

## 환경보호와 관련한 도료와 도장기술

대한페인트.잉크(주) 기술연구소

책임연구원 조 영 호

# 목 차

## 1. 서 론

## 2. 국제 환경 보호활동

## 3. 국제 환경 개발회의 (UNCED)

### 3.1 리오선언

### 3.2 아젠다 21 (21세기에 대한 행동계획)

### 3.3 지구온난화 방지조약

## 4. 대기오염 및 온난화 메카니즘

### 4.1 VOC (휘발성 유기화합물 : Volatile Organic Compounds)

### 4.2 광화학 스모그의 생성 메카니즘

### 4.3 대기중의 VOC 거동

### 4.4 성층권의 오존층 파괴

### 4.5 지구온난화

## 5. 도료·도장부문의 과제

### 5.1 특정 할로겐 화합물에 의한 오존층 파괴

### 5.2 CO<sub>2</sub> 가스에 의한 온난화

### 5.3 산 성 비

### 5.4 해양오염

- 5.5 산업폐기물
- 5.6 공정의 합리화
- 5.7 도장품질 및 성능의 향상
- 5.8 규격화
- 5.9 주요 도료분야별 대응
  - (1) 중방식 도료
  - (2) 자동차용 도료
  - (3) PLASTIC용 도료

## **6. 주목되는 새로운 기술**

- 6.1 저온해리형 Blocked isocyanate
- 6.2 Microgel
- 6.3 복합성형 기술
- 6.4 저온경화형 수용성 도료

## **7. 결 론**

**※ 참고문헌**

## 1. 서 론

지구상의 환경문제는 인구증가와 산업활동이 활발하게 진행됨에 따라 대기오염이나 환경파괴가 급속도로 진행되어 이대로 계속 방치하게 되면 인류의 존망에 중대한 사태가 벌어지게 될 것이다. 국경을 초월해서 오염물질이 침입하는 대기오염이나 하천 및 해양의 오염은 국가간의 정치 문제로까지 발전되는 예가 종종 생겨나고 있다. 따라서 전세계 각 국가들의 “지구환경보호” 차원의 대책 수립과 관련한 목소리가 고조되고 있으며, 지구환경 파괴의 원인제거 및 발생억제 와 오염된 지구환경의 재생에 관련한 국가간의 협력 필요성이 크게 대두되고 있다.(1)

1992년 6월에 브라질 리오데자네이로에서 열린 국제환경개발회의 에서는 Agender 21 (21세기로의 행동계획)이 채택되었는데, 이것은 대기보전, 유해화학물질 및 유해 폐기물의 관리등에 관한 것으로 전세계의 산업계가 환경에 대해서 적극적으로 보다 깨끗한 제품의 개발에 앞장서야 한다는 것을 인식하고, 기업의 적극적인 참여와 공헌을 부르고 있다. 세계 각국 도료 Maker의 도료 생산량은 2258만톤(1989년)으로 매년 약 3% 씩 증가하고 있으며, 1989년 생산량으로 비교할 때 미국이 513만톤으로 제일 많고 유럽이 503만톤, 일본이 213만톤으로 이들 3개국 이 세계 도료생산량의 54.4%를 차지하고 있다.(2) 우리나라의 도료생산량은 1991년 이후 약간의 성장둔화 추세에 있지만 지난 10년간 연평균 성장율이 15.8%의 고도 성장을 해오고 있으며, 1992년 생산량은 76만 8000톤에 이르고 있다.(3) 이와같이 매년 증가되고 있는 도료의 생산량은 도료구성분중에 포함되어 있는 유기휘발물질(VOC)의 사용량이 따라서 증가하게 되며, 또 도료사용시 발생하는 미도착 도료양의 증가와, 소재전처리와 관련한 처리제 및 유기용제의 사용량도 따라서 증가되고 있음을 알 수 있는것이다.

또한 도료중에 함유된 유기휘발 물질이외에 방청효과를 내는 크롬(Cr), 납(Pb)계 등의

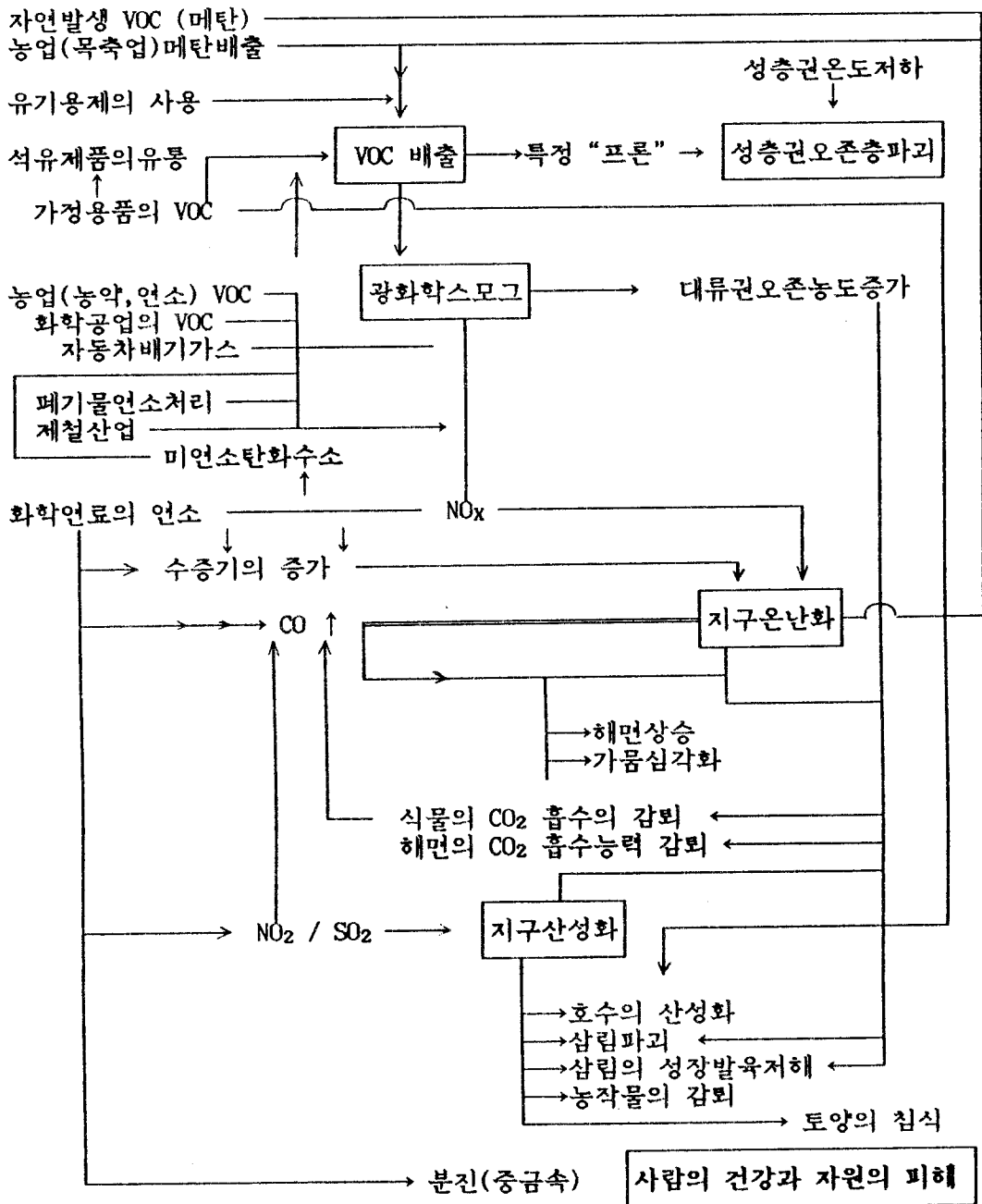


그림 1. 사람의 활동과 환경오염에 의한 결과

안료와 유기.무기계 안료 및 전색제인 합성수지도 빼놓을 수 없는 지구환경오염의 원  
인물질이 된다. 따라서 세계 각국의 도료 MAKER에서도 지구환경보호의 관점에서 21  
세기를 향한 새로운 형태의 도료개발을 각 도료유형 및 용도별로 진행하고 있으며, 도  
료가 가지고 있는 오늘의 과제는 환경대책, 도료제조 및 도장공정의 합리화와 도막성  
능(기능)의 향상으로 집약되고 있다. 환경대책의 대표적인 것으로서는 도료중에 함  
유된 유기휘발물질(VOC)의 삭감과 중금속의 사용억제이며, 도장공정에서 대표되는 것  
은 경화 SYSTEM의 전환으로 경화온도의 하향 조정에 의한 연소연료의 양을 줄임으로써  
배출가스의 발생을 억제하는 노력과 도장방법의 개선에 의한 도료의 손실을 최소화 하  
는 것등을 들 수 있다.<sup>(4)</sup> 이러한 관점에서 세계 환경관련 각종회의 및 규제 움직임  
과 그것에 대응하는 새로운 도료 및 도장에 필요한 신기술의 동향등에 대해서 기술하  
려 한다.

