

UV, 전자선 경화 접착제(II)

尹 甲 錫 · 辛 春 桓 · 閔 丙 權

7. 共重合性 Monomer

Polymer나 반응성 prepolymer를 함유하는 배합물의 점도를 조절하고 좋은 효율로 가교시키기 위해 monomer 또는 multifunctional monomer가 희석제로서 가해진다. 이것들은 경화물의 접착강도, 휘발성 및 경화속도에 큰 영향을 미친다. 예를 들면 monomer의 분자량이 작으면 휘발성이나 냄새 및 작업시 피부 자극성이 증대되고 경화시 체적 수축이 커지는 등의 문제점이 생기므로 선택에 신중을 기하여야 한다.

그러므로 이들 共重合性 monomer에 요구되는 性質은 다음과 같다.

- 1) 점도가 낮을 것
- 2) PII가 작을 것
- 3) Polymer 분이 작을 것
- 4) 용해력이 클 것 (oligomer나 첨가제와의 상용성)
- 5) 경화 활성이 클 것
- 6) 잔존 용제가 적을 것
- 7) 색상이 없을 것
- 8) 냄새가 적을 것 등이다.

(1) 광 중합성 Monomer의 성질

대표적인 광 중합성 monomer의 특성은 표11과 같다.

(2) 독 성

Multifunctional acrylate의 경구 독성, 1차 피부 자극율(PII(Primary skin Irritation Index))은 표 12와 같다. 표에서 보듯 경구 독성은 1,500mg/kg 이상의 것이 대부분으로 전혀 문제가 없으며 이들 1차 피부 자극율은 토끼를 사용한 Trace개량법으로 측정한다. 이 방법은 토끼 6마리를 사용, 배 가운데의 털을 깎고 상처를 낸 피부 2개소(2×2inch이상)와 처리를 하지 않은 피부 각 2개소를 만들어 시료를 부착한다. 관찰은 4, 24, 48, 96 시간 후에 행하며 홍반, 부종의 발생 정도에 대해 5점법으로 평점을 구한다. 개개의 토끼의 평균 평점을 더해 6으로 나눈 총 평균 평점을 PII로 한다. PII의 평가는 표 13의 6단계로 표시한다. 실용적으로는 PII가 2이하면 전혀 관계가 없으나 그 이상이 되면 피부나 작업복에 묻을 경우 충분히 세척할 것등의 주의가 필요하다. PII 측정에서 신뢰성이 높은 것은 Huntingdon Research Centre, London의 data를 들 수 있다.

8. 광개시제

자외선 조사에 의해 Radical을 발생시키는 System에 필요한 광개시제는 표 14와 같이 매우 많은

表 11 대표적인 광중합성 Monomer

Monomer의 종류		기호	분자량	외관	색상 (APHA)	비중 (25°C)	점도 OC식 25°C(cps)	인화점 (°C)	비점 (°C/mmHg)
Monofunctional monomer	2-Ethylhexylacrylate	EHA	184	투명액체	20>	20°C 0.087	1.54	245	2135
	2-Hydroxyethylacrylate	HEA	116	〃	50>	20°C 1.108 1.110	28°C 5.34	104	82/5
	2-Hydroxypropylacrylate	HPA	130	〃	50>	20°C 1.049- 1.059	28°C 8.06	100	77/5
	2-Hydroxyethylacryloyl phosphate	(PA-1)*	196	담황색액체	150	1.36-1.38	4000>	-	-
Difunctional monomer	1,3-Butanediol diacrylate	BGDA	190	〃	60>	1.04-1.05	9	118	-
	1,4-Butanediol diacrylate	BUDA	198	〃	150>	1.06-1.10	29	132	-
	1,6-Hexanediol diacrylate	HDDA	226	〃	400,500	1.01-1.02	4-6	109	-
	Diethyleneglycol diacrylate	DEGDA	214	투명액체	0-10	1.10-1.12	6-8	130	-
	Tripropyleneglycol diacrylate	TAGPA	300	〃	100	1.03	12.6	-	268
	Neopentylglycol diacrylate	NPGDA	212	〃	60	1.02-1.03	5-6	108	-
	polyethyleneglycol 400 diacrylate	PEG400DA	522	담황색액체	40	1.117	40-60	>115	-
Multifunctional monomer	Hydroxypiparinic acid ester neopentylglycol diacrylate *	HPNDA	312	〃	50>	1.04- 1.05	15-25	166	-
	Trimethylol propanet riacrylate	TMPTA	295	〃	100>	1.10-1.12	50-150	181	-
	Pentaerythritolt riacrylate	PETA	298	〃	200	1.18	600/-900	82	-
	Dipentaerythritol hexacrylate	DPHA	578	〃	130-200	1.17-1.18	3000-6000	140	-

