

고내후성 도료용 고분자

조 영 호

1. 서 론

도료용 고분자는 열가소성 수지 및 열경화성 수지등의 많은 종류의 것이 쓰이고 있으며, 이는 도료물성을 결정하는 중요한 인자로서, 도료공업에서는 전색제라고 부른다. 도료용 고분자는 각각의 용도별 기능향상 노력에의해 꾸준히 발전되어오고 있으며, 앞으로도 계속적으로 새로운 성능 및 기능의 고분자가 탄생 될 것으로 본다.

1980년대 이후 우리나라의 도료공업은 도막의 장기간 내구성, 내식성 및 내약품성등의 기능을 발휘하는 도료의 사회적 요구가 대형 건축물, 옥외 건축물 및 대형 교량등의 건설과 더불어 관심의 초점이 되기 시작하였으며, 이에따라 아크릴계수지, 불소계수지, 실리콘계수지, 세라믹계 무기질 고분자등 내구성 합성고분자를 이용한 도료들이 속속 등장하고있다.

고내후성 도료용 고분자의 대표적인 불소수지는 1965년 미국 펜웰트사에서 개발한 유기용제 분산형인 kynar 500이란 상품명의 polyvinylidene fluoride(PVdF)로 열가소성 수지이다. 또한 용제가용성, 열경화성 불소수지는 일본 旭硝子(株)에서 개발한 lumifron이란 상품명의 불소수지가 대표적이다.¹ 이는 가열경화는 물론 상온경화형 도료로도 제조 될수있는 특성을 가지고있으며, 이들 불소수지 도료의 도막은 20년을 견디는 우수한 내후성을 발휘하나 가격이 비싼 것이 단점이다. 따라서 내후성은 불소수지와 거의 대등하면서 저렴한 고내후성 도료를 제조할 수 있는 고내후성 고분자가 1980년대부터 일본을 중심으로 활발히 연구되기 시작하였으며, 그대표적인 것이 일본의 日板研究所가 개발한 내후성 및 내열성이 뛰어난 silicone계 무기질 고분자와 鐘淵化學(株)가 개발한 아크릴-실리콘계 고분자이다. 이들은 모두 siloxane 가 교결합을 가지는 도막을 형성하여 고경도, 고내후성, 고내열성등의 우수한 성질을 갖는다.²

최근에는 환경보호에 대한 관심이 집중되면서, 유기휘발물질(VOC)을 감소 시키기 위한 노력으로 수계 불소계 고분자 및 세라믹계 고분자가 등장하고 있으며, 이들 고분자를 이용한 수계도료가 일본등 선진국을 중심으로 소개되고 있다.

따라서 본고에서는 위에서 언급한 불소계 고분자와 siloxane 결합을 갖는 고내후성 고분자를 중심으로 그 기술동향을 설명하고자 한다.

2. 불소계 고내후성 고분자

2.1 유기 불소 화합물의 일반적 성질

불소원소는 다른 원소와 비교하여 전기음성도가 크기 때문에 불소가 탄소와 결합하면 결합전자는 불소 원자핵 가까이 강하게 근접하여 분극율이 작은 결합이 형성되고, 불소원소의 원자반경이 수소원소의 원자반경보다는 크나, 타원소에 비해 작기 때문에 거리가 짧은 결합이 이루어 질수있어 큰 전기음성도와 더불어 에너지가 큰 안정한 결합이 형성될 수 있다.

따라서 유기불소 화합물에 다른 물질이 근접하더라도 상호작용을 가질수 없기 때문에 비점착성, 발수성, 미끄



조영호

1969~ 한양대학교 고분자공학과 학사
1976
1989~ 한양대학교 산업대학원 석사
1992
1992~ 한양대학교 공업화학과 박사과정
현재 재학중
1981~ 대한페인트·잉크(주) 기술부
현재 이사

High Weatherable Polymers for Coatings

대한페인트·잉크(주)(Young-Ho Cho, PCM & Industrial Coatings Group, Daihan Paint·Ink Co., LTD. P.O. Box 8, 615, Pakdal-Dong, Manan-Gu, Anyang-City, Kyonggi-Do, 430-030, Korea)

리짐성, 내열성, 내약품성 및 내후성등의 특성을 나타낸다. 그러나 도료용 불소수지에서 위와 같은 성질을 충분히 발휘할 수 있기 위해서는 불소 함량이 많을수록 좋겠으나 도료화하기에는 용제 용해성 및 용제 분산성과 안료 분산성 및 건조조건등에 문제가 있어 30~60%로 제한을 받고 있다.³

참고로 탄소-탄소 결합이외는 전부 탄소-불소결합으로 되어있는 per-fluoro carbon(PTFE)에서는 위의 독특한 불소기능이 현저하게 나타나므로 그 분자쇄 구조를 그림 1에 표시했다.