## 2. 국제환경 보호활동<sup>(5)(6)</sup>

산업공해의 시발은 1950년대 미국의 제철도시 피츠버그에서 발생한 “빨강계 흐려진  
하늘” 로 상징되는 대기 오염으로부터 시작되었으나, 이후 로스앤젤레스(LA)에서 눈  
을자극하는 종래와는 다른 대기오염이 빈발한 원인이 자동차의 배기가스와 자외선에  
의한 광화학 반응에 기인한다고 판명되면서, 세계에서 처음으로 1966년 “Rub 66” 이  
라고 하는 탄화수소계 용제를 중심으로한 광화학 Smog 원인물질의 규제가 시작되었다.  
이후대기오염이 전 미국으로 확산되면서 1969년 대기정화법(CAA:Clean air act)이 제  
정되었다. 이후 경제개발이 급속히 확산된 유럽 및 일본에서도 이와같은 대기오염이  
심각하게 발생되었는데 주 오염물질은 화석연료의 연소에 의한 매연, 일산화탄소, 질소  
화합물, 아황산가스 및 미연소의 탄화수소등이 원인 물질의 주역이었다. 이 오염된 공  
기는 바람에 실려 국경을 넘어 타국에 피해를 주게 되었고 따라서 환경오염 문제는 국

제화 되기 시작하였다.

국제화의 시발점은 1972년 “국제환경계획(UNEP)” 이 국제 환경문제의 대응기관으로 설립되고, 동시에 “국제인간환경회의”가 개최되어, 유럽에서 국경을 넘는 대기오염에 관한 각국의 공해 피해등이 보고되어 국제환경 문제의 원점으로 알려진 “스톡홀름” 선언이 채택되면서 부터이다. 이후 UNEP 아래에 장거리 대기오염 조약(쥬네브, 1979년)등의 국지적인 테마로부터, 직접피해가 되지않는 성층권, 오존층 보호를위한 “원조약, (1985년)”, 1987년 오존층파괴 물질과 관련한 몬트리올 의정서등 1992년까지 여러차례에 걸친 의정서 발표 및 국제회의가 개최되었으며, 계속적으로 심화되어 가는 지구환경파괴의 심각성이 고조되면서 1992년에는 브라질 리오데자네이로에서 개최된 “국제환경개발회의(UNCED)”에 전세계 152개국 이 참여하여 이른바 “리오선언”을 채택하였으며, 지구온난화 방지조약, 생물다양성조약, 삼림원칙성명 및 포괄적 지구환경 문제의 국제기구로서 “지속가능한 개발위원회”의 신설등이 이루어 졌다. 다음표 1에 연도별 국제환경 보호활동의 내용을 수록하였다.

표 1. 연도별 국제환경 보호 활동

연	내 용
1972	국제 인간환경회의 (스톡홀름 선언)
1972	국제 환경계획 (UNEP) 발족
1972	런던. 텀핑조약 (해양폐기물 투기방지)
1972	구주 대기오염 모니터링프로그램 (EMEP) 발족
1980	장거리 월경 대기오염조약 (쥬네브)
1985	성층권 오존층 보호를 위한 원조약 (UNEP.OECD)

1987	장거리 월경 SO <sub>2</sub> 에 관한 의정서 (스톡홀름)
1987	국제무역의 유해물질에 관련한 정보교환 런던가이드라인 (UNEP)
1987	오존층 파괴물질에 관련한 몬트리올 의정서
1987	국제 환경특별위원회, 도쿄회합보고서 “지속적 개발을 향하여”
1988	장거리 월경 NO <sub>2</sub> 에 관한 의정서 (소피아)
1988	WMO (세계기후기구)/ UNEP 기후변화에 관한 정부간 협의 (IPCC)
1989	성층권 오존층 보호위한 몬트리올 의정서
1990	대량생산 화학물질의 안전점검개시 (OECD)
1990	직장에서의 화학물질의 사용안전에 관련한 조약(ILO), MSDS (제조자안전 DATA)에 연결
1991	ICC (국제상업회의소) “지속가능한 개발의 위한 산업계헌장” 발표
1992	장거리 월경 VOC등의 삭감에 관한 의정서 (쥬네브)
1992	국제환경개발회의 : UNCED (브라질 리오데자네이로)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>◎ 리오선언</li> <li>◎ 아젠다 21 (21세기로의 행동계획)</li> <li>◎ 지구온난화 방지조약</li> <li>◎ 생물 다양성 조약</li> <li>◎ 삼림원칙성명</li> <li>◎ 포괄적 지구환경문제의 국제기구로서 “지속가능한 개발 위원회” 신설</li> </ul>

### 3. 국제환경 개발회의 (UNCED) (7)

1988년 런던의 세계기후기구(WMO)회의 발표에서 세계기후의 변동예측과 그것이 미치는 피해의 중대함을 역설 세계에 충격을 주었는데, 그 내용은 대기온도의 상승경향은 그 시기와 별도로 남극 및 북극의 얼음이 용해하여 해면이 상승, 이는 광대한 지역이



물에 잡기거나, 내륙의 건조, 사막화의 확대가 예측된다는 것이며, 대기권에 온실효과를 초래하는 기체(주로 이산화탄소가스, 메탄, 프론)의 농도증가가 원인이고, 이것은 “인간의 활동”에 의한 것 때문이라는 것으로 그후 세계각국은 “지속하는 개발과 환경보호의 양립”을 탐구하는 노력을 기울여 왔다.

1992년 브라질 리오데자네이로에서 개최된 국제환경 개발회의의 성과는 리오선언, 아젠다 21과 기후변동에 관한 구조조약, 삼림원칙 성명을 채택한 것이었다.

### 3.1 리오선언 (8)

리오선언은 지속하는 개발과 환경에 대하여 7가지 행동원칙에 합의한 것이다.

그 내용을 요약하면 다음과 같다.

제 1 : 개발과 환경조화 위한 국제적 구조확립

- 빈곤 박멸선언
- 선진국 지구환경파괴 유발 책임

제 2 : 환경 OAD 확립

- 발전도상국에 대한 자금 및 원조의지 통일  
(일본 : 1조부 / 5년간 기부약속)

제 3 : 현재의 “지속불가능한 생산과소비패턴”의 감소 또는 제거 및 인구억제의 중대성 확인

제 4 : 지구규모의 환경문제를 혁신적 기술에 의해 해결, 시점의 필요성확인 및 심각한 불가역적인 환경문제에 대하여 과학적 확실성 결여 이유로 대응언기 불가

제 5 : 환경대책의 입법에 있어 일부 국가에서 적용하는 환경기준은, 특히 개발도상국에서 부적절한 또한 부당한 경제적, 사회적 비용이 수반될 가능성이 있다고 확인함.