* 상품명

表 12 多官能 Acrylate의 毒性

品名	분자량	粘度(cps)	嚙口毒性(Rat mg/kg)	PII
DEGDA	214	6-8	LD ₅₀ 1,568	6.8
NPGDA	212	5-6	6,700	4.69
HDDA	226	4-6	7,228	6.0, 6.2
HPNDA	312	15-20	4,600	1.25
TMPTA	295	50-150	{ 2,541 5,000	3.75, 2.2
PETA	298	600-900	2,460	4.3, 2.5
DPHA	578	3,000-6,000	3,000<	0.54, 1.2 1.1, 0.9

表 15 증감제의 효과(불포화 polyester 수지)

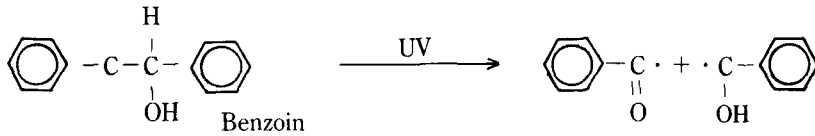
光開始劑	增感劑	Gel화 時間
Benzyl	-	20分
〃	Butylamine	6分
〃	Dibutylamine	3分
〃	Triethylamine	35秒
〃	Diethylaminoethylmethacrylate	15秒

表 13 PII의 評價

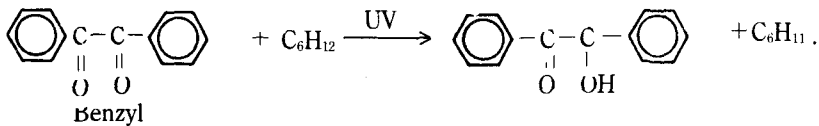
PII	評價
0.00-0.03	No irritation
0.04-0.99	Irritation barely perceptible
1.00-1.99	Slight irritation
2.00-2.99	Mild irritation
3.00-5.99	Moderate irritation
6.00-8.00	Severe irritation

종류가 있으나 자신이 분해하여 radical을 발생시키는 광개열형과 광을 흡수하여 triplet-excited state를 경유한 수소인발반응에 의해 radical을 발생시키는 수소인발형으로 대별할 수 있다. 이들은 통상 근자외선 영역(3,000~4,500Å = 300~450mμ 또는 nm)

① 光開裂型



② 水素引拔型



에서 여기하여 radical을 발생시킨다.⁽³⁸⁻⁴¹⁾ 그와 같은 광중합개시제의 사용량은 통상 0.1~5.0%의 범위로⁽⁴²⁾ 투명한 곳에 사용할 경우는 2%이하로는 충분하나 착색하는 경우는 일반적으로 2% 이상이 필요하다.

지는 않으나 광개시제와 함께 사용하면 광개시제 단독 사용시 보다 우수한 효과를 준다. 즉 표15에서 보듯 광개시제로 benzyl을 사용하는 경우, 증감제의 첨가에 의해 불포화 polyester 수지의 gel화 시간이 매우 단축된다.

