18	34	0.8	76	Tetrachloroethylene	C2Cl4	1	
33	Ethylbenzene	C8H10	46	111.6	77	Chlorobenzene	C6H5Cl		
34	m,p-Xylene	C8H10	79	75.8	78	1,1,2,2-Tetrachloroethane	C2H2Cl4		
35	Styrene	C8H8	5	212.3	79	m-Dichlorobenzene	C6H4Cl2		
36	o-Xylene	C8H10	78	95.5	80	p-Dichlorobenzene	C6H4Cl2		
37	Nonane	C9H20	34	1.9	81	o-Dichlorobenzene	C6H4Cl2		
38	Isopropylbenzene	C9H12	32	95.5	82	1,2,4-Trichlorobenzene	C6H3Cl3		
39	n-Propylbenzene	C9H12	38	109.7	83	Hexachloro 1,3-butadiene	C4Cl6		
40	m-Ethyltoluene	C9H12	78	100.6	84	Methyl ethyl ketone	C4H8O	32	0.6
41	p-Ethyltoluene	C9H12	63	69.7	85	Isobutyl alcohol	C4H10O		
42	1,3,5-Trimethylbenzene	C9H12	107	13.5	86	Methyl isobutyl ketone	C6H12O	52	
43	o-Ethyltoluene	C9H12	73	94.8	87	Butyl Acetate	C6H12O2	26	0
44	1,2,3-Trimethylbenzene	C9H12	105	43.9	88	Isopropyl alcohol	C3H8O		

POCP : Photochemical Ozone Creation Poteintial, SOAP : Secondary Organic Aerosol Potential

※ 출처:

Derwent, R.G.,(2007) Reactivity-based strategies for photochemical ozone control in Europe, Environmental Science & Policy, 10(5), 443-453

Derwent, R.G.,(2010) Secondary organic aerosol formation from a large number of reactive manmade organic compounds, Science of the Total Environment, 498, 3374-3381

2. 수성도료 전환에 따른 자동차 도장업체 지원방안 및 대책 마련

자동차보수 도장업체는 정부의 정책상 유성도료에서 수성도료로의 전환을 하고 있으며 이결과 경제적, 기술적, 관리적 어려움을 겪고 있다.

본 연구에서는 현장 방문 및 설문조사를 토대로 자동차보수 도장업체의 어려움 및 요청사항 등을 고려하여 수성도료 전환에 따른 도장업체 지원방안 및 대책을 마련하였다

업체들의 지원방안으로는 수성도료 전환을 위한 전문 교육 커리큘럼 개발, 도장업체별 장기적으로 방치 보관중인 유성도료 수거 지원사업, 수성도료 전환을 위한 도장장비 교체 지원사업, 자동차보수 도장시설의 운영자 및 작업자 대상 VOCs 저감대책 및 수용성도료 전환의 필요성 설명용 팸플릿 작성 및 배포 제안, 수성도료 전환에 따른 대기오염방지시설 개선 방향성 및 고려사항 등 제안, 수성도료의 안착을 위한 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 안산시, 경기도, 환경부(수도권대기환경청)의 자발적 협약 및 참여에 대한 MOU 체결 제안 등의 내용으로 지원대책을 마련하였다.

가. 수성도료 전환을 위한 전문 교육 커리큘럼 개발

자동차보수 도장업체 현장방문시 수성도료 도입시 어려운점으로 수성도료의 사용의 기술적 어려움을 토로하였다. 이는 기존 유성도료 대비 수성도료의 조색, 분무, 건조 등의 단계가 전문성이 요하는 것으로, 이를 뒷받침하기 위한 전문 교육의 필요성을 요청하였다.

현재까지 수성도료 교육은 도료 제조사 및 판매사 중심으로 사용법 중심의 내용으로 진행하였고, 일부 폴리텍대학에서는 정부지원을 통한 교육을 진행하고 있다.

자동차보수 도장의 경우 도료 및 도장기술을 포함한, 자동차 보수용 수성 도료에 대한 실무적 이해 향상 및 실현장에서 사용가능한 실습능력 함양과 환경에 대한 이해 및 취급 시 안전관리 능력 향상 등의 교육 목표로 안산시 자동차 수리도장업체 및 도장 담당자를 대상으로 [표 32]같이 수성도료 전환을 위한 교육 과정 운영방법 및 세부내용(안)을 제안하였고, [표 33]과 같이 그 세부 교육 커리큘럼(안) 제시하였다.

이러한 수성도료 전환 교육은 안산녹색환경지원센터, 수도권대기환경청, 경기도, 안산시에서 공동 주최 및 주관 운영사업 진행하고, 향후 이 커리큘럼을 타 지역 및 지자체에 확산 보급하는 교육 프로그램으로 정착하면 좋을 것으로 판단된다.

[표 33] 수성도료 전환을 위한 교육 과정 운영방법 및 세부내용(안)

구 분		내 용
교육 목표		- 자동차 보수용 수성 도료에 대한 실무적 이해 향상 및 실현장에서 사용가능한 실습능력 함양 - 환경에 대한 이해 및 취급 시 안전관리 능력 향상
교육 대상		- 안산시 자동차 수리도장업체(73개)사업자 및 도장 담당자
교육 효과		- 자동차용 수성도료 교육을 통해 수성도료 사용 확대 및 실제현장에서의 도장능력 향상
교육 진행	교육 학습 목표 설정	- 주요 개념 설명 - 실 현장에서 활용 가능한 현장실습
	교육 프로그램 구성	- 1일차: 수성도료 이론 및 현장실습 - 2일차 : 도료의 환경오염에 대한 이해 및 안전관리 교육
	강사진 구성	- 도료 제조업체 전문가, 환경관련 전문가, 한국산업안전공단 전문가 등으로 구성
	교육 일정	- 8시간/일 일정으로 2일 교육 실시
	교육 장소	- 안산녹색환경지원센터 교육장
	교육 예상인원	- 업체 담당자(20여명)/회 (총4회)
교육 주최 및 주관		- 주관 : 안산녹색환경지원센터 - 주최 : 수도권대기환경청, 경기도, 안산시

[표 34] 자동차 수리 도장 수성도료 전환 교육 커리큘럼(안)

분야	교육과정		교육내용	시간
도료 및 도장기술	이론	수성도료	- 수성도료에 대한 이해(유성도료와 차이점) 및 수성도료 도장 방법	1
		도구명칭 및 사용법	- 페인트를 칠하는 도구 및 그 도구를 이용하는 방법 및 사용 내용	1
		도료명칭	- 각종 수성도료 명칭	1
		도료사용법	- 각종 도료가 쓰이는 장소 및 사용법	1
	실습	수성도료용 장비	- 스프레이건, 정전기제거건, 세척기, 건조기 등 활용방법	2
		도색 실습	- 장비를 이용한 수성도료 도색 실습	3
환경	이론	휘발성유기화합물	- 휘발성유기화합물의 정의, 배출원, 위험성 등	1
		도료의 인체유해성	- 도료가 작업자들에게 미치는 유해성 및 영향	2
		방지시설	- 도료의 제거를 위한 시설 종류 등	2
안전	이론	안전보호구	- 안전보호구 종류 및 사용법	2
		용제유해성	- 용제에 대한 이해 및 화재 위험성	1