제 6 : 환경문제를 이유로하여 부당한 무역정책의 실시 불가

제 7 : 미래의 테마 확인

- 환경세 등의 자금문제, 에너지문제 (산유국과 소비국과의 합의)
- 아프리카 제국들의 사막화방지 조약 요구

### 3.2 이젠다 21 (21세기에 대한 행동계획)<sup>(9)</sup>

리오선언을 수렴하여 40개 분야에 미치는 행동계획이 설정되었다. 이는 세계 각 나라들의 정부는 산업계가 해야할 역할에 대하여 산업계와 협의하에 환경상 보다 건전한 생산촉진을 위한 적절한 경제조치 및 법적, 행정적 규제조치를 명확히하고 실시해야 한다는 것이며, 정부, 산업계, 학회, 국제기관에 의한 가격구조에 있어 환경 비용이 내재되어 있는것을 고려하며, 산업계에 의한 환경에 건전한 생산정책을 채택하도록 명문화 한것이다.

이에 대하여 산업계의 방침은 각 분야별로 다음과 같이 내세워지고 있다.

- (1) 에너지 효율이 높은 기술 채용
- (2) 생산과 소비패턴의 변혁 (환경부하를 경감하고 기대를 만족시키는 소비와 생산 산으로의 변혁)
- (3) 유해화학물질의 환경적으로 건전한 관리
  - 화학물질 위험성의 국제적 평가
  - 화학물질의 국제적 분류, 라벨표시
  - 화학물질 위험성의 기술정보교환
  - 위험 삭감계획의 추진 (사용제한, 금지, 대체개발)
  - 각국의 위험 화학물질의 관리강화

위에 열거한 사항들은 국가, 행정기관, 학회, 기업등이 모두 합심하여 추진 하는 것을 말하며 구체적인 대응 방법은 MSDS(제조자 안전 DATA SHEET)의 충실, 안전정보의 제공태세 및 사내태세의 강화등이 열거되고 있다.

### 3.3 지구온난화 방지조약<sup>(10)</sup>

통상 이문제에 대한 국제조약화는 먼저 조약을 체결하고 구체적인 규제 내용을 의

정서로 발표시켰으나, 이번에는 조약으로서 규정서의 내용까지를 입각하여 계획 추진되었다. 이에 대하여 각 나라 각자의 의견으로서

- (1) 주 원인이 되는 CO<sub>2</sub>는 경제발전과 밀접히 관련되기 때문에 개발도상국은 선진국의 책임을 추구하고, 개발도상국 자신의 발전에 대해 저해 받을것을 우려했다.
- (2) EC, 일본의 CO<sub>2</sub> 배출제한 목표로서 2000년까지는 1990년 수준으로 유지하는안을 제안했다.
- (3) 세계의 CO<sub>2</sub>의 ¼을 배출하는 미국은 CO<sub>2</sub> 배출과 지구환경 변동과의 관계에 대하여 과학적인 근거가 부족하므로 규제 실시는 시기상조임을 제안했다.
- (4) OPEC (산유국기구)는 수요감퇴의 걱정으로, 사우디아라비아는 CO<sub>2</sub>, 에너지라는 문자의 삭제를 요구하였다.

그 결과 2000년까지는 온실효과 가스에 대한 사항을 원점으로 되돌리고, 종합적인 대책이 이미 진행하고 있는 그 밖의 국제조약과의 연계라고 하는 점에서 종합적 대책의 일환이라는 것으로 중요시 되었으며, 대응추진 기관으로서 경제사회 이사회의 하부에 “지속가능한 개발위원회”를 설치했다.

#### 4. 대기오염 및 온난화의 메커니즘<sup>(11)</sup>

환경오염은 대기, 수질의 순환계, 동식물의 생태계, 토양등 여러갈래로 영향을 미치지만 본고에서는 온난화에 관계있는 대기오염을 중심으로 도장기술과의 관계를 설명하고자 한다. 그 중요한 테마는 다음의 3가지가 될것이다.

- (1) 장거리 국경을 넘은 대기오염 : 대류권의 산성화 (산성비 : SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 및 광화학 산화성 물질)
- (2) 성층권의 오존층 파괴

### (3) 지구 온난화

그리고 도장작업에서 대기중에 배출되는 VOC와 탄산가스 (연료연소 및 에너지소비) 와의 관련으로 그 메카니즘에 대하여 고찰하여 보기로 한다.

#### 4.1 VOC (휘발성 유기화합물 : Volatile Organic Compounds)<sup>(11)</sup>

VOC란 휘발성 유기화합물 (Volatile Organic Compounds)을 총칭하는 용어로 많이 사용되고 있지만 개개의 합성물을 의미하기도 한다. 이 VOC에 해당하는 물질은 “탄화수소류”가 대표적인 것으로 넓은 의미에서 메탄, 프로판을 비롯하여 할로겐화탄화수소(CFC), 알콜, 에스테르, 케톤, 알데히드, 질소탄화수소(아민포함) 및 이황화탄화수소(합황탄화수소)등도 VOC로 볼 수 있다.

공기중에 배출된 VOC가 초래하는 환경공해 역할은 광화학 산화성 물질의 원인이 되는 것 이외에도 그 자체로 발암성, 유독성 잠재와 악취의 원인 물질이라는 것이다.

VOC가 초래하는 영향을 열거하면 다음과 같다.

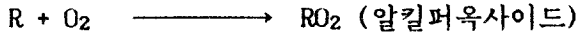
- (1) 지상 광화학 산화성 물질의 생성으로 인한 건강피해 및 대기의 산성화
- (2) 대류권 오존 농도의 증가 (지구온난화)
- (3) 상부성층권, 오존농도의 파괴인자 (오존홀발생→건강피해)
- (4) 하층 성층권, 대류권 오존농도의 감소 (지구온난화에 대한 부작용)
- (5) 최종 도달 물질인 CO<sub>2</sub>의 온실효과
- (6) 발암성, 유독성, 악취성

#### 4.2 광화학 스모그의 생성 메카니즘<sup>(11)</sup>

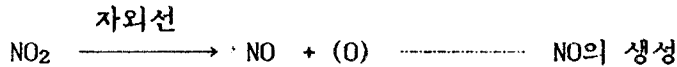
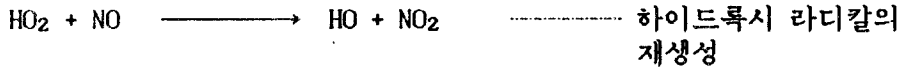
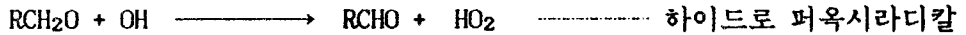
1953년에 하켄.슈미트 박사에 의하여 광화학 스모그 발생 메카니즘이 해명되었는데 이것은 VOC와 NO<sub>x</sub> 가스에 강한 자외선이 작용하여 오존과 PAN(퍼옥시아실나이트라이드)등의 산화물이 생성한다는 것이다. 이과정에서 발생하는 NO<sub>x</sub>를 제외한 산화

물질의 총칭을 “광화학 산화성 물질” 이라고 부르고 있다.

우선 대기중의 대표적인 활성물질인 OH 라디칼(이것은 후에 재생된다)과 VOC가 반응한다.



이 생성한 RO<sub>2</sub>는 NO<sub>x</sub>의 존재하에 NO와 반응하고 HO기를 재생하여 연쇄반응을 완성한다.

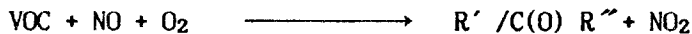


여기서

RO : 카보닐기

RCHO (R' (O)R'') : VOC에서 유도되는 케톤 및 알데히드와 같은 카보닐기 화합물

이상을 정리하면



NO는 HO<sub>2</sub>, RO 라디칼이 없을때 (즉 VOC가 없을때)에는 오존과 반응하여 NO<sub>2</sub>가 되며 반대로 VOC에서 발생하는 이들 라디칼이 있으면 오존의 분해는 억제되고, NO<sub>2</sub>의 자외선에 의한 분해에 의하여 생성하는 발생기산소(O)는 O<sub>3</sub>가 되어 오존 농도가 상승

하게 되는 원리이다.