그림 1에서 보는 바와 같이 탄소-탄소결합의 골격이 불소원자로 완전히 보호되고 있어, 불소 본래의 기본 특성 및 기능의 제반물성이 현저하게 나타난다.

2.2 열가소성 불소수지

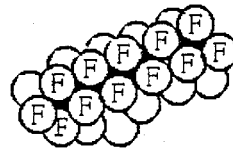
대부분의 열가소성 불소수지들이 분자량이 크고, 결정성 고분자이기 때문에 용제에 용해되지 않으므로 수분산형, 유기용제 분산형 또는 분체도료로 사용되고 있으나 높은 용융온도 때문에 균일한 막을 얻기위해서는 300℃ 이상으로 가열하여 수지를 용융하여야 한다. 예를 들면 PTFE는 용융점도가 380℃에서 10¹¹포아즈로 상당히 높아 도장작업에 엄밀한 관리가 필요하며, 많은 불소함량 때문에 소재와의 밀착도 곤란하다.

따라서 용융점도가 10³~10⁵포아즈로 낮고, 소재와의 밀착 및 도장이 용이한 불소수지를 1965년에 개발한 것이 미국 펜웰트사의 PVdF(Kynar-500)이며, 그후 프랑스의 Atocheme, 이탈리아의 Montefluous 및 미국의 Ausimont사등에서도 개발되어 생산되고 있다. 이 PVdF 불소수지는 260~315℃의 온도 범위에서 10³~10⁵포아즈의 용융점도를 가지고있어 도장관리가 용이하나 얇은 도막을 형성할 경우 유동성이 좋지 않아 아크릴 수지와 혼합하여 유기용제 분산형으로 도료가 제조되고 있다.(혼합비:PVdF/acrylic=8/2~6/4). 다음 표 1에 열가소성 불소수지의 일반적 성질을 비교 정리하였다.⁴

2.3 열가소성 불소수지 도료

PVdF 불소수지가 개발된이래 이를 이용한 용제분산형 불소수지 도료는 미국에서 이미 20여년에 달하는 고내후성 실적을 가지고 있어 전세계적으로 인정받아 고내후성 분야에 널리 이용되고 있으며, 우리나라의 경우는 1980년경부터 도료를 수입하여 사용하였으나, 1982년부터 일부 도료제조회사에서 미국, 일본등 선진국으로부터 도료 제조기술을 도입 생산하면서 그 수요가 급증하였다.

이 도료는 용도별로 크게 나누어 coil coating용(PCM 용)과 spray용(Extrusion 용)의 2가지로 분류 생산되고 있으며 소재와의 밀착 증대 및 방청효과를 높이기 위하여 에폭시계 또는 기타수지의 고방청성능의 프라이머를 사용하고, 도장방식은 2 coat 2 bake 시스템으로 시판되고 있다. 코일 코팅용이라함은 아연도금 강판, 알루미늄



(CF₂-CF₂)_n



단면도

그림 1. Polytetrafluoroethylene의 분자구조.

표 1. 열가소성 불소수지의 일반적 성질

수지명	PTFE	PCTFE	FEP	PFA	ETFE	ECTFE	PVdF	PVF
분자구조	(CF ₂ -CF ₂) _n	(CF ₂ -CF)Cl	(CF ₂ -CF ₂) _n (CF ₂ -CF)Cl CF ₃	(CF ₂ -CF ₂) _n (CF ₂ -CF)ORF	(CF ₂ -CF ₂) _n (CH ₂ -CF ₂) _m	(CF ₂ -CF ₂) _n Cl (CH ₂ -CF ₂) _m	(CF ₂ -CF ₂) _n	(CF ₂ -CH)F
비중	2.13~2.22	2.1~2.18	2.12~2.17	-	1.70~1.76	1.68~1.70	1.75~1.78	1.37
용점(℃)	327	210~212	270	-	260	245	160~180	190~200
인장강도(kg/cm ²)	140~350	320~430	190~220	-	410~470	420~490	390~490	850~1000
연신율(%)	200~400	80~250	250~330	-	420~470	100~250	50~100	100~140
유전율(Ω-cm)	2.1	2.3~2.7	2.1	-	2.6	2.5	7.72	9
연속내열성(℃)	250	150	200	250	150	150	150	100
방청성	◎	◎	◎	◎	○	○	○	△
내용제성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	○
부록킹성	◎	◎	◎	◎	○	○	△	○
절연성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	○	△
내후성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
도료의 형태	수분산	수분산	수분산, 분체	분체	분체	유기용제분산	유기용제분산	