나. 도장업체별 장기적으로 방치 보관 중인 유성도료 수거 지원사업

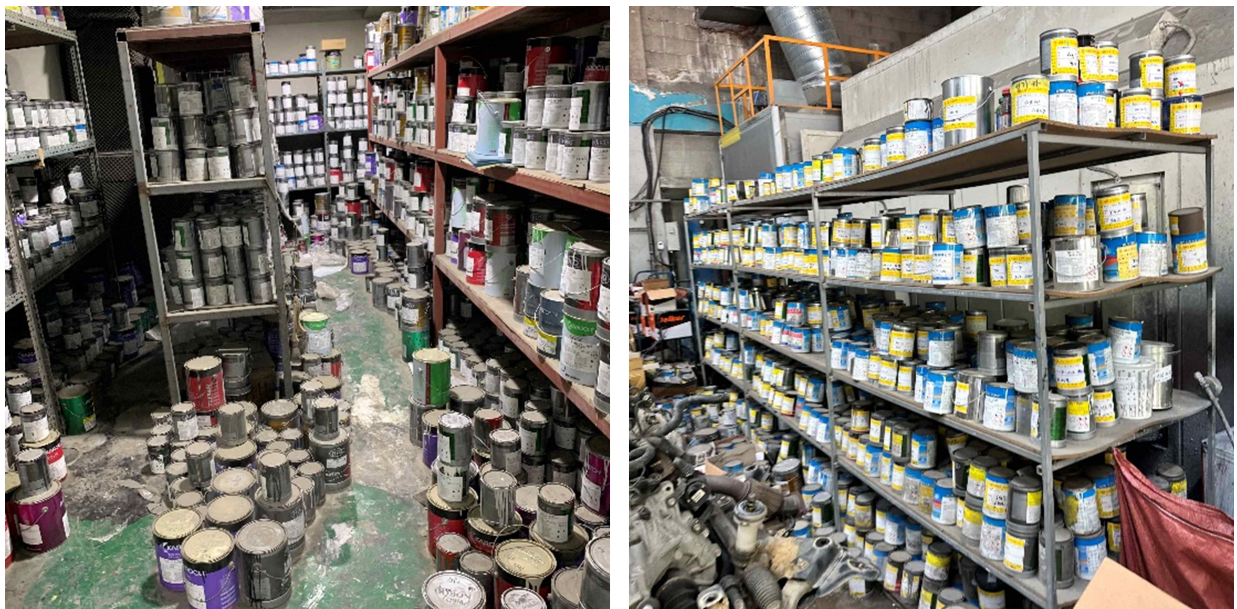
자동차보수 도장업체의 경우 수성도료로 전환된 후에도 기존에 사용했거나, 일부 사용 가능한 도료를 [그림 48]과 같이 보관 하거나 일부 방치하고 있는 실정이다.

현장방문 조사 및 인터뷰에서도 보관 중인 도료의 처리의 어려움을 토로하였고, 본 연구팀에서도 방치된 도료 통에서 일부 도료가 누출될 것으로 판단되어 장기적인 관점에서 보관 중인 유성도료의 처리는 잠재적인 배출원을 제거하는 것이라 판단된다.

또한 보관된 유성도료가 있을 경우, 업체 입장에서는 사용에 대한 유혹이 있을 수 있어 수성도료 전환을 안착시키기 위해서는 사업장에 방치된 도료를 처리하는 지원사업이 필요할 것으로 판단된다.

[그림 49]는 일부 지자체에서 농업부산물의 노천노각에 따른 생물성연소 미세먼지 줄이고, 산불 예방을 위한 목적으로 농업부산물을 무상 수거하는 사업을 시행하고 있다. 이러한 예방적 차원의 지원사업 형태로 자동차보수 도장시설에 보관 방치 중인 유성도료의 수거 지원사업을 시행하면 좋을 것으로 판단된다.

이를 위해 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 환경부, 경기도, 안산시과 지원사업 및 자발적 참여 유도를 위한 MOU를 추진하고 시범사업 형태로 진행하면 업체의 애로사항과 잠재적인 환경오염 요소를 없애는 정책사례로 제안될 수 있을 것이다.



[그림 48] 자동차 수리 도장업체 방치 도료 수거 지원사업

양주시, 농업부산물 무상수거사업큰 호응

☞ 박용우 기자 | Ⓞ 승인 2019.04.24 16:00

| 농업부산물 270여톤을 무상으로 처리

[대한뉴스=박용우 기자] 양주시가 추진 중인 ‘농업부산물 무상수거 및 파쇄기 지원 사업’이 대기환경 개선 효과와 함께 농민 부담 절감 등 일석 삼조의 효과를 거두며 큰 호응을 얻었다고 24일 밝혔다.



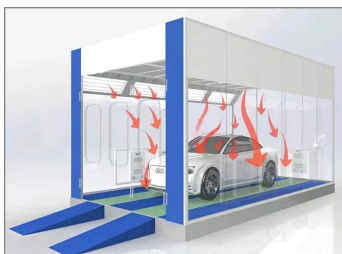
[그림 49] 미세먼지 및 산불 예방 농업부산물 무상수거 지원사업

다. 수성도료 전환을 위한 도장장비 교체 지원사업 사업

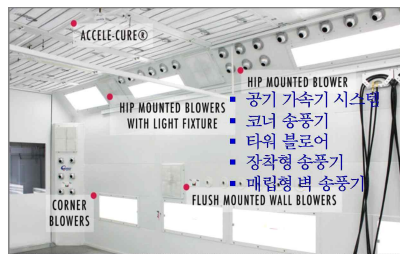
자동차 수리 도장에서 수성도료를 사용하기 위해서는 [그림 50]와 같이 수성용 도장부스, 수성용 도장부스 건조장치, 건조용 드라이젯, 수성용 스프레이건 및 유분제거 필터, 압축공기용 컴프레서(oilless type), 수성도료 교반 보관시설(동파방지), 적정 온습도계 등의 장비가 필요하다.

수성도료는 도장후 건조시간을 조정할 수 있는 조건으로 상대습도, 온도, 공기 유량이 있으며, 작업성 및 건조 속도를 향상시키기 위해 기존이 유성용 도장 부스를 수성으로 일부 개조하거나, 수성전용 도장부스를 사용하기도 한다(자동차 수용성 도장, 김재훈). 수성용 도장부스가 없는 업체에서는 건조용 드라이젯 등을 사용하고, 수성 전용 스프레이를 사용하기 위해서는 유분제거필터 또는 유분 및 수분이 없는 압축공기용 컴프레서 등이 필요하고, 수성도료 보관이 매우 중요한 사항인데 교반 및 보관시설이 매우 중요한 장비이다.

자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업은 환경 친화적인 수성도료를 자동차 보수 및 도장 작업에 활용하고자 하는 업체나 작업장에 대한 안전한 작업 환경 및 대기환경 개선 및 저감을 촉진하고 기업들이 수성도료를 사용확대를 위한 목적으로 정부 및 지자체의 지원사업 의미한다. [그림 51]는 2023년 10월 서울특별시에서 공고한 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업이다.