알킬퍼옥사이드는 반응이 진행되면 알데히드, PAN(퍼옥시 아실 나이트라이드), ( $\text{CH}_3\text{COO}_2\text{NO}_2$ ) 등의 산화성 물질을 생성한다. 따라서 VOC, 질소화합물, 황산화물 등의 공존하에서 자외선 광선에 의해 부유분진, 산화성물질, 초산염 등을 생성하고 건식강화물에서는 광화학스무그가 되고, 습식 강하물에서는 산성비가 된다고 생각된다.

한편 VOC의 산화성물질 생성능력은 각각 다르므로 유기용제 사용시 산화성 물질의 생성능력이 낮은 것을 사용해야 하나, 최근 VOC 의정서에 의해 이 평가법의 국제적 확립이 추진되고 있는 중이다.

#### 4.3 대기중의 VOC 거동<sup>(12)</sup>

대기중에 존재하는 VOC의 각각의 양은 미량이지만 그 종류는 방대한 수이며 농도는 화합물이 배출되는 속도와 소멸 속도와의 물질수지에 의하여 결정된다. VOC는 대기중에서 소멸반응 과정에서 다양한 물질로 변화되며 최종적으로는 탄산가스가 되고, 이 모든 과정에서의 생성물은 지구온난화에 기여한다.

할로겐화탄화수소는 반응성이 적기 때문에 체류시간이 길어 결과적으로는 성층권에 이르러 축적되는 것도 있으며, 분해되는 것도 있다. 한편 자연계 식물에서 발산하는 탄화수소, 테르펜류의 양은 많으나 체류시간이 짧아 큰 문제가 되지 않으며, 인위적으로 배출되는 VOC도 프론종류를 제외하고는 같은 성질을 갖는다. 표 2에 대류권 하층의 VOC 관련물질에 관한 평균체류시간과 반응과정을 나타냈다.

#### 4.4 성층권의 오존층 파괴

자연계에는 없는 오로지 인위적인 배출에 의한 Halogen화 탄화수소 체류시간이 길고, 대류권을 상승하는 도중에 분해되는 양도 적으며, 성층권에 도달후 강한 자외

표 2. 대류권 하층의 VOC 관련 물질의 평균농도와 체류시간

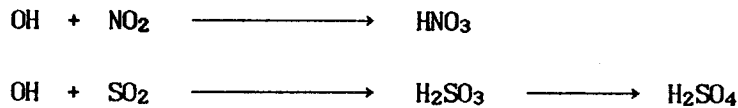
기체분석 / 화학식	평균농도	체류시간(년)	대류권주요소멸과정
일산화탄소, CO	150 ppb	0.3	대류권 OH반응
* 탄화수소			
CH <sub>4</sub>	1720 ppb	10	대류권 OH반응
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.8 ppb	0.3	대류권 OH반응
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.05 ppb	0.03	대류권 OH반응
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.1 ppb	0.3	대류권 OH반응
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.1 ppb	10 <sup>-3</sup>	대류권 OH반응
* 알데히드			
H <sub>2</sub> CO	0.2 ppb	10 <sup>-3</sup>	대류권 OH반응
CH <sub>3</sub> CHO	0.002 ppb	10 <sup>-3</sup>	대류권 OH반응
CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	1 ppb	0.3	대류권 OH반응
* 플루오르화합물			
CF <sub>4</sub>	100 ppt	> 500	중간권 광분해
C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	5 ppt	> 500	중간권 광분해
* 클로로카본			
CH <sub>3</sub> Cl	600 ppt	1.5	대류권 OH반응
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	30 ppt	0.6	대류권 OH반응
CHCL <sub>3</sub>	10 Ppt	0.7	대류권 OH반응
CCl <sub>4</sub>	110 ppt	50	성층권 광분해
CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	30 ppt	0.4	대류권 OH반응
CH <sub>3</sub> CCl <sub>3</sub>	130 ppt	7	대류권 OH반응
C <sub>2</sub> HCl <sub>2</sub>	10 ppt	0.02	대류권 OH반응
C <sub>2</sub> Cl <sub>4</sub>	20 ppt	0.5	대류권 OH반응
* 브로모카본			
CH <sub>3</sub> Br	10~15 ppt	1.7	대류권 OH반응
CH <sub>2</sub> Br <sub>2</sub>	5 ppt	~0.1	대류권 OH반응
CHBr <sub>3</sub>	5 ppt	10~2	대류권 OH반응
CH <sub>2</sub> BrCH <sub>2</sub> Br	2 ppt	0.4	대류권 OH반응
* 요오드카본			
CH <sub>3</sub> I	2 ppt	0.02	대류권 OH반응
* 클로로플루오로카본			
CF-13/CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	5 ppt	400	성층권 광분해
CFC-12/CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	484 ppt	130	성층권 광분해
CFC-11/CCl <sub>3</sub> F	280 ppt	65	성층권 광분해
CFC-15/CF <sub>3</sub> CCF <sub>3</sub> Cl	5 ppt	400	성층권 광분해
CFC-114/CClF <sub>2</sub> CFCl <sub>2</sub>	60 ppt	200	성층권 광분해
CFC-113/CClF <sub>2</sub> CFCL <sub>2</sub>	120 Ppt	90	성층권 광분해
CFC-22/CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub>	120 ppt	15	대류권 OH반응
* 브로모클로로플루오르카본			
하론 1301/BrF <sub>2</sub>	2.0 ppt	100	성층권 광분해
하론 1211/CBrClF <sub>2</sub>	1.7 ppt	25	성층권 광분해

주) 이산화탄소의 평균수명 2년은 해양, 육상생태계의 교환수명, 50~200년은 심층해양에 대한 제거수명이다. 또한 분해속도가 빠른 유기용제, 식물에서 발산하는 탄화수소는 포함되지 않는다.

선에 의하여 분해되며, 발생하는 염수에 의하여 연쇄적으로 성층권에 축적 오존층을 파괴한다.

#### 4.5 지구환경의 산성화

대기의 산성화에 의하여 초래되는 산성비, 산성강하물질 등에 의한 토양, 호수 및 늪 등의 산성화에 따른 생태계의 장해나 기물손상등이 지구 전체에서 발생하고 있다. 대기의 산성화는 앞에서 열거한 OH 라디칼과 NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> 와의 반응에 의하여 질산이나 황산이 생성한다.



이들 발생한 산은 기체상태 그대로 존재하며, 이들에 의해 중화된 염은 에어로졸(연무질)로서 대기중에 부유하고 있다.

#### 4.6 지구 온난화<sup>(13)</sup>

##### (1) 온실효과 가스

태양에서 내리 비치는 적외선은 대기중을 통과해 지구 표면에 도달하여 지구 표면을 따뜻하게 한다. 그러나 지구에서 방사되는 긴 파장의 적외선은 대기중의 탄산가스 등의 기체로 존재하는 대기에 흡수되어 열방산이 어렵게 되기 때문에 온도가 높게되는 현상을 온실효과 라고 한다. 탄산가스 배출량의 증가는 이대로 진행된다면 기온의 상승에 의해 인류 존재 여부와 관련될 만큼 심각한 문제에 직면하게 될 것이다. 지구 온난화의 진행에 의해 발생하는 문제로는

##### ① 해면의 상승에 의한 피해



② 중위도 지역에서의 삼림 재생능력 감퇴

③ 반건조 열대 지역의 가뭄 (사막화)

이 온실효과에 영향을 미치는 기체에 대한 기여도를 평가하는 값으로 최근에는 GWP(지구온난화 잠재성)치가 이용되고 있다. 이 수치는 이산화탄수를 기준으로 20, 50, 100년간의 적외선 방사의 적분치이므로 체류시간이 짧은것은 값이 작아진다. Halogen화 탄화수소류 등은 GWP 치가 탄산가스의 수천배에 달하는 것도 있다. 표 3에 미량성분의 기체를 일정량 방출했을때의 상대 지구온난화 잠재성(GWP)를 나타냈다.