주) ◎ : 최우수, ○ : 우수, △ : 양호

강판 또는 스테인레스 강판 등의 코일에 도료를 도장하여 만드는 착색 아연도(알루미늄, 스텐레스)강판 제조용 불소수지도료라는 뜻이며 도장방법은 연속적으로 roll coating 법에 의하여 도장하여 고온 단시간에 건조되는 것이다.

1965년부터 1973년까지는 전체 PVdF 도료중 80~90%가 코일 코팅용으로 사용되었고, 도장된 강판은 건축물의 지붕, 벽 및 대형 공장의 외장재등으로 사용되었으며, 우리나라의 경우는 1982년부터 아연도금강판에 도장하여 역시 건축물의 지붕, 벽 및 대형 공장의 외장재등으로 쓰이고 있다.

스프레이용 도료는 스프레이도장법에 적합하게 제조된 것으로 선진국에서는 1973~1976년 사이에 많이 보급되

어 최근에는 PVdF 도료의 30~35%를 차지하고 있다. 고출밀딩, 호텔, 병원등의 알루미늄 창틀, 기둥카바, 커튼 월판넬 등에 적용되고 있으며, 우리나라도 이들 분야에 1985년경부터 대량 사용되고 있다.⁵

2.4 PVdF(Kynar-500) 불소수지 도료의 장·단점

내후성, 내약품성, 내마모성 및 미려한 외관등 기재 보호 능력의 우수한 성능때문에 그 수요가 늘고 있으나 타 도료에 비하여 가격이 비싸며, 가열건조형(240℃이상)이기 때문에 가열도장설비를 갖춘 도장 line에서만 도장이 가능하고, 용제 분산형이므로 고평택 도막형성이 어려우며(광택 범위:30~40/60°경면반사), 보수도장이 어렵고, 특히 안료 선택에 있어서 불소 수지의 내구성, 내약품성등 제반 특성에 맞는 세라믹계 무기 안료만을 사용하여야 하기 때문에 색상의 제한을 받는 단점이 있다.

2.5 열경화성 불소수지 도료

제 2.2항에서 설명한 바와 같이 열가소성 불소수지는 분자량이 크고, 결정성을 갖고 있기 때문에 높은 온도에서 용융되며, 용제분산형이고, 도장성이 나쁜등의 결점을 가지고 있다. 이러한 결점을 보완하기 위하여 상온에서도 경화될 수도 있고, 경화전에는 유기용제에 잘 녹으며 경화후에는 충분한 내용제성을 갖는 3차원 결합의 도막이 형성되는 불소수지가 개발되었는데, 예를 들면 미국의 J. R. Griffith가 합성에 성공한 fluoro epoxy 화합물과 일본 아사히 그래스(주)에서 개발한 fluoro olefin과 다른 단량체와 공중합하여 합성한 lumiflon이란 용제 가용성 불소 수지이다.⁶

전자는 제조 단가가 높으며 완제품도 가격이 비싸 현재 상업 생산되고 있지 않으며, 후자는 1981년경부터 일본을 중심으로 하여 그 성능시험이 완료되어 본격 시판되고 있고 우리나라에서도 이 불소수지를 이용한 상온건조형 불소수지 도료가 생산되어 판매되고 있으므로 이 lumiflon을 중심으로 설명하려 한다.

fluoro epoxy화합물과 lumiflon과의 구조는 다음 그림 2와 같다.