9. 증감제

증감제는 단독으로 자외선 등에 의해 활성화하

표 16과 같은 anthraquinone, 5-nitrofluorene, 5-nirtronaphthalene 등의 증감제를 광개시제와 병용하면, 이들은 폭넓은 파장 영역의 광을 흡수하는 작용이 있으므로 광 중합개시제의 증감 파장 영역을

表 14 光重合開始劑의 種類

	化學名	構造式	性狀	溶解性	最大吸收 (nm)
Acetophenone系	Diethoxyacetophenone		液体	Excellent	240~350
	2-Hydroxy-2-methyl-1-phenylpropane-1-one		液体	Excellent	200~300
Benzoinether系	Isobutylbenzoinether		液体	Excellent	240~270
	Isopropylbenzoinether		固体	Good	240~260
Benzylketal계	Benzylmethylketal		固体	Good	250~350
	Hydroxycyclohexylphenylketone		固体	Good	250~391
Ketone系	Benzophenone		固体	Good	240~350
	2-Chlorothioxantone		固体	Fair	200~400

표 16. 光重合性 増感劑

증감제의 종류	화합물의 예
1. 과산화물	Hydrogen peroxide, Benzoyl peroxide, Acetyl peroxide
2. Carbonyl 화합물	Diacetyl, Benzyl, Benzophenone, Benzoin, ω-Bromoacetophenone, Chloroacetone, Benzoquinone, Anthraquinone
3. 유기황 화합물	Disulfide, Methylthiocarbamate, Mercaptane
4. Azo 화합물	AIBN, Hydrazine
5. Halogen 화합물	Cl ₂ , Br ₂ , CCl ₄ , CH ₂ Br ₂
6. 금속 Carbonyl	Mn(CO) ₁₀
7. 무기 고체	ZnO
8. 무기 Ion	Fe ³⁺ , Sn ²⁺ , VO ₂ ²⁺
9. 색소	Methylene Blue, Thionine,
10. 기타 유용한 증감제	p-tert-Butylanthraquinone

넓게 하는 효과가 있다.⁽⁴³⁾

증감제로는 amine류가 많으며 amine의 첨가에 따라 경화속도가 빨라지는 것은 먼저 수소인발작용에 의해 광개시제에 수소를 공급하기 때문이며 두 번째로는 공기중의 산소가 표면경화를 일으키지 못하도록 amine이 조성중에 용해되어 들어간 산소를 환원하는 작용을 하기 때문이다. 또 Tertiary amine류나 naphthalene산 cobalt 등의 금속류도 광중합 개시제와의 redox반응을 일으키므로 광중합 촉진제로 유효하다.

10. 경화에 미치는 각 인자의 관계

(1) 광중합성 Monomer의 휘발성

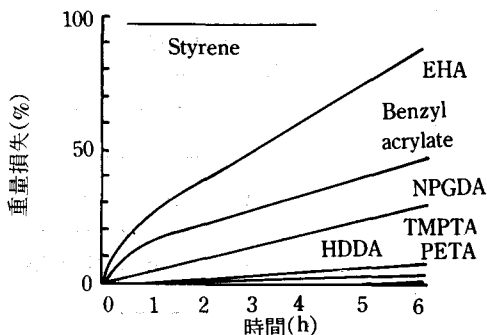


그림 5. 單官能·多官能Monomer의 揮發性(測定 溫度 60°C)

Monofunctional 또는 multifunctional monomer의 휘발성을 60°C에서의 중량 손실%로 나타내면 그림 5와 같다.⁽⁴⁴⁾

Styrene은 높은 휘발성이 있고, EHA는 최초 1시간에 30%가까이 증발한다. HDDA는 휘발성이 낮고 희석효과도 양호하여 PII를 배제하는 좋은 효과가 있다. TMPTA, PETA는 전혀 휘발성이 없다.