표 3. 미량성분의 기체를 일정량 방출했을때의 상대지구온난화 잠재성(GWP)

미 량 성 분	G W P 치			
	평균수명	20년	100년	500년
이산화탄소	1	1	1	
메 탄	10	63	21	9
아초산질소	150	270	290	190
CFC-11	60	4500	3500	1500
CFC-12	130	7100	7300	4500
HCFC-22	15	4100	1500	510
CFC-113	90	4500	4200	2100
CFC-114	200	6000	6900	5500
CFC-115	400	5500	6900	7400
* CH <sub>4</sub> → 대류권 O <sub>3</sub>	24	8	3	
* CH <sub>4</sub> → CO <sub>2</sub>	3	3	3	
* CH <sub>4</sub> → 성층권 O <sub>3</sub>	104	1		
* CO → 대류권 O <sub>3</sub>	5	1	0	
* CO → CO <sub>2</sub>	2	2	2	
* NO <sub>x</sub> → 대류권 O <sub>3</sub>	150	40	4	
* HMHC → 대류권 O <sub>3</sub>	28	8	3	
* NMHC → CO <sub>2</sub>	3	3	3	

## (2) 온난화에 대한 당면과제

앞에서 열거한 세계 각 나라들의 환경관련 회의 및 의정서 등에서 “자주적인 삭감대책 실시의 추진” 과 “90년대말에 그 이전수준으로 되돌리자” 라는 목표 주장에 대해서 선진국들은 2000년까지 1990년 수준으로 CO<sub>2</sub> 배출을 안정화 해야한다는 성명을 발표했다. 산업계가 취하여야 할 대응책은

- 성에너지
- VOC 삭감
- 소비패턴의 개혁과 추구 등이 열거될수 있다.

특히 성층권의 오존층 파괴를 초래하는 프론, 하몬류는 적극적으로 사용폐지 되어야 하며, 합성수지 재료중 소각처리시 온실효과 가스발생 가능성이 있는것에 대한 사용상의 주의가 요망된다.

## 5. 도료·도장 부문의 과제<sup>(14)(15)(16)</sup>

### 5.1 특정 할로겐 화합물에 의한 오존층의 파괴

오존층의 파괴에는 특정 할로겐 화합물이 원인 물질로 되어 있다. 도장공정중 전처리 공정에서 세척용제로 잘 사용되고 있는 불소계 용제나, 1,1,1-Trichloroethane 및 1,1,1-Trichloroethylene 등이 규제의 대상이 되며, 각종 에어로졸 도료제품의 압축 가스로서 사용되거나 발포조제로 사용되는 후레온 가스도 규제의 대상이 된다. 이들 화합물은 1992년 몬트리올의정서 협약국 회의에서 특정 할로겐 및 트리클로로에탄의 생산 및 소비량을 1994년에 89년 대비 50% 삭감하는 것으로 합의하였으며, 1995년 말에는 전폐의 방향으로 진행되었다. 특히 트리클로로에탄에 대해서는 당초 2004년 말에 전폐의 계획이었으나 급히 규제가 강화된 배경에는 오존

농도의 감소를 막기 위하여 대기중의 염소 농도를 시급히 낮출 필요가 있다고 판단되었기 때문이다. 현재 세계에서 연간 약 60만톤 정도의 트리클로로에탄이 소비되고 있으며 이것을 대신할 수 있는 세척 방법의 조속한 검토가 필요한 실정이다.

## 5.2 CO<sub>2</sub> 기스에 의한 온난화

도료중의 유기용제가 대기중에 방출되면 온난화나 광화학 SMOG의 원인물질이 되며 이미 각국에서도 도료중의 탄화수소류의 규제를 시작하고 있다.

특히 미국의 VOC(휘발성유기화합물)규제는 EPA(미국환경보호청)가 도장공장 등의 고정 발생원을 대상으로 배출기준을 설계하여 이것을 기준으로서 각주가 독자적으로 규제를 하고 있다. 또 독일, 덴마크, 네덜란드, 이태리, 프랑스등에 있어서도 도장이나 건조공정에 따른 용제류의 엄한 배출기준이 설정되고 있다. 일본의 경우는 이동발생원의 규제가 선행되어 고정발생원의 규제는 아직 행해지고 있지 않으나 환경청 또는 각 자치단체로의 요청이 나오고 있다. 이췌든 VOC의 배출을 삭감하는 것은 도료 및 도장관련의 기업에서는 급한 일이며, 보다 고흡분 농도가 높은 도료나 수계도료, 분체도료로의 전환, 도착효율 향상을 위한 도장기구나 도장방법의 개량, 더욱이 도장 BOOTH나 소부건조로로 부터 배출되는 배기가스의 처리가 필요하게 된다.

## 5.3 산 성 비

삼림의 고사나 물고기가 살 수 없는 호수등, 산성비에 의한 피해가 확대되고 있다. 도장물에서는 하역된 자동차의 도막에 얼룩상의 반점이 남기도 하는 피해가 생기고 있다. 이들 산성비는 PH가 5.0이하의 비를 정의하고 있으나 산성비의 피해를 생각하는 경우 비에 포함되는 이온의 종류와 농도가 중요하다. 비에 포함되

는 음이온은 해염입자로 부터 기인하는 염화물이온, 자동차나 공장에서 배출되는 대량의 질소산화물에 의한 질산이온, 화산재등 자연현상이나 보일러 등에서 배출되는 황산이온이 주체이다. 최근의 자동차 도막의 산성비에 의한 비얼룩 문제가 CLOSE UP 되고 있는 배경에는 자동차 도료가 High Solid화 하고 있는 것과 상대적으로 농색이 증가해서 차체의 표면온도가 높아지고 있는 것등으로 생각된다. 도막의 얼룩은 비속의 염산에서는 발생하지 않고 질산이나 황산으로 침식된 상태의 얼룩이 발생한다. 또 그 Mechanism은 농축된 황산에 의해 메라민 수지의 Triazine 환이 가수분해를 받아 최종적으로 시아놀산이 되어 수용화 한다고 보고되고 있다. 또 산성비도 원인의 하나라고 생각되나 철근부식에 의한 콘크리트 구조물의 열화가 큰 문제가 되고 있다. 더욱이 이산화탄소 Gas의 흡수에 의한 콘크리트의 중성화나 염화물이온의 혼입에 의해 국부적인 철근의 부식이 교량이나 도로의 수명을 짧게 하고 있다. 철근방식제의 개발이나 기 설치된 구조물에 대한 방어대책이 필요하다.

#### 5.4 해양오염

선저나 어망등에 해양생물의 부착을 방지하기 위해 유기주석 화합물을 포함하는 도료나 처리제가 이용되고 있었으나 양식방어로 부터 주석화합물이 검출되어 인체에 영향을 주는 문제가 되어 그 사용이 규제되고 있다. 유기주석화합물은 체내에 축적되어 그 대표적인 화합물인 TBTO(Tributyl Tinoxide)는 신경계를 마비시키는 독성이 있어 1990년에 그 사용이 금지되었다. 현재 선저 도료에는 비교적 유해성이 낮다고 보여지는 아산화동계로 변하고 있으나 유기주석 외의 납안료나 크롬화합물 등의 중금속화합물에 대해서도 규제하려는 방향으로 이들을 대신하는 새로운 무

공해 방청제가 요구되고 있다.

## 5.5 산업폐기물

자동차나 가전제품의 폐기물이나 건축폐재료의 처리방법이 문제가 되고 있다. 현재 그 태반은 매립이나 소각에 의해 행해지고 있어 용지의 확보나 폐기물에 의한 지하수의 오염, 더욱이는 소각로로 부터 나오는 이산화탄소 Gas나 유해가스등 세계적으로 골치를 썩고 있는 문제이다. 유럽에서는 폐 Plastic의 처리에 대해서 활발한 검토가 시작되고 있다. 자동차 Maker, Molder (성형 Maker), 재료 Maker 등이 중심이 되어 Recycle 전문회사를 만들어 회수로 부터 분별, 재생까지를 일관해서 하는 시험적인 System의 검토를 시작하고 있다.(독일;Ercom Composite Recycling 회사, 프랑스;Val Orization of Composite by Recycling 회사등) 또 유럽의 어느 자동차 Maker 에서는 도장 Bumper의 재생이용이 어렵기 때문에 일부의 차종에 대해서 무도장의 Bumper를 시험적으로 장착을 시작한 곳도 있다. 또 어느 대형재료 Maker 에서는 자사의 Plastic의 장기 Recycle 계획을 세워 반영구적으로 사용하는 System을 제안하고 있다. 도료공업에 있어서도 폐도료의 회수, 재이용 방법이나, 산업폐기물로 부터 회수된 재생품의 도료원료로서의 유효활용등도 금후 고려해 들 필요가 있다.