2.5.1 열경화성 불소수지의 성상

위의 열경화성 불소수지인 lumiflon의 분자구조에서 알 수 있듯이 비닐 에테르 단위를 함유하고 있으며 이것은 fluoro olefin 단위에 연결되어 있는데 거의 대부분이 교호 공중합체로 배열되어 있어 비닐 에테르 단위가 본래 안정한 fluoro olefin 단위에 의해 보호되어 탄소-탄소 또는 탄소-수소 결합이 전자적 내지는 입체적으로 보호 강화되어 전체 폴리머가 자외선등에 의한 열화를 받기 어려운 상태로 된다. 또 비닐 에테르 측쇄의 구조, 종류, 양을 적절히 선택, 조합함으로써 유기용매의 용해성, 안료 및 경화제와의 상용성과 경화제와의 반응성 등을 부여하게 된다.

예를들면 비닐 에테르 단위에 -OH 기를 부여하여 이

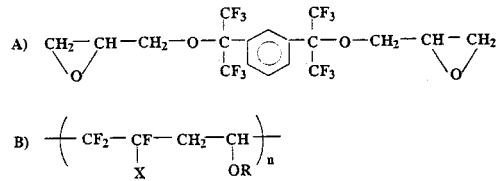


그림 2. A)Fluore epoxy 화합물과 B)Lumiflon의 분자구조.

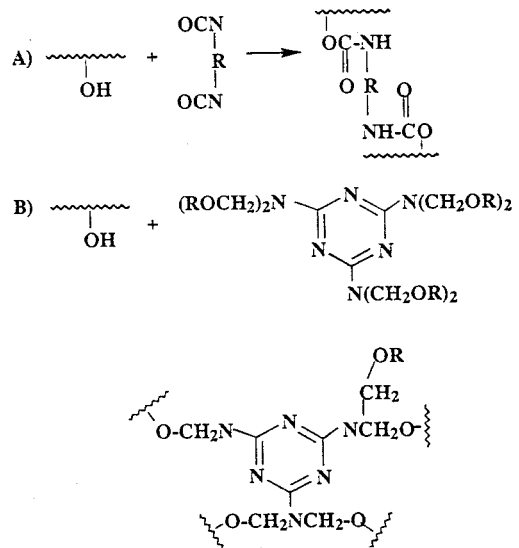


그림 3. 열경화성 불소수지의 가교 반응.

- A) Isocyanate에 의한 가교
- B) Melamine 수지에 의한 가교

소시아네이트 또는 메라민등과 반응하여 가교결합을 형성 할수있으며 -COOH 기를 도입하여 안료 분산성 및 밀착성등을 향상 시킬수 있다. 따라서 lumiflon 불소수지의 반응성은 일반 acryl polymer와 같이 다음 그림 3과 같이 가교반응할 수 있어 상온 경화형의 도료와 가열경화형의 도료를 만들 수 있다.

그러나 경화제의 선택에는 열경화성 불소수지와의 상용성, 내후성등의 물성을 감안하여 이소시아네이트의 경우 hexamethylene diisocyanate 축합체 또는 부가체 및 부록크화된 이소시아네이트등의 비황변성 이소시아네이트를 사용하는 것이 좋으며 메라민계 경화제로는 메틸화 또는 부틸화 메라민을 용도에 따라 선택하는 것이 좋다. 경화제의 내후성은 어떠한 것이라도 불소수지의 내후성 보다는 나쁘므로 필요이상으로 사용하는 것은 전체 도막의 내후성을 저하시킬 수가 있다.⁷

다음 표 2에 lumiflon의 종류별 기본 성상을 나타내었다. 그 기본특성은 45~50℃의 유리전이온도(Tg)를 갖는 투명한 비결정 고분자이며, 경화에 필요한 -OH기 및

표 2. 열경화성 불소수지 lumiflon의 기본 성상

수 지 명	LF-100	LF-200	LF-300	LF-400
용 용 제	Xylene	Xylene	Xylene	Xylene
접도(가드너)	Z ₁ - Z ₄	Y - Z ₁	L - W	L - W
불휘발분(%)	50	60	50	50
OHK(mgKOH/g)	26	31	24	24
산가(mgKOH/g)	--	--	--	1.3
색상(가드너)	2 이하	2 이하	1 이하	1 이하
적용 경화제	이소시아네이트, 메라민	이소시아네이트, 메라민	이소시아네이트, 메라민	이소시아네이트, 메라민
특징 및 용도	고점도, 붓, 로라 도장용	저점도, 스프레이 도장용	자외선 차단형, 투명 도장용	카복실기 함유형, 유기안료 배합용