(2) 수지 점도에 미치는 Monomer효과

불포화 polyester수지의 점도에 미치는 monomer의 효과를 측정하면 그림 6과 같다.⁽⁴⁴⁾

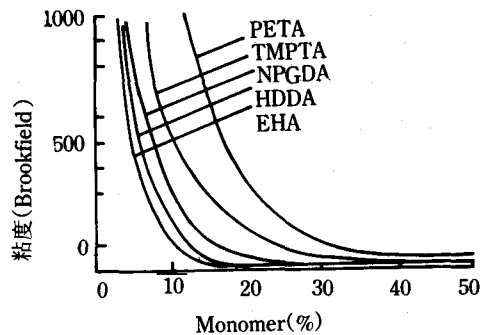


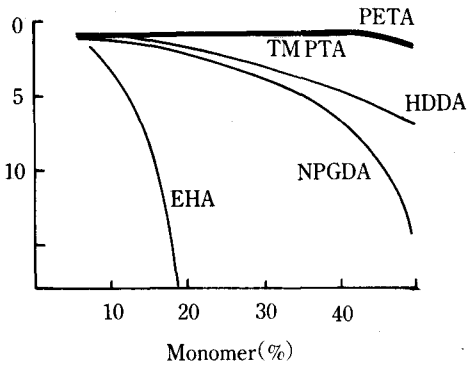
그림 6. 樹脂粘度에 미치는 Monomer의 효과

EHA는 점도 감소 효과가 크나 Multifunctional

monomer는 작용기가 많다는 점외에 희석효과는 적다.

(3) Monomer와 경화성

불포화 polyester수지의 경화성에 미치는 monomer의 효과를 측정하면 그림 7과 같이 functional group의 수가 많아지면 경화속도가 빨라짐을 보여 준다.⁽⁴⁴⁾



〔硬化條件〕 UVlamp : W/in 1本, Conveyor 速度 : 30.5m/min, 照射幅 : 5cm, 照射時間 : 0.1s/pass

- functional group의 수 ; EHA 1개, NPGDA 2개, HDDA 2개, PETA 3개

그림 7. 一定의 耐溶劑性을 주는 照射回數

表 17 各成分간의 吸收波長(최대)의 비교

成 分	最大吸收波長 λmax(nm)
PETA	252
TMPTA	252
NPGDA	251
HDDA	249
Butylcellosolbacrylate	247
Cyclohexylacrylate	249
不飽和 polyester 樹脂	247, 475
Vinylester樹脂	248, 277, 284
Benzoinbutylether	252
Methylantraquinone	263, 278
Chlorothioxantone	260, 385

(4) Lamp의 출력 파장과 수지 성분의 흡수 파장

자외선의 경우, 전회의 표4와 같이 자외선 발생 장치에 따라 방사하는 파장이 각기 다르다.⁽³⁾ 그리고 수지 조성을 구성하는 각 성분의 파장도 다르므로 유효한 경화물을 얻기 위해서는 lamp와 경화수지 성분간의 파장이 잘 matching되는지를 검토할 필요가 있다. 표 17은 각 성분의 흡수 파장을 나타낸 것이다.^{(44) (43)}

(5) 수지 점도와 경화속도

표 8과 같이 수지의 점도가 낮으면 경화가 늦어지게 되지만 수지의 경화속도와 함께 밀착성의 문제도 있으므로 저점도로 하여 바르기 쉽게 하여 밀착성을 부여하는 경우도 있다.⁽³⁾

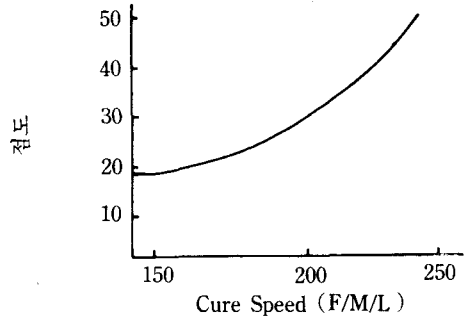


그림 8. 粘度와 硬化速度

(6) 기타 영향을 미치는 因子

개시제 농도를 증가시키면 당연히 경화속도가 빨라진다. 그러나 안료의 종류에 따라서 변화되는 경우가 있으므로 종류와 양을 미리 사용시험으로 결정할 필요가 있다.