## 5.6 공정의 합리화

3D 직장으로서는 특히 젊은 근로자들로 부터 기피된 도장작업 현장은 만성적인 노동력 부족이 되고 있어 도장 Cost의 증가를 초래하고 있다. 도장 로봇트의 도입이나 PAST-COAT로 부터 Pre-Coat Metal로의 전환등, 대폭적인 공정의 합리화가 진행되고 있다. 또 재도장을 요하는 기간이 긴 초중방식 도료나 고내후성 도료로의

대체도 진행되고 있다. 더욱이 처리공정이나 도장공정을 단축, 또는 삭감하는 요구도 높아지고 있다. 어떻든지간에 금후 숙련도장공에게 의지할 수 밖에 없는 작 없을 계속하는 것이 극히 어렵게 되는 것은 명백하므로 지금의 시점에서 그것을 대신하는 방법을 모색할 필요가 있다.

### 5.7 도장품질등 성능의 향상

기능, 디자인성을 중시한 경쟁력 있는 제품개발이 행해지고 있는 가운데 도료에 대해서도 User 측으로부터 엄격히 요구되고 있다. 최근의 공업제품의 성능 Level 은 대부분의 각사가 평준화되고 있어 상품이 갖고 있는 디자인이나 외관성이 구매의 동기가 되고 있어 도료의 Color Design에 대한 Weight가 높아지고 있다. 또 차의 소비자는 왁스칠을 하지 않아도 언제까지도 흠이 없는 신차와 같은 정도의 광택을 요구하고 있다. 차체의 방청에 대해서 미국에서는 소비자를 보호하는 입장에서 녹슬어 구멍이 생기기까지 10년, 외관상 녹발생 5년, 엔진 Room내의 녹발생 2년 Under Body 녹발생 1년의 방청보증을 목표로 생각하고 그 목표달성을 위한 대책이 추구하고 있다. 이와 같이 도료에 대해서 성능이나 기능성의 개량요구가 강해지고 있다.

### 5.8 규격화

ISO(International Organization for Standardization)는 물품이나 Service의 국제교역 및 협력이 용이하게 가능하도록 세계적인 규격의 심의, 제정을 촉진하는 것을 목적으로 하고 있다. 1947년 발족 이래 현재 참가국은 89개국에 달하고 있다. ISO의 도료관계 규격은 TC 35(Paint 및 Varnish)이고 도료원료의 시험규격으로 시작하여 도료시험 방법의 제정, 더욱이 현재는 도장전 표면처리의 표준화나 철구조

물의 방식도장 사양의 표준화가 행해지고 있다. 이들은 다국간에 걸친 국제입찰 등에 있어서의 도장사양을 통일하는 의도가 있다.

## 5.9 주요 도료분야별 대응

### (1) 중방식 도료

중방식 도료의 과제에 대해서 그림-2에 나타냈다. 중방식 도료의 분야는 종래의 철골등과 더불어 최근에는 석유국가 비축 Tank, 대교등 부식환경이 가혹한 용도가 증가하고 있다. 또 용이하게 재도장을 할 수 없으므로 보수, 또는 재도장기간이 긴 도료가 필요하게 된다. 이 때문에 하도도료로서 무기 Zinc Rich, 중도에 에폭시 수지도료의 종래의 도장계에 상도도료로서 불소수지 도료나 아크릴실리콘 도료가 채용되고 더욱이 합 Glass Flake 도료나 초후막에폭시 도료등이 목적에 따라서 사용되고 있다. 도장의 전처리 작업으로서 많은 공수를 필요로 하는 녹제거 작업을 경감시키기 위해서 소지조정이 불충분해도 녹면에 침투해서 녹을 고정화, 외부 부식인자로 부터 차단하는 Kethimine Type의 경화제를 사용한 녹면 침투형 에폭시 수지도료가 개발되고 있다.

콘크리트 구조물중의 철근부식을 방지하기 위해서 콘크리트 혼련시에 아질산염이나 크롬산염등의 Inhibitor가 사용되고 있으나 그 억제효과는 비교적 낮고 최근에는 용융아연도금 철근의 사용이 확대하고 있다. 또 기설치된 구조물중의 철근부식의 진단도 교류 Impedance법 등의 기술진보도 있어 콘크리트 표면의 보수도장등 조기의 대책이 가능하게 되고 있다. 선저도료의 방오제로서 유기주석 화합물에 대신할 수 있는 새로운 방법이 시도되고 있다. 예를들면 선제외판의 접수면에 도전성 도막을 피복하여 미소전류를 통합으로서 극표층에서 전기분해가 일어나 차

아염소산 이온이 발생해서 해양생물의 부착을 방지하는 방법, PVA(Polyvinylalcohol) 등의 Gel상 물질의 표면특성(탄성, 친수성, 용해성, 보수성)에 의한 부착의 방지, 더욱이 해양생물의 기피작용에 착안한 연구가 진행되고 있어 어패류 등의 영향이 없는 천연으로 부터 얻어지는 화합물을 이용한 새로운 선저도료의 탐색이 시도되고 있다.

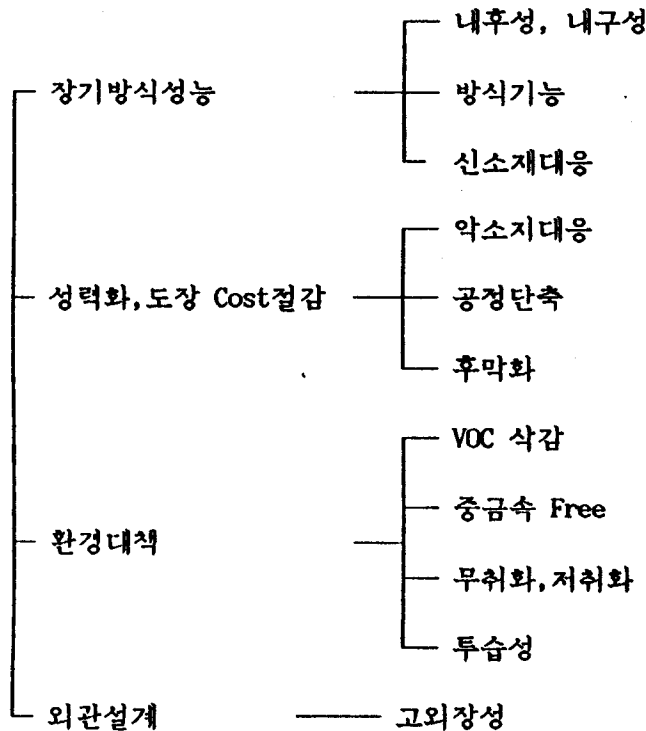


그림-2. 중방식 도료의 과제

(2) 자동차 도료(17)(18)(19)

자동차 도료의 과제에 대해서 그림-3에 나타냈다. 자동차 도료의 경우 특히 외관품질이 중시되므로 이 분야에서 검토가 진행되고 있다. 도막의 굴절을 조정



이나 경화시의 수축율을 낮추는 등의 방법에 더불어 Microgel을 도료중에 병용함으로써 도장시의 점도제어가 가능하게 되어 보다 고고형분으로 평활성이 우수한 도료의 개발이 가능하게 되었다. 산성비에 의한 도막의 얼룩을 방지하기 위해서 메라민 이외의 새로운 가교반응계에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 현재 Epoxy기 / Carboxyl기, Alkoxysilane의 자기가교, 산무수기 / 수산기, 불포화기 / Polyketimine(Michael반응), 저온해리형 Blocked Isocyanate등을 반응계로 하는 검토가 주체이다.