<수성용 도장부스>



<수성용 도장부스 건조장치>



<건조용 드라이젯>



<수성용 스프레이건 및 유분 제거필터>



<압축공기용 컴프레서(oilless type)>



<수성도료 교반 보관시설(동파방지)>



<적정 온도/습도 유지>

[그림 50] 수성도료 전환 및 사용시 필수 필요시설 및 장비 내역

공고 제2023-2931호

2023년 『자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업』 공고

서울시는 휘발성유기화합물(VOCs) 배출저감을 위해 「자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업」을 실시하고자 다음과 같이 공고합니다.

2023. 10.16.

서울특별시

1. 사업내용 : 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원
2. 사업기간 : 2023. 9. ~ 12.
3. 지원대상 : 서울시 소재 자동차정비업 등록자(자동차종합정비업, 소형자동차종합정비업)
4. 지원자격
 - 자동차관리법 제53조 제1항 및 동법 시행규칙 제111조 제1항 별지 제77호 서식에 따라 자동차관리사업 중 자동차정비업 등록한 자
 - ※ 자동차정비업 등록한 자 중 자동차종합정비업, 소형자동차종합정비업을 운영하는 자
 - 대기환경보전법 제23조 규정의 배출시설 허가(신고)를 받은 자
 - 보조금을 지원 받은 장비를 3년 이상 사용(운영) 가능한 자
 - 자기부담금 20% 이상 지불 가능한 자
 - 자동차보수용 도료 중 상도-basecoat의 경우 수성도료 의무 사용 가능한 자
5. 선정기준 : 제출서류 및 신청서 평가를 지방보조금 심의위원회를 개최하여 진행하며, 정량적 평가를 통해 100점 만점 중 고득점 순으로 보조금 수령자를 100개소 내외 선정
6. 지원예산 : 320백만원(100개소×4,000천원×0.8)
7. 지원내역 : 수성도료 사용에 필요한 장비 구매비 80% 지원(자기부담금 20% 이상)
 - 지원장비 : 도장건(스프레이건), 전자저울, 건조기, 세척기
 - 보조금액(1개소당) : 최대 3,200천원(부가가치세 포함)
 - 자기부담금 : 보조금 수령자는 장비 구매비용의 20% 이상의 자기부담금을 납부하여야 함

[그림 51] 2023년 『자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한
장비구매비 지원사업』 서울특별시 공고

[그림 52]는 2023년 10월 서울특별시에서 공한 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한 장비구매비 지원사업의 보조금 수령자 평가항목 및 배점 기준이다. 상도-basecoat의 유성도료 보유 유무, 배출시설인 도장시설 갯수, 환경관련 행정처분 등 위반건수, lot 설치 유무, 연간 활성탄 교환 횟수 등을 배점화하여 평가하였다. 또한 보조금으로 지원 및 구매할 수 있는 항목들을 [그림 53]과 같이 세부장비 내역과 최대 지원금액까지 구체적으로 제시하였다.

수성도료 전환시 업체의 경제적 부담 해소를 위한, 수용성 도장 관련 장비(스프레이건, 전자저울, 건조기, 세척기, 압축공기용 유분 및 수분 필터 등) 교체 지원사업 필요한 상황이다.

[별표 1] 보조금 수령자 평가항목 및 배점 기준			
구 분	평 가 항 목	배점	비고
합 계		100점	
상도-basecoat 유성도료 보유 유무	소계	20점	최근 2년 이내 유성도료 보유 유무
	보유(최근 1년 이내)	20	
	보유(최근 2년 이내)	17	
	미보유	14	
배출시설 (도장시설) 갯수	소계	20점	공고일 기준
	5개 이상	20	
	3~4개	17	
	1~2개	14	
환경관련 행정처분 등 위반건수	소계	20점	최근 3년 이내 구청 위반 건수
	없음	20	
	1번	17	
	2번	14	
	3번 이상	10	
IoT 설치 유무	소계	20점	공고일 기준
	전체 설치	20	
	일부 설치	17	
	미설치	14	
연간 활성탄 교환 횟수 (방지시설 별)	소계	20점	2022년 활성탄 교환 횟수
	3번 이상	20	
	2번	17	
	1번	14	
	없음	10	

[그림 52] 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한
장비구매비 지원사업(서울특별시)의 평가항목 및
배점기준

2. 보조금 지원 장비			
○ 수성도료 전환·확대에 필요한 장비 스프레이건, 전자저울, 건조기(드라이기), 세척기를 구매 완료한 자(보조금 수령자)에 대해서 지원한다.			
스프레이건(도장건)	전자저울	건조기(드라이기)	세척기(스프레이건)
3. 보조금 지원 단가			
○ 수성도료 전환확대에 필요 장비 구매보조금(부가가치세 포함) : 구매비의 80%			
구분	세부장비	최대 지원금액	
장비 구매비	스프레이건 × 2개	320만원	
	전자저울 × 1개		
	건조기 × 1개		
	세척기 × 1개		

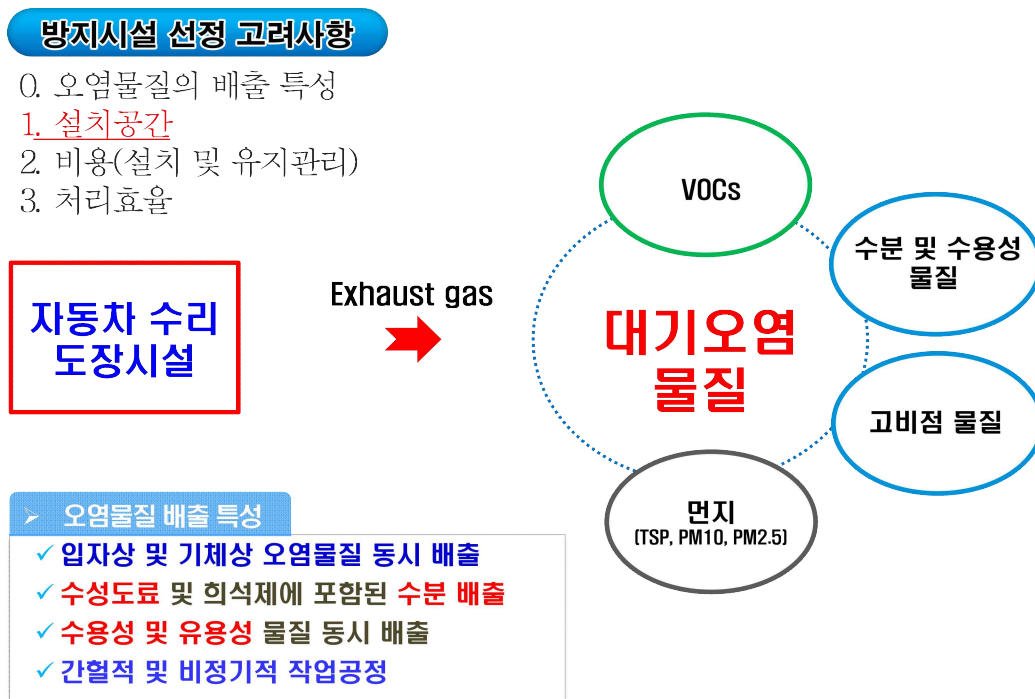
[그림 53] 자동차보수용 수성도료 사용확대를 위한
장비구매비 지원사업(서울특별시)의 보조금 지원
장비 및 지원단가

3. 자동차 수리 도장설비 방지시설 설계 및 설치 기준

자동차 수리 도장설비의 방지시설의 경우 [그림 54]와 같이 방지시설 선정을 위해서는 오염물질의 배출특성을 확인하여야 한다. 자동차 수리 도장설비에서는 입자상 및 기체상 오염물질이 동시에 배출되며, 수성도료 사용으로 도료와 희석제에 포함된 수분을 배출하고, 상도-베이스코트 이외의 공정에서 배출되는 유성도료에 의한 VOCs 성분도 먼지와 함께, 간헐적 및 비정기적 배출 특성을 보인다.