- 필름의 두께가 증가하면 경화속도는 감소한다.
- 열에 대한 영향은 별로 없다.
- 부활성 기체(N₂등)에서는 공기중에서 보다 2~4배 경화속도가 빠르다.
- prepolymer의 functionality가 크면 경화속도는

빠르다.

• 밀착성을 주기 위해서는 기재를 잘 적실 성분을 골라 경화속도를 천천히 할 필요가 있다.

11. 접착제의 경화

방사선을 이용한 접착제는 경화시간을 단축할 수 있다는 것이 가장 큰 특징이다. 여러가지 다양한 접착제가 각종 제조 공업에 사용되고 있으나 경화 시간이 길고 생산 process에서는 bottle neck 공정으로 되어 있으므로 접착제 사용에 따른 경량화, 생산성 증대, cost 절감 및 신뢰성 향상 등의 문제를 체념하는 경우가 많았다. 단순히 경화시간 단축이라는 측면에서 예를 들면, cyanoacrylate계 접착제가 있으나 사용분야가 꼭 넓은 것은 아니다. 이 접착제는 대부분의 재질에 대해 좋은 접착성과 함께 신속히 고화하지만 사용 온도가 80℃ 이하일 뿐만 아니라 충격에 대한 강도나 내습성이 충분하지 않기 때문에 용도가 제한되어 있다. 방사선 경화 접착제를 이용하면 이들의 결점을 극복할 수 있다.

방사선을 이용한 접착 방법은 2가지로 대별할 수 있다. 그림 9은 전자선을 사용한 경우의 예를 나타낸 것이다.

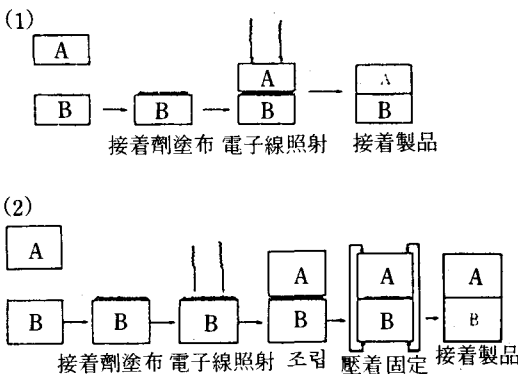


그림 9. 電子線照射에 의한 接着 process

제1의 방법은 피착체 B에 접착제를 도포하고 A를 맞춰 압착한 다음 전자선을 조사하여 경화시키는 방법이다. 이때 A의 두께에 따라 사용할 전자선의

에너지를 선택하여야 한다. A가 유리나 투명 plastic이면 자외선을 이용할 수도 있다. 제2의 방법은 피착체 B에 접착제를 도포하고 전자선을 조사한 후 A를 맞추어 압착 고정하여 접착제품을 얻는 방법이다. 이 경우 접착제의 점도가 높으면 접착면에 기포나 불균질을 만들기 쉬우므로 도포 작업에 불편을 줄 수 있으나 저점도 상태로 하여 도포하면 결점을 해소할 수 있다. 이 방법에서는 방사선 조사에 의해 생성된 radical의 일부가 포착된 후 효과증합을 일으키기 때문에 자외선 조사에 의한 제2의 방법을 3M사는 Trigger경화법이라 명명하고⁽⁴⁵⁾ 이 방법을 epoxyacrylate를 근간으로 한 접착제에 사용한 경우, 자외선을 1초 정도 조사하고 1분내에 조립하여 2~10분간 압축, 경화 접착한 후의 실험 결과를 표 18 과 같이 보고하였다.