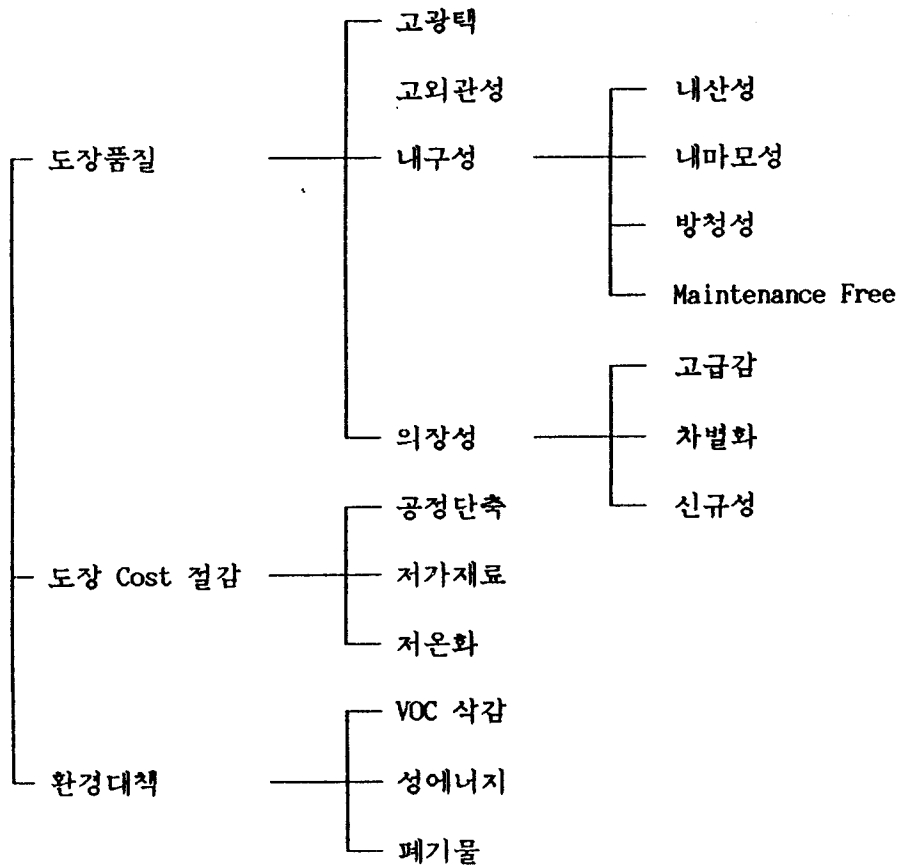


그림-3. 자동차용 도료의 과제

세차시 잔 모래등에 의한 도막의 손상을 개량하기 위해서는 도막의 탄성율을 높히는 것이 필요하고 도막의 가교밀도를 높히는 것이나 측쇄부분에 유연성기의 도입이 효과적이어서 도료에 일부 도입되기 시작하고 있다. 자동차 도료에 있어서 가장 큰 과제는 환경대책이라고 생각한다. VOC 삭감을 위한 상도 Metallic Base coat를 수계화하는 방향으로 모색되고 있다. 이미 구미에서는 수계 Base /High Solid Clear 또는 수계 Base/ 2액형 우레탄 Clear로 양산되고 있고 어느 자동차 Maker에서는 가까운 장래에 전 Line을 이 방식으로 교체할 예정이라고 한다. 이와같은 구미의 환경문제에 대한 적극적인 움직임은 우리나라에도 조만간 들이닥칠 문제이며 온도, 습도에 민감한 수계도료의 도장조건의 확립이 급선무가 되고 있다. 더욱이 VOC를 삭감하기 위해서 수계 Base/ 수계 Clear나 수계 Base/ 분체 Clear등의 검토가 행해지고 있다. 전자는 이미 Plastic-용 도료로서 완성했다고 하는 정보가 있으나 분체 Clear에 대해서는 외관성이나 소부온도에 문제가 있어 실현까지는 상당한 시간이 필요할 것으로 생각된다. 자동차 Line으로부터 Co2 Gas의 방출을 삭감하기 위해서는 도료의 가열건조 온도를 낮출 필요가 있기 때문에 전착도료, 중,상도도료의 새로운 가교계가 모색되고 있다.

신차의 운송중이나 Stock시의 산성비나 충격등에 의한 도막의 오염, Scratch로부터 보호하기 위해서 현재 파라핀왁스 등의 도막보호제가 도포되고 있으나 일시보호 Film이 개발되고 있다. 또한 수계도료의 Over Spray Mist를 회수하여 재이용 가능한 Rechcle도장 System의 개발이 행해지고 일부 도장 Line에서 채용되고 있는 실정이다.

### (3) PLASTIC 용 도료

Plastic용 도료의 과제에 대해서 그림-4에 나타냈다. Plastic의 도장 Cost를 낮추기 위해서 Plastic과 강판부품을 동시에 도장하는 On Line Coating이 행해지고 있다. Plastic에 강판용 도료를 도장하면 Notch 효과에 의한 Plastic 열화가 일어나기 때문에 자동차의 외장부품으로서 채용되고 있는 각종의 Plastic에 공통적으로 사용할 수 있는 Universal Primer를 개발, 충격에 의한 열화를 방지하고 On Line화를 가능하게 했다. Plastic 도장공정의 소지조정을 대폭으로 경감하기 위해 개발된 In-Mold Coating법은 Plastic 성형단계에서 도료를 금형내에 주입하는 High Pressure Injection Process(HPIP)로 발전하고 있다. 이 방법에 의해 성형과 도장의 2가지 공정이 동시 가능하도록 공정의 삭감, 설비비의 절감, 더욱이 일체의 휘발분이 발생하지 않도록 하는등, 환경면에서도 극히 진행된 공법이다.

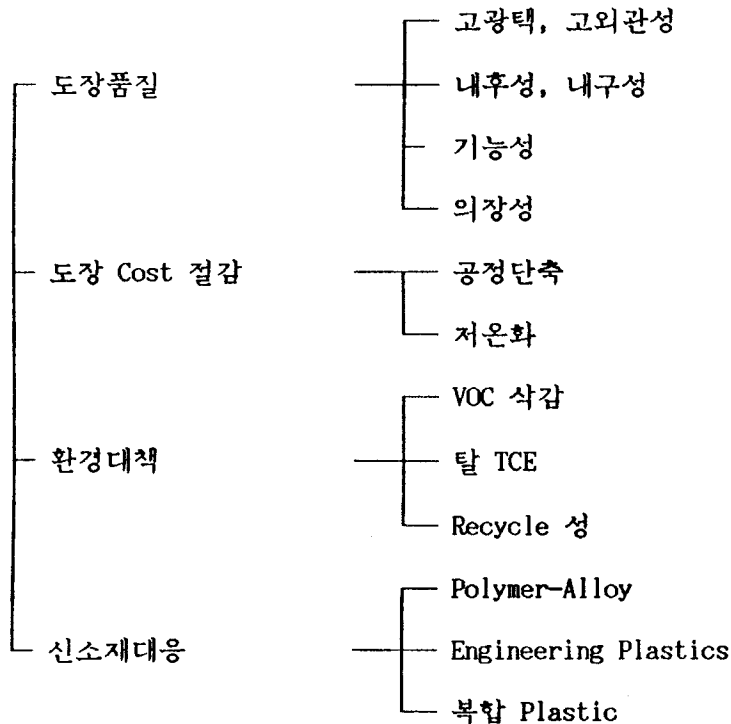


그림-4. PLASTIC용 도료의 과제

Plastic의 도장에 있어서도 커다란 과제는 환경문제이다. Trichloroethane의 전면금지에 수반하는 전처리 대체방법 검토가 행해지고 있다. 초진동 탈지장치는 수계의 알칼리성 또는 중성세제를 사용해도 종래의 Tce를 상회하는 세척력이 있다고 한다. 도료의 수계화 검토도 행해지고 있고 Polypropylene용 Primer의 수계화에서는 염소화 PP나 마레인산변성의 염소화 PP를 계면활성제를 병용해서 유화한 것을 우레탄계, 또는 아크릴계 에멀전과 혼합해서 사용하고 있다. Plastic에의 도착효율을 높이기 위한 검토도 행해지고 있다. 표면저항치가 높고 안전성에 문제가 있는 PP Bumper의 정전도장화에 대비해서 열경화 Type 도전 Primer의 개발로 VOC를 약 50% 정도를 삭감하고 있다고 한다.