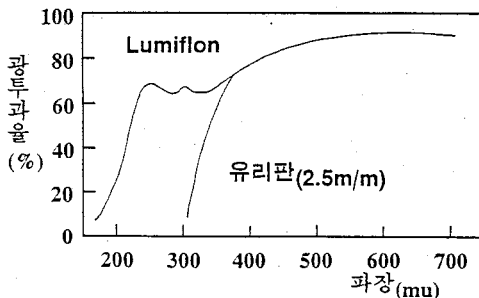
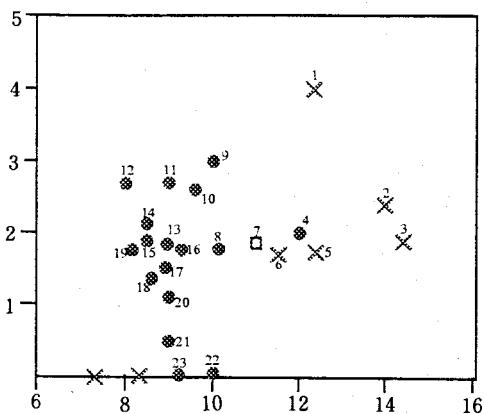


그림 5. Lumiflon의 광투과성(Film 두께: 25미크론).



● : Soluble
□ : Partly Soluble
× : Insoluble

- | | | |
|--|---|--|
| 1. (CH ₃) ₂ CO | 10. C-C ₆ H ₁₀ O | 18. HOC ₂ H ₄ OC ₂ H ₅ |
| 2. HOC ₂ H ₄ OH | 11. CH ₃ (C ₂ H ₅)CO | 19. CH ₂ Cl ₂ |
| 3. CH ₃ OH | 12. CH ₃ (i-C ₄ H ₉)CO | 20. C ₂ HCl ₃ |
| 4. HCON(CH ₃) ₂ | 13. CH ₃ COOC ₂ H ₅ | 21. (CH ₃) ₂ C ₂ H ₄ |
| 5. C ₂ H ₅ OH | 14. CH ₃ COOC ₂ H ₅ | 22. C ₂ H ₅ OC ₂ H ₄ O |
| 6. i-C ₃ H ₇ OH | 15. CH ₃ COOC ₂ H ₄ OC ₂ H ₅ | 23. 2C ₂ H ₆ |
| 7. n-C ₄ H ₉ OH | 16. HO(C ₂ H ₄ O) ₂ C ₂ H ₄ | 24. C-C ₆ H ₁₂ |
| 8. t-C ₄ H ₉ OH | 17. C ₂ H ₆ O | 25. n-C ₆ H ₁₂ |
| 9. (CH ₃) ₂ CO | | |

그림 4. Solubility of Lumiflon in Organic Solvent.

안료분산등에 기여하는 -COOH기 농도와 도장성을 좌우하는 분자량의 크기는 품종에따라 차이가 있고 용해도 파라메타(sp)는 8.5~9.0, 열분해 온도는 240~250℃ 이다.

2.5.2 열경화성 불소수지의 용해성

열경화성 불소수지 lumiflon의 기본특성인 유기용제의 용해성은 방향족에서부터 케톤까지 각종의 도료용 용매에 용이하게 용해하며 용액형 도료용 수지로서 필수 특성이인 가시광선에서부터 자외선까지 넓은 파장영역에서 높은 광투과성을 나타내므로 투명성, 고광택성등의 기본특성을 가진다.

다음 그림 4에 용해성에 관하여 용제의 용해도 파라메타(sp)와 극성으로 정리하였고, 그림 5에 lumiflon의 광투과성을 유리판과 비교하여 나타내었다.

2.6. 불소수지 도료의 도막성능

불소수지는 내후성을 위주로 하여 개발된 도료인 만큼 그 내후성은 타도료에 비하여 월등히 우수하며 그 성능을 최대한 발휘하기 위하여 소재 및 하도의 선택과 시공상에 주의할 필요가 있다.

다음 표 3에 불소수지 도료의 도막성능을 비교 정리하였으며 그림 6에 sunshine W-O-M에 의한 촉진 내후성 시험 결과를 나타내었다.