자동차 수리 도장설비의 방지시설 선정과 설치시 중요 고려사항은 오염물질의 배출특성, 설치공간, 비용(설치 및 유지관리), 처리효율 등이 있다. 최근 한국산업안전공단 “국소배기장치 등 유해 위험방지계획서 심사 확인업무 지침” 중 자동차 도장부스의 기류속도가 0.2 m/s에서 0.25로 변경되면서 기존 방지시설 대비 풍량이 25% 증설되어야 하는 상황이 발생되었다. 또한 “2023년 소규모 사업장 방지시설 설치지원 및 사물인터넷(IoT) 측정기기 부착 지원사업”에서 자동차 도장시설 지원사업 설계기준 보조금 지급기준이 체류시간 0.3초로 제시되어 있어, 기존 설치된 활성탄 흡착탑 대비 크기가 커져야 하는 상황이 발생되었다.

[그림 55]는 한국산업안전공단과 환경부의 기준인 기류속도 0.25m/s와 체류시간 0.3초로 하였을 때 설계 인자와 방지시설 크기, 활성탄 교체비용 등에 대한 내용을 제시하였다. 향후 소규모 사업장 방지시설 설치지원 신규 설치업체의 경우 활성탄 흡착탑을 경우 활성탄 충전량은 1.14톤 이상 되어야 한다.



[그림 54] 자동차 수리 도장업체 방지시설 선정 고려사항

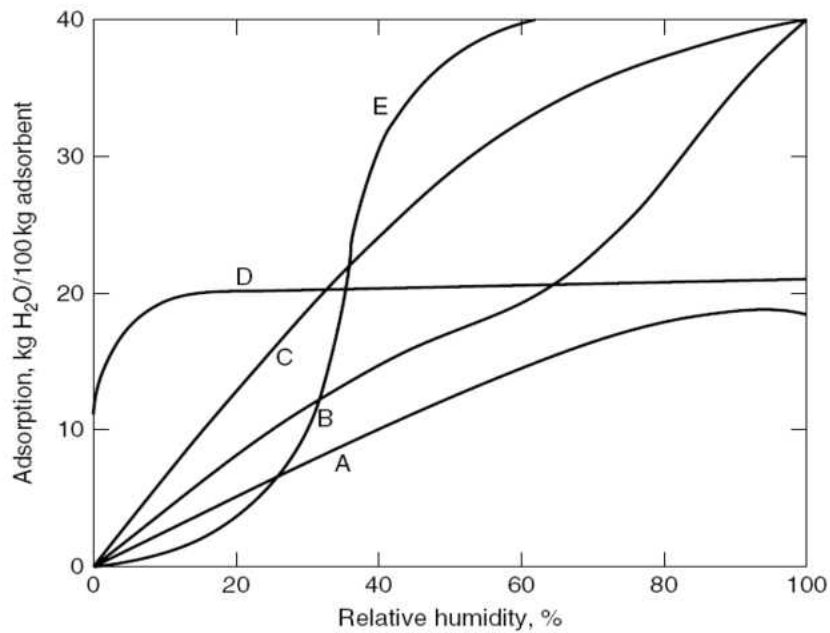
구분	내용	비고
체류시간(sec)	0.3	• 환경부 (자동차 도장시설 지원사업 설계기준)
설계 풍량(m³/min)	380 ⇒ 475	• 제어풍속 : 0.25 m/sec(한국산업안전공단)
설계 풍량(m³/sec)	7.92	= 설계 풍량(m³/min) / 60(min/sec)
활성탄 부피(m³)	2.38	= 설계 풍량(m³/sec) × 체류시간(sec)
활성탄 밀도(ton/m³)	0.48	• 1급 입상활성탄 산업규격
활성탄 중량(ton)	0.91 ⇒ 1.14	= 활성탄 부피(m³) × 활성탄 밀도(ton/m³)
통과속도(m/sec)	0.5	• 엔지니어링 매뉴얼 : 0.5m/sec 이하
흡착베드 면적(m²)	15.84	= 설계 풍량(m³/sec) / 통과속도(m/sec)
흡착베드 두께(m)	0.15	= 활성탄 부피(m³) / 흡착베드 면적(m²)
흡착베드 크기(m×m)	3.98×3.98	= 1.98 m(W)×2.0m(L)×0.15m(H) ×4ea (흡착탑 최소 크기)★
활성탄 가격(원/kg)	6,000	• 중국산 1급 입상활성탄 기준
활성탄 교체 비용(만원)	546 ⇒ 684	= 활성탄 중량(ton) × 활성탄 가격(원/kg)

[그림 55] 자동차 수리 도장 방지시설 활성탄 흡착탑 최소 설계 조건

자동차 수리 도장시설에 수성도료 사용은 기존 활성탄 흡착탑을 사용하는 업체의 경우 [그림 56]과 같이 활성탄의 수분흡착 특성에 의해, 중도, 상도 탑 공정에서 배출되는 VOCs 성분들과의 경쟁 흡착에 의해 VOCs 흡착 능력(유효흡착량)이 저하될 것으로 예상된다. 또한 고형성분이 많은 수성도료 특성상 입자상 물질을 적절하게 처리하는 집진설비 설치가 중요하게 검토되어야 한다.

자동차 수리 도장시설에 수성도료 보급으로 도료와 희석제에 포함된 수분에 의해 활성탄 흡착탑의 페인트 코팅 현상으로 흡착성능 저하 등의 문제로 [그림 57]과 같은 흡수에 의한 시설인(세정 바이오) 현장에서 관심을 받고 있으면 안산지역의 경우 4곳의 정비업체에 정부 “소규모 사업장 방지시설 설치 지원사업”으로 설치하여 운영 중에 있다.

이 기술 일본의 방지시설업체에서 도장시설용으로 개발되었고, 국내 업체가 기술보완하여 특허 출원하여 국내 자동차 수리 도장시설과 악취 배출시설을 대상으로 현장 보급하고 있다. 자동차 수리 도장시설의 배출가스 특성상 입자상(도료 고형분)과 가스상(도료 및 희석제 VOCs)을 동시에 처리할 수 있고, 수성도료의 특성에 적합한 기술이라 판단된다. 이 기술의 특징은 흡수탑의 전통적인 흡수 충전재가 폴링과 같은 적재(충전)식이 아닌, 구조물 형태로 오염물질의 흡수효율이 높고, 충전재의 부피가 작고, 용존된 VOCs 성분은 미생물에 의해 분해시키고, 입자상 물질은 슬러리 상태로 침전시켜 제거하는 방식이다.