表 18 Epoxyacrylate系 構造接着劑에 따른 紫外線 硬化接着物의 接着強度

被着体/被着体	方法 1	方法 2
	전단強度 psi	
Glass/Glass	>450*	>400*
Glass/CR steel	>600*	
FRP/FRP	>950*	
FPL处理AI/FPL处理AI		>2600
Polycarbonate/Polycarbonate	250	
PMMA/PMMA	350	
Nylon/Nylon	250	
ABS/ABS		700
전나무/전나무材		>1200

*擬集破壞

Campbell등은 3MeV의 가속전자를 쓰고 aluminum판의 접착에 대한 여러가지 타입의 구조 접착제를 사용하여 방법 1에 의한 접착을 한후 접착성을 평가하였다. Epoxyacrylate와 divinylbenzene, triarylcyanulate, styrene 혼합계의 전자선 경화와 penzoyl peroxide(5%)의 가열 경화(80℃, 2hr)에 의한 접착물의 전단 강도를 115℃에서 260℃까지의 넓은 온도 범위에서 시험하였다. 조사선량을 10Mrad로 할 경우 epoxyacrylate/divinylbenzene

혼합제의 전자선 경화물의 전단 강도는 115°C에서 1700psi고 260°C에서 740psi를 나타냈다. 그러나 가열경화물은 훨씬 낮은 값을 나타냈다. 이와 같은 것은 polyetheracrylate계 및 polyimide계 접착제의 환경시험 결과 공기 중에서의 가열 및 물이나 용매 중의 침적에도 견디는 것을 나타냈다.^(46, 47)

12. 감압 접착제에의 응용

접착 tape에의 응용은 기재 sheet에 액상수지를 도포하고 조사 경화에 의해 필요한 성능을 얻는 방법과 기재 sheet에 고형상 수지를 도포하고 조사 경화에 의해 내열성 등을 향상시키는 2가지 방법으로 대별할 수 있다.

(1) 액상 수지형

말단기의 형태로는 접착성능이 없으나 조사에 의해 감압 접착제로서의 성능을 갖는 점탄성체로 변하는 monomer혼합물, polymer 또는 prepolymer와 monomer의 혼합물로부터 제조된 수지가 쓰여진다. 이런 형의 acrylester계 감압 접착제는 고무계 이외 어느 것보다도 접착제로 많이 사용되고 있으며 예를 들면, 탄소수 2~12의 alkylacrylate polymer를 2-ethylhexylacrylate와 vinylacetate 혼합물에 용해

하고 가교제로 propyleneglycoldimethacrylate를 소량첨가해서 얻어진 수지액을 기재에 도포하고 전자선을 10Mrad 정도 조사하면 이는 종래의 점착수지를 유기 용제와 도포 건조하여 얻은 감압 접착 tape와 비교할 때, 박리강도 및 점착성이 더욱 향상된 제품이 얻을 수 있다.

표 19은 polyvinylethylether를 base polymer로 하고 neopentylglycoldiacrylate를 functional monomer로 하여 배합한 수지계를 이용한 전자선 경화 감압 접착제의 박리강도의 예이다.⁽⁴⁸⁾

전자선 조사에 의해서는 높은 박리강도, 좋은 tack성, 높은 전단 강도를 잘 조화시키는 것이 가능하지만 이와 같은 성질을 동시에 갖추는 것은 조사법이 아니면 곤란할 것이다.

(2) 고형상 수지형

Polyacrylate, polyether, 고무-점착부여제 혼합물, vinylacetate, 2-fthylhexyl 공중합체, ethylene/vinylacetate 공중합체 등을 용제에 용해하여 기재에 도포한 후 용제를 증발 제거하고 조사를 행하는 방법이다.

용액상태로 도포하는 대신 hot melt 상태로 도포하는 방법은 무용제 process로 하여 중요한 방법이다. Hot melt 접착제는 작업조건이 고온이기 때문에 가열에 의해 반응하는 가교제를 넣는 것이 불가능하므로 고온에서의 점착성이 용액형에 비하여 좋지 못하다. 그러나 도포 작업 후에 전자선을 조사하면 고온하의 점착성, Creep 강도 등을 향상시킬 수 있다. 이는 가열로는 반응하지 않고 방사선 조사에 의해 반응을 일으키는 multifunctional monomer를 첨가한다면 base 수지에 방사선 가교형의 수지를 이용한 가교화가 가능해지기 때문이다.