PP Bumper를 회수 재이용하는 경우 우레탄계 도막이 혼합되면 재생품의 내충격성 등 물성이 열화한다. 이 때문에 회수 Bumper에서 효율 좋게 도막을 박리시키는 기술로서 진동압축법이 개발되어 있다. 이 방법은 종래부터 시도하고 있는 용제 법이나 용융법의 Cost, 실용성의 결점을 개선하고 있다.

## 6. 주목되는 새로운 기술

도료를 싸고 있는 과제와 그들을 해결하기 위한 수단이 될 수 있는 Key Technology에 대해서 표-4에 정리했다. 이들 기술에 대해서는 반드시 완성되어 실용화된 것은 아니나 도료나 도장의 여러과제 해결에 일조가 될 수 있다고 생각한다.

### 6.1 저온해리형 BLOCKED ISOCYANATE

저온해리형 Blocked Isocyanate는 저장시의 안정성이나 Block제에 의한 변색, 오염등의 문제가 해결되면 용도는 상당히 확대될 것으로 생각된다. 2액형 우레탄의

혼합작업의 번거러움을 해소하는 Merit는 크다. 반응성 Block제의 채용이나 해리 촉매의 선택등에 의해 이들의 문제는 해결될 지도 모른다. 또 VOC 대책으로서 수용성 Blocked Isocyanate나 무용제 Blocked Isocyanate의 개발도 필요하다.(20)

## 6.2 MICROGEL

이미 앞에서도 취급한 바와 같이 Microgel은 점성을 부여하는 우수한 개질제이다 입자 / 매체간의 친화성이나 입자의 내부가교도를 조정함으로써 그 점성거동을 제어할 수 있다. Microgel은 이것 이외에도 Polymer나 가교제와의 상호작용에 의한 도막물성의 개량, 마모저항의 향상, 더욱이 물이나 탄산가스의 침입을 방지하여 도막중의 과잉수분의 방출기능(투습성), 임의의 중공 Morphology 입자의 합성이 가능해서 도막의 은폐 또는 무기안료에 Microgel을 흡착시킴으로써 수계도료중에서의 안료의 분산성을 향상(Hetero 응집), 분체도료 입자표면에 Microgel을 흡착시킴으로써 Flow성과 대 Blocking성이 다른 성질의 것을 안정하게 혼재시키는(복합화기술) 등의 우수한 기능이 있고 더욱이 그 용도는 확산될 것으로 생각한다.

## 6.3 복합성형기술

Pre-Mold Coating, In-Mold Coating등과 같이 성형과 도장을 복합시킨 성형기술은 다른 2가지 공정을 동시에 달성하는 새로운 시도이고 환경문제나 공정의 합리화에도 걸맞는 새로운 분야를 형성할 수 있을 지도 모른다. 다만 압축성형, 사출성형, 압출성형과 도장의 복합화에는 복잡한 성형기술의 제어가 필요하나 Computer 제어기기의 발달에 의해 실용화될 것이다.(21)

## 6.4 저온경화형 수용성도료

표 4. 도료가 안고있는 과제와 대응도료

과 제 KEY TECHNOLOGY		대응도료.기술
환경문제 오존층 파괴 지구온난화 광화학스모그 산성비 중금속오염 취기 Recycle	* 무세척 프라이마 * 탈 PVC, 염화고무도료 * 저용제형도료 하이솔리드 도료 약용제형도료 * 수계도료 * 분체도료 PCM 메타릭 * 무용제형도료 * 저온경화형도료	* 신가교계반응계 * 저염해난 Block isocyanate * NAD * Microgel 저점도형어타 * 상용화제 Morphology * Recycle
공정의 합리화 노동력부족 코스트삭감 도장회귀의 연장	* 신가교계도료 * UV 경화 * 방사선 경화 * 도착효율 전도성도료	* 유기금속착체 * 복합성형기술 (도장/성형) * 도막물성해석 도막외관품질 도막열화도
도막품질 고급화 고성능화 고부가가치	* 주석, 납, Cr Free도료 * 무연마형도료 녹면침투형도료	
규격화 ISO	* Primerless * Universal Primer	
신소재대응 복합강판 방청강판 ENPLA POLYMER ALLOY GRC	* IN-Mold coat * 아크릴 실리콘도료 * 불소도료 * 내 Scratch 도료 * Color coordinate	

이미 수용성 도료가 채택되어 사용되어지는 부분으로서 대표적인 것이 전착도료 분야이다. 수용성 합성수지의 합성은 양이온형과 음이온형 및 양성이온형이 가능하나 방청성능면에서 양이온형이 유리하지만 가장 용이하고 값싼 방법은 음이온형이며, 양성이온에 의한 것은 수가용 능력에 문제가 있다.

전착도료 이외에 방청프라이머 부분에 많이 진척되어 있으나, 환경보호 측면에서 자동차용 Base Coat의 수용화가 주목된다. 이는 가장 VOC를 많이 함유한 도료이기 때문이다. 또한 이들 도료의 경화온도를 낮추려는 연구도 활발히 진행되고 있는데 저온해리형 Blocked Isocyanate의 개발이나 저온반응형 Melamin 수지의 개발 및 타수지와 그래프트중합에 의해 가교밀도를 높이는 방법에 의해 저온경화가 가능하도록 하는 연구는 유성도료계와 같이 활발히 진행되고 있다.

## 7. 결 론

지금부터 다양화하는 요구에 대응하기 위해서는 여러가지 기술의 복합화가 필요하다고 생각한다. 여러가지 기능을 갖는 도료가 개발되어 새로운 응용범위를 넓혀 자연과 조화하여 인간의 삶을 풍요롭게 할 수 있기를 고대한다. 금후 도료공업은 환경을 축으로 해서 크게 전개되고 국제적인 제휴나 재편이 예상되나 새로운 기술의 개발이 그 행방의 열쇠를 쥐고 있을 것으로 생각된다.

## 참 고 문 헌

- (1) 土屈正産, 保科和宏, 塗裝工學, 26(2), 84(1991)
- (2) 이지규, 제 1회 도료.도장 기술심포지움, 한국공업화학회, P1(1992)
- (3) 塗料と塗裝 5, 41(1993)
- (4) 秋元肇, 塗裝工學, 27(8), 330(1992)
- (5) 田邊辛男, 塗裝技術, 1, 80(1993)
- (6) 藤井 稔, 塗裝技術, 1, 96(1993)
- (7) 日本環境廳, 28(9), 782(1992)
- (8) 日本資源環境對策, 28(9), 783(1992)
- (9) 阿北留雄, 地球環境問題協議會會報, 9, 10(1992)
- (10) United Nations : United nations Convention on Climate Change, 8, May.(1992)
- (11) 秋元肇, 汚染物質の反應と地球規模の大氣汚染, MOL, 10月別冊(1989)
- (12) 田邊辛男, 塗裝工學, 27(8), 374(1992)
- (13) 田邊辛男, 塗裝技術, 31(11), 998(1992)
- (14) 平橋宗勝, 塗裝技術, 29(3), 102(1990)
- (15) 柳邊忠郎, 塗裝技術, 31(9,10), 96(1992)
- (16) 前田, 竹中, 材料と環境, 40, 619(1992)
- (17) 化學工業月報, 192, 9, 18
- (18) 田邊辛男, 表面技術, 43(4), 292(1992)
- (19) 松井駒治, 塗裝技術, 23(11), 85(1984)
- (20) 足立正人, 工業塗裝, 33, 13(1978)
- (21) 藤井, 塗裝技術, 1992年 10月 臨時增刊號