25°C 대기로부터 수분의 평형 흡착량(Yang, 2003)

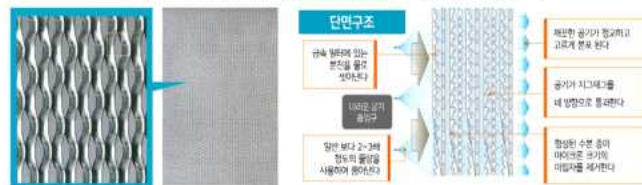
(A) 알루미나 입자, (B) 알루미나(구형), (C) 실리카겔, (D) 제올라이트 5A, (E) 활성탄

[그림 56] 활성탄 수분 유효 흡착량

<출처 : Adsorbents Fundamentals and Applications(Ralph T. Yang, 2003년)>



하이브리드 집진기에 장착된 특수 스테인리스 스틸 필터



[그림 57] 수성도료 사용에 따른 흡수에 의한 방지시설(세정 바이오) 설치 운영사례

<출처 : 하나산업(<https://www.hanabooth.net>) 회사 소개자료>

수성도료로 전환된 자동차 수리 도장시설의 경우 현재의 활성탄 흡착탑의 이용하여 한계점이 존재하고 있어, 추가적인 방지시설 설치 또는 신규 방지시설 설치가 요구된다. 자동차 수리 도장시설의 경우 소규모사업장으로 분류되어 정부의 방지시설 설치지원사업을 받을 수 있다.

[표 34]는 환경부와 지자체에서 추진하고 있는 “2023년 소규모 사업장 방지시설 설치지원 및 사물인터넷(IoT) 측정기기 부착 지원사업”에서 방지시설 종류·시설 용량별 설치비 한도 및 보조금 지원액을 제시한 자료이다. 자동차 수리 도장시설의 경우 현재의 시설용량이 380~400m³/분이다. 앞서 한국산업안전공단과 환경부의 설계기준을 반영하였을때 풍량은 25% 증가하는 475~500m³/분까지 증가되어, 500m³/분 기준으로 활성탄 흡착탑은 5,000만원, 흡수에 의한 시설(가스용)은 9,000만원, RTO는 38,300만원, RCO는 61,800원까지 지원이 되고 있다. 현실을 고려하면 도장부스가 2,000만원에서 6,000만원하는 상황에서 효율이 높은 방지시설을 설치한다고 하면 정부의 지원금이 있다고 하더라도 운영비의 부담과 설치 공간의 한계로 기존 방식은 활성탄 흡착탑 또는 흡수에 의한 시설(세정 바이오)에 의한 시설의 설치가 예상된다.

자동차 수리 도장시설은 VOCs 관리는 청정생산 기반의 환경 친화적 도료 사용과 배출허용기준 설정으로 방지시설의 효율적 관리가 필요한 대기오염 배출시설이다. 도심 인근에 위치하고 있고, 대부분 중소 영세사업장으로 방지시설 설치공간, 설치 및 유지관리 비용 등의 경제적 어려움, 수성도료 전환으로 인한 작업성 저하, 보급형 적정 방지기술의 부재한 상황이다.

수성 도료 전환에 따른 배출 특성의 변화, 기존 활성탄 흡착탑의 문제점을 보완할 수 있는 방지기술이 필요한 상황이다. 자동차 수리 도장부스의 수성도료 전환에 따른 대기오염물질 배출 특성을 파악하여, 현장에 적용한 가능한 설치 면적, 설치 및 운전 비용, 적정 방지효율 등이 고려된 정부 주도 보급형 적정 방지기술의 개발 필요하다.

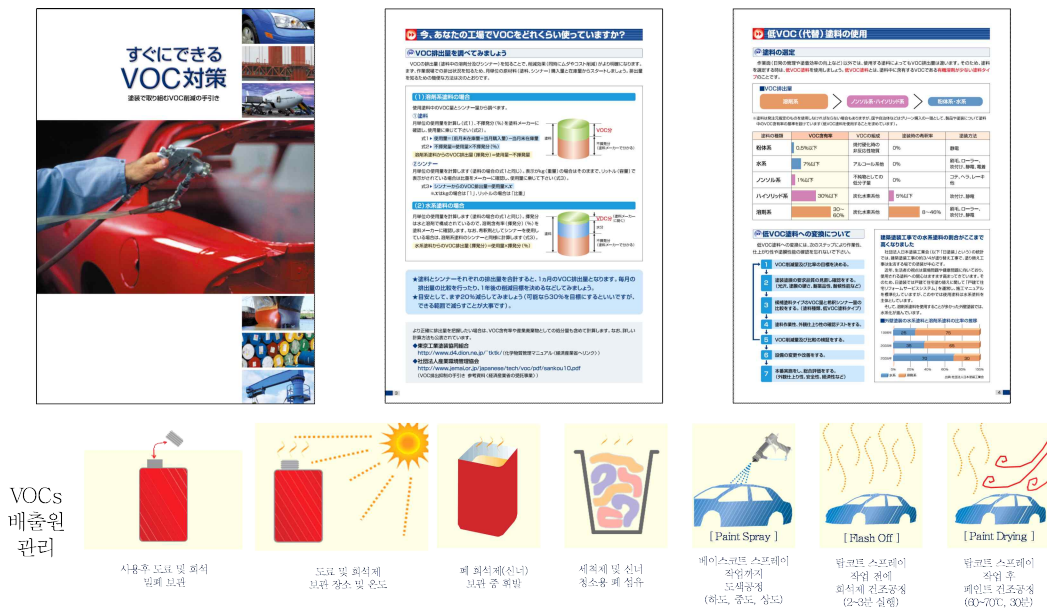
[표 35] 방지시설 종류 · 시설 용량별 설치비 한도 및 보조금 지원액

구 분		시설용량	방지시설 설치비	보조금 지원액			자부담
				계	국비	지방비	
여과집진시설		100㎥/분	3,300	2,970	1,650	1,320	330
		200㎥/분	4,700	4,230	2,350	1,880	470
		300㎥/분	6,300	5,670	3,150	2,520	630
		400㎥/분	7,500	6,750	3,750	3,000	750
		500㎥/분	8,000	7,200	4,000	3,200	800
원심력집진시설		100㎥/분	1,200	1,080	600	480	120
		200㎥/분	2,300	2,070	1,150	920	230
		300㎥/분	3,000	2,700	1,500	1,200	300
		400㎥/분	3,800	3,420	1,900	1,520	380
		500㎥/분	4,100	3,690	2,050	1,640	410
흡수에 의한 시설	먼지 용	100㎥/분	3,500	3,150	1,750	1,400	350
		200㎥/분	4,600	4,140	2,300	1,840	460
		300㎥/분	6,100	5,490	3,050	2,440	610
		400㎥/분	7,400	6,660	3,700	2,960	740
		500㎥/분	8,400	7,560	4,200	3,360	840
	가스 용	100㎥/분	3,800	3,420	1,900	1,520	380
		200㎥/분	5,000	4,500	2,500	2,000	500
		300㎥/분	6,700	6,030	3,350	2,680	670
		400㎥/분	7,900	7,110	3,950	3,160	790
		500㎥/분	9,000	8,100	4,500	3,600	900
흡착에 의한 시설		100㎥/분	1,600	1,440	800	640	160
		200㎥/분	2,900	2,610	1,450	1,160	290
		300㎥/분	3,500	3,150	1,750	1,400	350
		400㎥/분	4,400	3,960	2,200	1,760	440
		500㎥/분	5,000	4,500	2,500	2,000	500
RTO		100㎥/분	14,500	13,050	7,250	5,800	1,450
		200㎥/분	20,200	18,180	10,100	8,080	2,020
		300㎥/분	31,600	28,440	15,800	12,640	3,160
		400㎥/분	35,700	32,130	17,850	14,280	3,570
		500㎥/분	38,300	34,470	19,150	15,320	3,830
RCO		100㎥/분	21,600	19,440	10,800	8,640	2,160
		200㎥/분	31,700	28,530	15,850	12,680	3,170
		300㎥/분	48,000	43,200	24,000	19,200	4,800
		400㎥/분	55,200	49,680	27,600	22,080	5,520
		500㎥/분	61,800	55,620	30,900	24,720	6,180