표 3의 촉진 내후성 실험 결과에 나타난 바와 같이 불소수지 도막의 내후성은 자연 태양광선으로 약 20년에 상당하는 광선량(4,000시간)을 폭로한 후에도 90%이상의 광택을 유지할 뿐만 아니라 초기의 역학적 성질을 유지하며, 미국 아리조나 주에서 시험한 자연광에 의한 촉진 내후성 시험(emmaq test)에서도 20년 자연폭로에 해당하는 200만 langle를 조사후에도 높은 광택 유지율을 발휘한다. 즉 PVdF계 불소도료와 동등한 내후성을 가지고 있다고 할 수 있다.

2.7. 불소수지 도료의 용도

PVdF를 이용한 불소수지 도료가 가열건조형이었기 때문에 도장시설이 구비되어 있는 공장에서 도장되어 건축용에 주로 적용되어 왔고, 소재도 알루미늄, 아연도금강판, 스텐레스강판등으로 제한을 받아왔으나, 상온건조형 불소수지가 개발되므로하여 그 용도가 확대되어 공사현장에서도 도장 할수있으며, 소재도 철 및 비철금속을 비롯하여 콘크리트, GRC 관널, FRP 등에 밀착이 가능하여, 그 용도가 확대 발전되어 대형교량, 대형 물탱크, 고층빌딩 및 옥외 광고물에까지 도장되고 있으며, 또 건조온도가 240℃ 이상에서 150℃ 정도로 낮아지게 됨에 따라 소형 도장 공장에서 자동차 부품, 선박 부품 및 solar system 등에도 용이하게 사용될 수 있게 되었다.^{8,9}

표 3. 불소 수지 도료의 도막 성능

도료종류	PVDF 도료	Lumiflon 도료	비 고
항목			
광택	35±5	70이상	60-60° 경면 반사
연필경도	HB-F	2H	
밀착성	100/100	100/100	
내충격성	1/2"×1kg×50cm	1/2"×500g×50cm	Du Pont식 내충격성
내약품성	Excellent	Excellent	5% HCl, 5% NaOH, 5% H ₂ SO ₄ , 30일간
내수성	Excellent	Excellent	40℃ 물침적 60일간
염수분무시험	Excellent	Excellent	100시거나 시험
오염성	Excellent	Excellent	매직 흑, 적
내용제성	100 회	100 회	MEX, Xylene Rubbing
Q U V	90% 이상	90% 이상	광택유지율
촉진내후성	90% 이상	90% 이상	광택유지율 (W-O-M, 4000시간시험)
내마모성	45mg 이하	45mg 이하	마모감량 (1kg×1000회전, C-17a)

주) 소재: 0.6t 알루미넘 강판 및 0.5t 아연도금 강판
 하도: 에폭시계 프라이머
 도막두께: 25미크론

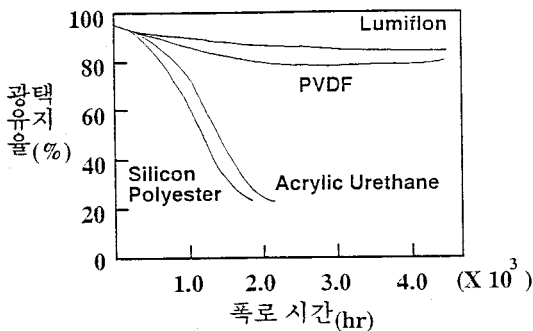


그림 6. 불소수지, 실리콘 폴리에스터 및 아크릴 우레탄 도료의 촉진 내후성 비교 시험.

3. 아크릴-실리콘계 고내후성 고분자

도료용 고분자의 내후성을 향상시키기 위한 종래의 연구는 아크릴수지 또는 폴리 에스테르수지에 실리콘중간체 또는 실리콘 올리고머를 공중합하거나 단순 혼합하여 변성시킨 고분자를 이용하는 것이었으며, 현재도 이들 실리콘변성 고분자가 상품화되어 많이 쓰이고 있다. 예를들면 실리콘 폴리에스테르 수지, 실리콘 알키드 수지, 습기경화형 아크릴 실리콘 수지, 이소시아네이트 경화형 아크릴 실리콘 수지 등이 비교적 내후성이 우수한 고분자로서 사용되어 왔다.