예를 들면 polystyrene-polyisoprene-polystyrene의 Terblock 공중합체를 base polymer로 하고 점착부여수지, 가소제, 안정제를 배합하면 hot melt접착 배합물이 얻어진다. 이것을 가열 용해하고 마일러 sheet에 도포하여 135~175°C까지의 온도에서 방치한다. 이 점착 Tape는 110°C까지 가열하면 박리강도를 상실한다. 그러나 이 배합물에 trimethyl propanetriacrylate 등의 multifunctional mo-

표 19 Polyvinylethylether/neopentyl dimethacrylate
配合系電子線硬化物の接着性能

組 成 ^{a)}	照 射 量 ^{b)}	剝離強度
	Mard	lb/in
88/10/2	20	1.55
85.5/12.5/2	10	1.40
85.5/12.5/2	15	1.10
85.5/12.5/2	20	1.10
87.25/12.75/0	10	0.70
87.25/12.75/0	15	1.20
87.25/12.75/0	20	1.25

a) polyvinylethylether/neopentylglycoldiacrylate/benzophenone (重量%) : 마일러 필름위에 15mil 두께로 도포,

b) 照射 : 150KeV. 3mA

nomer를 첨가하고 전자선을 조사하면 경화반응에 의해 가교화된다. 이것은 박리가 일어나는 온도를 200°C 이상으로 향상시킬 수 있다.⁽⁴⁹⁾ 만약 감압 접착수지는 가교화가 지나치게 진행되면 가교결합 분자간의 분자량이 작아지고 유동성도 상실되어 늘어지지 않고 딱딱한 상태로 되어 점착성을 잃게 된다. 반면 가교화가 불충분하면 내열성이 부족하게 되므로 점착성을 상실하지 않고 고온에서의 점착강도를 유지하는 것이 이 기술의 요체라 할 수 있다.

13. 방사선 경화 수지의 시장

미국에서는 표 20⁽⁵⁰⁾과 같이 방사선 경화시장이 주로 목공分野에 치우쳐 있으며 Particle board의 연결재

表 20 미국에 있어서 방사선경화수지의 소비량

시 장	1979년도	1985년도	년간평균신장률 %
	t/년		
PVC 바닥재	1,410	2,360	9.0
목 공	4,540	6,350	5.8
금 용	635	1,130	10.1
종 이	1,720	3,400	12.0
Plastic	230	820	24.0
Print 회로판	1,590	4,760	20.0
섬 유	140	270	12.0
차선, Cable	-	45	
Glass	소량	소량	
광 Fiber	소량	소량	
계	10,265	19,135	11.0%

자외선경화수지와 전자선경화수지의 비율은 1979년 7:1, 1985년도는 5:5로 예상된다.

로 하여 1~3mil 정도의 두께로 사용된다. 성분은 주로 polyester/styrene 50~60%, acryl monomer 5%, filler 30%로 이뤄지며, 고급품에는 epoxyacrylate와 urethaneacrylate를 사용한다. Vinyl바닥재는 광택, 내마모성, 내광성, 내열성이 좋은 free-care형으로 urethane oligomer 60%, monomer 40%가 사용된다. 종이는 인쇄 관계와 표면 coating이 포함되며 print회로판은 금후 계속적으로 수요가

급증할 것이 예상된다. 배합물은 urethaneacrylate, epoxyacrylate등 resin이 60~70%, Trimethylolpropaneacrylate등 multifunctional monomer가 30% 그리고 충전제, 안료 등이 3~10% 사용된다. 표에서 보듯 각 분야의 신장률은 서로 다르지만 전체적으로 매년 평균 11%의 신장률을 보이고 있으며 금후의 전망도 크게 기대된다. 방사선 경화 접착제에 대한