4. VOCs 저감대책 및 수용성도료 전환의 필요성 설명 자료 및 사례집 발간

일본은 2006년부터 VOCs 저감을 위해 법적 규제 및 자발적 참여 유도를 동시에 추진하는 “베스트 믹스” 정책을 추진하면서 자발적 참여하는 사업장을 위해 VOCs 저감 관련된 소개 설명자료, 사례집을 발간하여 사업장의 참여를 유도하였다. 다음의 자료는 일본에서 발간된 자동차보수용 도장 관련된 팸플릿과 저감 사례집이다.

일본 환경성에서는 “즉가적인 VOC 대책 도장으로 작하는 VOC 저감 안내(すぐにできる VOC対策 塗装で取り組むVOC 削減の手引き - 環境省)” 라는 제목으로 [그림 58]과 같이 12페이지 분량으로 도장에서 발생하는 VOCs를 저감할 수 있는 방법을 이미지와 인포그래픽을 이용하여 쉬운 설명으로 작성된 팸플릿 자료이다. VOCs의 저감 목적, 유성도료와 수성(수용성)도료의 차이점, 사업장에서 VOCs 발생원별 저감 방법, 스프레이건 사용법 등을 구체적으로 제시하여 설명하였다.



[그림 58] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 저감 대책 설명용 팸플릿(예시)

<출처: すぐにできる VOC対策 塗装で取り組むVOC 削減の手引き - 環境省>

일본의 사법인 산업환경관리협회에서 [그림 59]와 같이 “VOC 배출 절감을 위한 추진 사례 (VOC排出削減のための 取組事例について)” 라는 제목으로 도장 관련된 내용은 5개 사례를 제시하였다. 페인트의 도장 효율향상, 저압 스프레이건 도입, 수성페인트 대체, 분체 도료에 대한 대체, 고 솔리드 페인트로 대체 등의 내용을 상세히 예시를 들어 설명하였다. 환경성에 발간한 팸플릿 보다 저감사례를 더 상세하게 제시하여 설명하였다.

令和元年度
VOC 排出削減のための
取組事例について

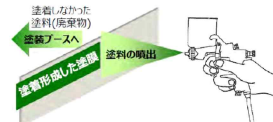
令和 2 年 3 月
一般社団法人産業環境管理協会

事例 1 塗着効率の向上

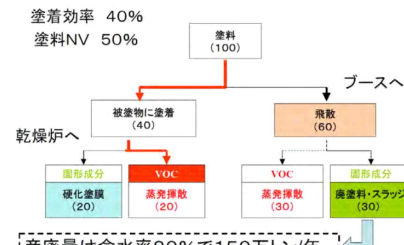
1. 塗着効率の定義とスプレー塗装の物質バランス

中小事業者にとって、排ガス処理装置の導入や塗装方法の転換は難しく、塗料の代替を図る場合でも、塗料のみを変更すれば良いのではなく、設備の変更を伴う場合が多い。従って、溶剤塗装方式のままで、VOC 対策を図る方法を検討する必要があるが、その 1 つが、塗着効率の向上である。塗着効率の定義は、次式にて表わされる。塗着効率のイメージを付図 1 に示す。

$$\text{塗着効率 (\%)} = \frac{\text{被塗物に塗着した塗料の固形分質量}}{\text{スプレーガンから噴出した塗料の固形分質量}} \times 100$$



付図 1 スプレー塗装における塗着効率のイメージ



付図 2 塗装作業における VOC の揮散と産廃のバランス例

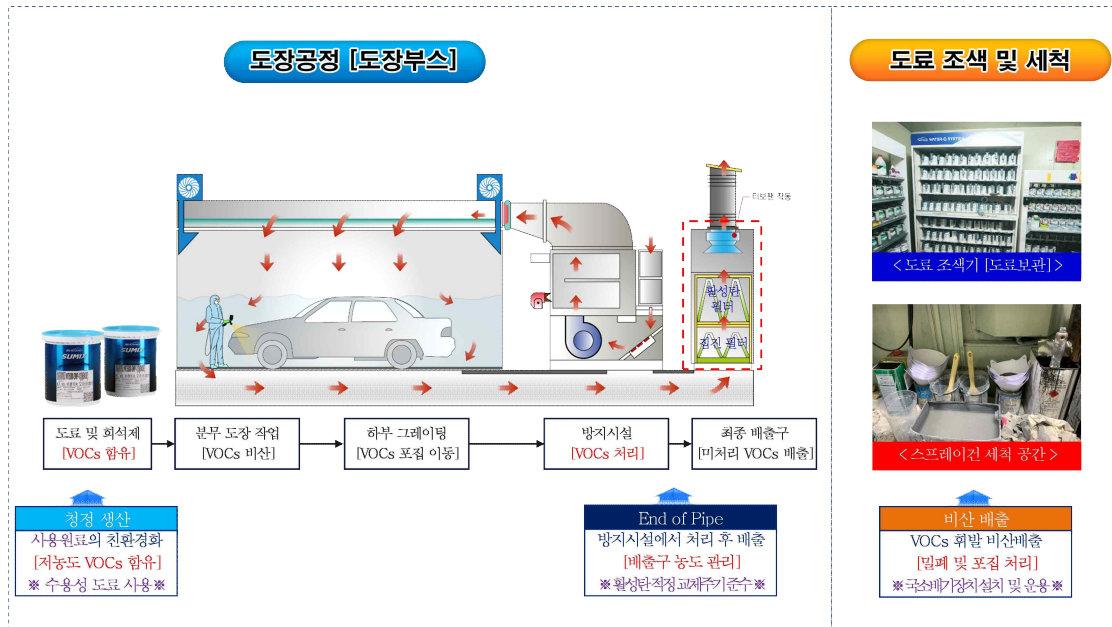
塗装作業における固形分と揮発分の物質バランスの例を付図 2 に示す。この図の例の場合、希釈塗料全体を 100 としたとき、その中の固形分は 50 (=塗料 NV (Non Volatile))、被塗物に付着した固形成分 (=硬化塗膜) は 20 であるから、塗着効率は 40% となる。

[그림 59] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 저감 사례집(예시)

<출처 : VOC排出削減のための 取組事例につい - 一般社?法人産業環境管理協?>

우리나라도 2004년 “자동차 정비 도장시설 VOC 적정관리방안 연구 및 환경관리지침 개발 최종보고서”의 결과물로 “자동차 정비 도장시설 VOC 환경관리지침”을 발간하여 보급하였다. 그러나 2005년에 발간한 환경관리지침은 우리나라가 수성도료에 대한 관심과 관련된 정책도 없는 시기여서 현재 법률과 기술적 현장 상황과 많은 차이가 있는 상황이다. 따라서 다음의 일본 사례를 토대로 국내 상황에 맞는 환경관리지침, 설명 팸플릿, 저감 사례집 등을 작성하여 수용성 도료의 전환의 환경적 필요성을 이해하고, 사업장에서 직접 실천할 수 있도록 하여야 할 것이다.