그러나 최근의 연구는 아크릴수지 주쇄에 알콕시 시릴기를 결합시킨 아크릴계의 실록산 가교형 아크릴 실리콘 수지가 가격이 저렴하며, 불소수지에 버금가는 내후성을 발휘하는 연구결과가 발표되고, 이를 이용한 고내후성 도료가 탄생하여 관심이 집중되고 있다.^{10,11}

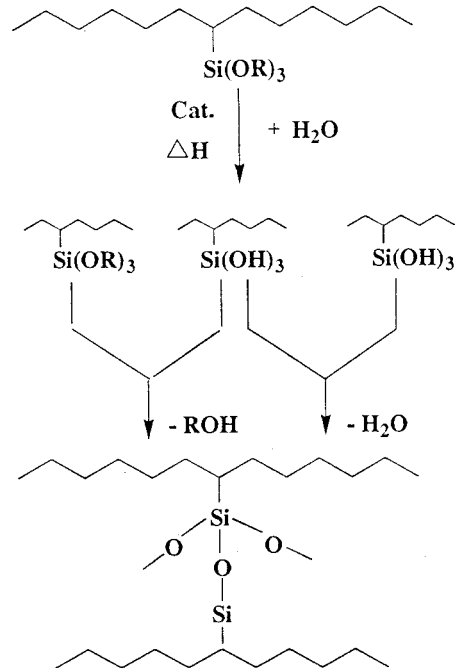


그림 7. 아크릴-실리콘 수지의 가교 반응.

3.1 아크릴-실리콘 수지의 특성

내후성이 우수한 아크릴 단량체로 구성된 아크릴수지의 합성시 알콕시 시릴기를 함유한 단량체를 공중합시켜, 아크릴주쇄에 실록산 가교결합이 될수 있도록 한 것으로, 그 가교반응은 다음 그림 7과 같이 표현 될수있다.

이 수지는 그림 7에 나타난 것과 같이 주쇄중의 알콕시 시릴기가 공기중의 수분과 반응하여 가수분해되어 실라놀을 형성한 다음, 이 실라놀이 축합반응하여 안정한 실록산 결합으로 가교된다. 불소수지중 탄소-불소의 결합력이 484KJ/mol로 매우 강함에따라 고내후성, 내약품성, 내마모성등 우수한 물성을 나타내고 있다. 반면에 아크릴-실리콘 수지의 가교결합인 Si-O-Si의 결합력은 443KJ/mol로 불소수지와 대등하는 내후성이 기대된다. 또한 주쇄중의 알콕시 시릴기는 콘크리트등의 무기질 소재에 대한 밀착향상에 기여하며, 멜라민수지나 이소시아네이트등의 특별한 경화제를 쓸필요가 없이, 유기금속화합물계의 경화촉진제만으로 가교속도를 조절할 수 있다.^{12,13}

3.2 아크릴-실리콘 수지 도료

아크릴-실리콘 수지 주쇄가 아크릴계이므로 이를 이용하여 만든 도료는 표면건조가 빠르며 표면 전기저항이 낮아 먼지등의 부착에 의한 오염이적고, 광택조절이 용이하고 일반 용제형도료와 제조 및 사용상의 차이가 없으며, 상온경화 및 가열경화가 가능하여 철 및 비철금속은 물론 콘크리트, GRC, 몰탈등 다양한 소재에 도장할 수 있어 용도 선택폭이 넓다.^{14~20}

표 4. 아크릴-실리콘수지 도료의 도막 성능비교

도료종류	아크릴-실리 콘수지 도료	불소수지도료	아크릴우레탄 수지도료	시험 조건
가사 시간	20℃ 30℃	>8시간 5시간	>8시간 >8시간	
전조 시간	반경화 경화	7시간 <7일	24시간 <7일	20℃
광택	88	74	91	60도 경면반사율
내굴곡성	○	○	○	3mmφ절곡
Erichen 시험	8.3mm	>9mm	8.6mm	
연필경도	2H	2H	2H	
내충격성	0.3,30kg/cm	0.5kg,50cm	0.5kg,30cm	Dupont식,1/2inch
내알카리성	◎	◎	◎	5% NaOH,30일간
내산성	◎	◎	◎	5% 황산,30일간
내식성	◎	◎	△	염수분무,1,500시간
내습성	◎	◎	◎	50℃RH98%,30일간
내용제성	○	◎	◎	Xylene, MIBK
저장안정성	◎	◎	◎	1년간

주) 광택, 내후성 시험편: aluminium(5052S)판에 상도 도료를 도장.
기타 시험편: 에폭시계 하도가 도장된 냉간압연강판에 상도 도료를 도장.