表 21 방사선경화접착제의 판매액(미국)

접착제의 TYPE	\$MM	
	1979년도	1984년도
자외선경화	>0.1	1.5
전자선경화	0.4	28.0
계	0.4	29.5

表 22 방사선경화접착제의 수요분야(미국)

용 도 분 야	1979년도		1984년도	
	생 산 액		생 산 액	
	t/년	%	t/년	%
자외선				
감압접착제	4	80	113	50
Label, 벽지	<1	<1	75	34
연마재	-	-	10	5
기 타	1	20	22	11
계	5	100	220	100
전자선				
감압접착제	2.5	33	700	14
포장(적층재)	2	1	630	12
Board Panel (Particle Board)	2.3	30	3,000	60
신발내부의Flock	2.4	33	440	4
가공용등 섬유 접착용				
기 타	1	2	230	10
계	7.5	100	5,000	100

미국의 상황은 표 21,22과 같이⁽⁵¹⁾ 현재는 방사선 경화 수지의 소비에 대한 점유율이 크지 않지만 앞으로 더욱 신장할 것이 예상된다. 특히 자외선 경화 접착제보다 전자선 경화 접착제의 수요가 훨씬 많

아지리라 예측된다. 이는 자외선에 비해 전자선 쪽이 촉매가 불필요하고 단시간에 경화되므로 장치의 순간 가동 및 정지가 가능하며, 생산성 향상 및 도막성능 향상(내후성, 부착성능)을 가져올 뿐 아니라 자외선과는 달리 착색안료계에서도 경화가 가능하므로 board, panel, film, 종이등 얇은 물건의 대형 line에 의한 적층이나 접착에 적합하여 초기 투자가 많기는 하지만 향후 지속적인 운영상 경제적 효과가 크다고 생각되기 때문이다. 또 300KeV까지의 에너지 가속기 가격이 저하하고 조사설비가 간편해져서 이용이 편리해진 때문이기도 하다.

14. 맺 음 말

방사선 경화기술이 약 30년의 개발 역사를 갖고 있지만 지금까지 보급이 늦은 이유는 첫째, 경화수지 system의 개발이 불충분하였고 둘째, 조사설비 특히 전자선 조사설비가 고가로서 초기 투자가 크기 때문일 것이다.

UV 및 EB 경화형 접착제는 감압 접착제, laminate용, 금속용 등의 접착제를 대상으로 전개되어 최근에는 미국, 일본 유럽의 각 화학회사들이 개발에 주력하고 있다. 또 방사선 경화 접착 process는 자동화에 적합한 가공방법으로 그 특징을 적용시킬 응용분야를 개발한다면 금후 전망이 더욱 기대된다 할 것이다.

참 고 문 헌

38. USP 2,367,661(Dupont).
39. USP 2,367,670(Dupont).
40. S. Africa P. 6,802, 021 (Bayer).
41. R. H. Chandler, *J. Paint Tech*, **34**(2), 21 (1970)
42. W. Wicks *et al*, *J. Paint Tech.*, **47** (610), 49 1975.
43. 角田, 塩ビとポリマー, **7**, 21 1968.
44. J. R. Younger, *J. Oil Col. Chem. Assoc.*, **52**, 197 1976.
45. R. A. Gardiner, SME Technical Paper, AD 79-917 (1979)
46. F. J. Campbell *et al*, *Adhesive Age* (1) 40 1979.
47. F. J. Campbell *et al*, *Radiation Phys. Chem.*, **14**, 699 (1979)
48. Ger. Offen. 2,813,544 (1978), Union Carbide Corp.
49. D. T. St Clair, *Adhesive Age* (3), 30, (1980)
50. J. Hern *et al*, *Mod. Paint and Coatings*, **8** 41 (1981)
51. Elastomerics, 112, 4, 28 (1981)