2005년 환경부에서 발간된 환경관리지침을 현장 상황에 맞게 업데이트하고, 지침은 방지시설 설계 관점으로 작성되어 있어, 현장 도장작업자에겐 어려운 내용들이 많은 상황이다. [그림 60]와 같이 자동차 수리 도장시설에서 발생할 수 있는 공정별 저감 대책 및 방안 이미지와 인포그래픽 등을 이용하여 비전문가도 이해할 수 있는 자료들의 개발 필요할 것으로 판단된다.



[그림 60] 자동차 수리 도장시설의 VOCs 배출원 현황 및 관리 방향

5. 수성도료의 안착을 위한 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 안산시, 경기도, 환경부(수도권대기환경청)의 자발적 협약 및 참여에 대한 MOU 체결 제안

서울시는 친환경 수성도료 전환 및 사용 확대를 위해 페인트 제조사, 정비업체 등과 협력방안 마련을 위해 노력해왔다. 그 일환으로 [그림 61]과 [그림 62]과 같이 페인트 제조사와 자동차검사정비조합과 자동차보수용 수성도료 사용 업무협약을 체결하였다.

협약에 따라 서울시는 수성도료로의 전환을 위해 행정 및 재정적 지원을 이어갈 예정이다. 페인트 제조사는 시장 내 유성도료 원료가 유통되지 않도록 하고, 수성도료 사용에 따른 장비 지원 및 관련 교육을 진행 하며, 자동차검사정비조합은 조합 소속 자동차 정비업체가 수성도료를 사용하도록 유도해 나갈 예정이다. 이번 협약으로 각 기관(회사)은 자동차 보수를 위한 도장 과정에서 생성되는 휘발성유기화합물(VOCs)을 줄이기 위해 친환경 도료 전환 및 사용 확대에 함께 협력해 나갈 예정이다.

서울시는 유성도료를 사용하는 자동차정비(도장)업체 100개소에 스프레이건, 전자저울, 드라이기, 세척기 등 수성도료 전환에 필요한 장비 구매비용 3억 2천만원을 지원할 예정이다.

이와 같이 안산지역의 경우도 수성도료의 안착을 위한 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 안산시, 경기도, 환경부(수도권대기환경청)의 자발적 협약 및 참여에 대한 MOU 체결하고 협력을 방안을 모색을 제안한다.

2023. 8. 10.(목) 조간용

이 보도자료는 2023년 8월 09일 오전 11:15부터 보도할 수 있습니다.



보도 자료

담당부서 : 기후환경본부 대기정책과

대기정책과장

사 창 훈

2133-3630

배출관리팀장

장 지 선

2133-3624

사진없음 ☐ 사진있음 ☒ 매수 : 4매

관련 누리집

www.seoul.go.kr

서울시 오존 집중관리 위해 자동차 보수용 도료 유성→수성으로 전환 나선다

- 9일 페인트제조사, 자동차검사정비조합과 자동차보수용 수성도료 사용 업무협약 체결
- 자동차 도장에 유성→수성도료 사용 의무화...VOCs 배출 적은 친환경 수성도료로 전환
- 시, 자동차정비업체 100개소에 수성도료 전환 장비 구입비 80% 지원...총 3억 2천만원
- 참여기관, 유성도료 유통금지 및 수성도료 교육, 사업장 참여 유도 등 협력 강화

☐ 폭염과 함께 고농도 오존이 지속되는 가운데, 서울시가 자동차 보수용 도료를 유성도료에서 수성도료로 전환해 오존의 주요 원인물질 중 하나인 휘발성유기화합물(VOCs) 저감에 나선다고 밝혔다.

- 서울시 고농도 오존은 휘발성유기화합물이 주요 인자로 작용(한국대기환경학회, 2019)하며, 휘발성유기화합물은 유기용제 사용(생활소비재 40%, 도장시설 27%, 인쇄업 10%, 세탁시설 등 7%)에서 84%로 가장 많이 배출되고 주유소(1%), 자동차(9%) 등에서도 배출된다.(2020년 CAPSS)

☐ 시는 9일 오후 3시 서울시청 6층 영상회의실에서 페인트 제조사인

[그림 61] 서울특별시 수성도료 사용 업무협약 관련 보도자료



[그림 62] 서울시 자동차보수용 도로 휘발성유기화합물 저감을 위한 다자간 업무협약식

제 5장 결론 및 제언

○ 국내외 수성도료 관련 문헌조사

- 현재 미국, 유럽, 일본 등에서는 자동차 도장공정에서의 배출되는 VOCs의 배출량에 대한 규정 현황조사하였다.
- 본 연구에서는 미국, 유럽, 일본 등을 중심으로, 법령, 가이드라인, 지침 등을 조사하여 해외 국가들의 수성도료 사용 실태 파악하였다.
- 자동차 수리 도장 공정의 수성도료 관련 VOCs 저감정책에 대한 부분은 우리나라와 환경 관련 법규 및 정책이 유사한 일본의 현황을 중심으로 살펴보았다. 일본 이외의 국가 들에서 도료의 VOCs 함량 규제를 시작하여 자연스럽게 수성도료 전환으로 이루어진 상황으로 관련 자료가 미미하였다.
- 자동차 수리 도장시설에 대한 부분은 일본 사례를 통해 기존 환경관리지침의 개정, 팜플릿 등의 신규 제작 등의 정책적 제안을 하였다.

○ 안산지역 자동차보수용 도장사업장 전수조사

- 안산시에 위치한 자동차 도장공정 사업장 전수조사를 위하여 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부를 통해 사전 협의 현장조사 수행하였다.
- 현장조사 및 설문조사를 통한 현황 분석 결과
 - 유성 및 수성도료 사용 현황(수성: 67%, 유성: 5%, 둘다 사용: 28%)
 - 수성도료 메이커, 월 도장횟수, 도장 관련 직원수 등
 - 수성도료 사용시 문제점 및 주의점, 교육의 필요성 등
 - 방지시설 현황(활성탄흡착탑: 90%, 습식(흡수에 의한시설): 10%)

○ 수성도료 전환 지원 방안 등 대책으로 다음과 같이 제안하였다.