전조: 상온 전조 7일 후에 시험 개시.

표 4에 아크릴-실리콘도료와 불소수지도료 및 아크릴우레탄도료의 도막 성능을 비교하여 표시하였다.

4. 우리나라의 도료용 고내후성 고분자

우리나라의 도료기술은 대부분 선진국으로부터 기술을 전수받아 활용 내지는 발전시켜 왔다. 그중에서도 특히 고내후성 도료용 고분자의 합성기술은 거의 기술전수가 되고 있지 않으며, 국내 자체개발도 미흡한 실정에서 이를 해외로부터 수입하여 도료를 제조하고 있다. 따라서 대부분의 고내후성 도료의 가격은 상당히 고가로 시판되고 있어 소비자의 부담을 가중시켜 그 사용량도 전체도료 사용량의 2% 미만으로 적은 실정이다. 최근에는 일부 도료제조회사에서 불소수지보다 저렴하고 합성하기도 용이한 아크릴-실리콘계의 고내후성 고분자를 합성하려는 노력이 경주되고 있으며, 어느정도 사용가능 단계에 진입하고 있으나 실제 사용에 의한 실적과 시장의 인정을 받기 위해서는 많은 시간이 필요할 것이다.

5. 결 론

최근에 많이 쓰이고 있는 고내후성도료의 내후성은 정상조건하에서 실사용 내후년수를 20년으로 하고 있으며, 이를 만족하는 도료용 고분자는 불소계와 실리콘-아크릴계가 인정받고있어 이들 고분자의 성능을 기준으로 하여 여러가지 변형된 분자구조의 고분자를 합성하려는 연구가 활발하며, 또한 불소계 고분자의 결합이라고 할수있는 고경도, 고풍택, 용해성 및 자연건조형등의 개량 연구도 병행되어 여러가지 새로운 분자구조의 불소수지도 소개되고있다. 특히 최근에는 유기 휘발물질의 환경공해와 관련하여 수계화 하려는 연구도 활발하여 이들 고내후성 도료용 고분자의 수성화한 연구결과가 발표되고 있으나 실용화에는 역시 시간이 더 필요한 실정다.

도장의 목적이 오래동안 소재를 보호하고, 미려한 외관을 유지하며, 사회적 조화를 이루는 것이라고 할때, 고내후성 고분자의 합성연구와 이를 이용한 도료제조기술 연구는 매우 중요하며, 우리나라의 이분야 합성연구가 뒤진 면이 있어 각고의 노력이 경주되어야 한다고 본다.

참 고 문 헌

1. 西尾龍生, 犬飼宏, 塗裝と塗料, 3, 37(1993)
2. 笹尾康行, 塗裝工學, 4, 130(1995)
3. 仲木良嗣, 西川賢一, GBRC, 70, 4(1993)
4. 狩野雅史, 工業塗裝, 64, 17(1983)
5. 榎原揆雄, 塗裝技術, 2, 71(1989)
6. 榎原揆雄, "佛素系 高分子の 開發 用途展開", 技術情報協會發行, 日本東京, 323(1991)
7. 西川賢一, 山本基弘, 塗裝技術, 12, 10(1991)
8. 榎原揆雄, 藤井隆, 配管と裝置, 8, 13(1991)
9. 山本基弘, 建築と社會, 858, 64(1993)
10. 加藤康, JETI, 6, 74(1993)
11. 大八化學工業(株), JETI, 6, 82(1993)
12. 塚本英史, 青木進, 塗裝と塗料, 518, 27(1994)
13. 加藤康, 工業塗裝, 100, 75 (1989)
14. J. W. Cornish, Paint resin, 5, 24(1984)
15. 平田, 建築仕上技術, 14, 58(1988)
16. 日本塗料工業會, 塗裝と塗料, 2, 37(1989)
17. 上村, 橋高, 石本, "日本建築學會大會 學術講演梗概集", 日本東京, 1348(1987)
18. 川田喜久, 工業塗裝, 121, 19(1993)
19. 沖田和正, 工業塗裝, 121, 28(1993)
20. 藤井光男, 工業塗裝, 121, 36(1993)