- 유성 및 수성 도료 사용에 따른 VOCs 배출량 비교결과, 수성도료가 사용되는 상도-베이스코트를 대상으로 중형 승용차(소나타) 본넷 1판을 도장할 때 유성도료와 수성도료의 VOCs 배출량 비교한 결과 유성도료는 426gVOC가 배출되었으나, 수성은 16gVOC가 배출되어 약 27배 많이 배출됨. 광화학적 오존 생성 기여도(POCP: Photochemical Ozone Creation Potential), 이차유기 에어로졸 형성 기여도(SOAP: Secondary Organic Aerosol

Potential)로 비교한 결과 유성도료는 POCP(6,070), SOAP(4,344)으로 수성도료는 POCP와 SOAP 모두 0으로, 수성도료의 경우 오존 및 미세먼지 발생에 기여한 물질이 없는 것으로 판단된다.)

- 수성도료 전환을 위한 전문 교육 커리큘럼 도출하여, 수성도료의 안착을 위한 도장 작업자의 수성도료에 대한 인식 전환 교육, 수성도료 도장기술의 기술적, 환경적, 안전 관련 2일차 전문교육(안) 개발하였다.
- 도장업체별 장기적으로 방치 보관중인 유성도료 수거 지원사업을 제안하였다.
 - 현장조사 시 방치도료 처분에 대한 업체 요청, 보관 중 도료의 VOCs 누출 방지, 유성도료 신규 사용에 대한 차단 등이다. 도장업체별 장기적으로 방치 보관중인 유성도료 수거 지원사업을 제안한다.
- 수성도료 전환을 위한 도장장비 교체 지원사업 사업을 제안하였다.
 - 수성도료 전환 필수이며 업체의 경제적 부담 해소를 위한, 수용성 도장 관련 설비(스프레이건, 전자저울, 건조기, 세척기, 압축공기용 유분 및 수분 필터 등)
- 자동차보수 도장시설의 운영자 및 작업자 대상 VOCs 저감대책 및 수용성도료 전환의 필요성 설명용 팸플릿 작성 및 배포 제안하였다.
- 수성도료 전환에 따른 대기오염방지시설 개선 방향성 및 고려사항 등을 제안하였다.
 - 수성도료 전환에 따른 활성탄 흡착탑 수분 유입에 따른 발생 문제점 도출 및 개선 방향성 제안하였다.
 - 대부분 중소 영세사업장으로 방지시설 설치공간, 설치 및 유지관리 비용 등의 경제적 어려움, 수성도료 전환으로 인한 작업성 저하, 보급형 적정 방지기술의 부재에 따른 정부 주도 적정 방지기술 개발 보급 등이 필요한 상황이다.
- 수성도료의 안착을 위한 경기도자동차정비공업협동조합 안산지부와 안산시, 경기도, 환경부(수도권대기환경청)의 자발적 협약 및 참여에 대한 MOU 체결 제안한다.

- 자동차 수리 도장시설은 VOCs 관리는 청정생산 기반의 환경 친화적 도료 사용과 배출허용기준 설정으로 방지시설의 효율적 관리가 필요한 대기오염 배출시설이다.
- 도심 인근에 위치하고 있고, 대부분 중소 영세사업장으로 방지시설 설치공간, 설치 및 유지관리 비용 등의 경제적 어려움, 수성도료 전환으로 인한 작업성 저하, 보급형 적정 방지기술의 부재한 상황이다.
- 수성 도료 전환에 따른 배출 특성의 변화, 기존 활성탄 흡착탑의 문제점을 보완할 수 있는 방지기술이 필요한 상황이다.
- 자동차 수리 도장부스의 수성도료 전환에 따른 대기오염물질 배출 특성을 파악하여, 현장에 적용한 가능한 설치 면적, 설치 및 운전 비용, 적정 방지효율 등이 고려된 정부 주도 보급형 적정 방지기술의 개발 필요하다.
- 수성도료 전환에 따른 자동차 수리 도장업체 들의 경제적 부담 완화, 작업성 확보, 방지기술 보급 등의 위해 정부에서는 지원금, 교육 프로그램, 적정 방지기술 개발에 대한 실행사업이 필요하다.

참고문헌

- VOCs 배출대책가이드-도장편, 일본 환경성 (2005)
- 2차 수도권 대기환경관리 기본계획, 환경부 (2013)
- 2차 수도권 대기환경관리 기본계획 변경계획, 환경부 (2017)
- 국가 대기오염물질 배출량 산정방법 편람(III), 국립환경과학원 (2013)
- 국토교통부 통계누리
- 일본 대기오염방지법 시행규칙 15조, 일본 환경성 (2005)
- 대기오염방지지설 설계실무편람, 대구지방환경관리청 (1997)
- 대기정책지원시스템(CAPSS) 통계자료
- 도로 중 휘발성유기화합물의 함유량 산정방법 및 용기 표시사항 등에 관한 고시, 국립환경과학원 (2005)
- 배출가스 중 굴뚝 배출 시료 채취방법(ES0114a), 대기오염공정시험방법
- 배출가스 중 총탄화수소 측정방법(ES01507a), 대기오염공정시험방법
- 보수도장 매뉴얼 연구보고서, 전국자동차검사정비사업조합연합회 (2017)
- 서울특별시 환경기준 조례 (2018)
- 소규모 VOCs 배출시설의 배출계수 산정방법 개선 연구(I) 최종보고서, 국립환경과학원 (2016)
- 소규모 자동차 수리업체의 도장으로 인한 대기배출물질 관리 및 저감방안 최종보고서, 환경부 (2013)
- 생활주변 VOCs(휘발성유기화합물) 관리방안 마련 연구 최종보고서, 환경부 (2015)
- 악취방지법 시행규칙
- 자동차 보수도장과 조색의 실무 지식, 이상덕
- 자동차 정비 도장시설 VOC 적정관리방안 연구 및 환경관리지침 개발 최종보고서, 환경부 (2004)
- 자동차 정비 도장시설 VOC 환경관리지침, 환경부 (2004)
- 한국페인트·잉크공업협동조합, 페인트와 잉크, 2020년 3월호
- 환경오염물질배출시설 등에 관한 통합지도·점검규정, 환경부(2019)
- 환경표지대상 제품 및 인증기준, 환경부 (2017)

- 휘발성 유기화합물질 방지시설 설계지침, 환경부 (2000)
- 도심 내 휘발성유기화합물 배출원조사(Ⅱ), 국립환경과학원 (2020)
- 도심 내 휘발성유기화합물 배출원 조사(Ⅲ), 국립환경과학원 (2021)
- 자동차 표준정비시간 해설서, 한국자동차검사정비사업조합연합회, 2017년
- 자동차 수용성 도장, 골든벨, 2018년
- Air Pollution Engineering Manual, AWMA (2000)
- Volatile Organic Compound Emissions from Automobile Refinishing-Background Information for Promulgated Standards, EPA (1998)
- Control Techniques Guidelines: Industrial Cleaning Solvents, EPA (2006)
- Guides to Pollution Prevention The Automotive Refinishing Industry, EAP (1991)
- EPA Design for the Environment(DfE) Training: Best Practices For Auto Refinishing, EPA (2014)
- すぐにできる VOC対策 塗装で取り組むVOC 削減の手引き - 環境省>
- VOC排出削減のための 取組事例につい - 一般社団法人産業環境管理協會

주 의

1. 이 보고서는 안산녹색환경지원센터에서 시행한 연구개발사업의 보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표할 때에는 반드시 안산녹색환경지원센터에서 시행한 연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.