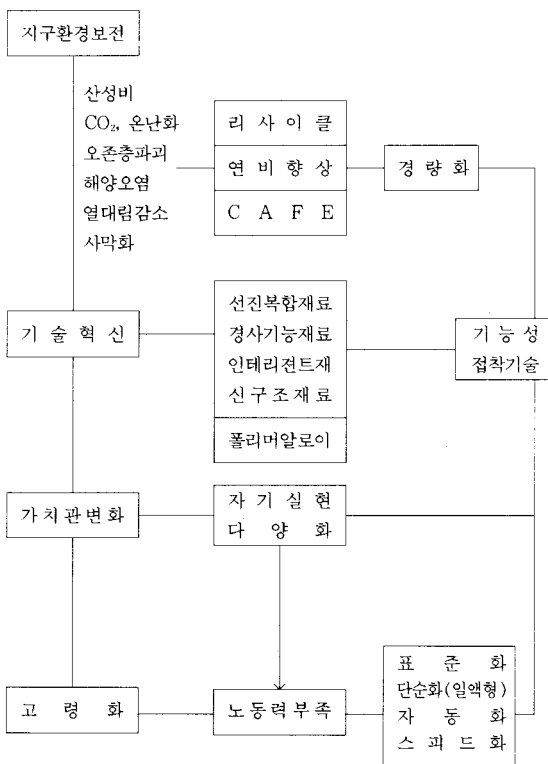


기능접착과 환경대책

박 명 환 · 김 진 홍

접착제산업의 변화는 접착제를 사용하여 접합조립하는 제산업의 변화에 준하여 변화하고 있다. 현 산업의 환경변화를 개괄적으로 얘기한다면, 다양한 기능의 요구, 신소재의 출현 등에 따른 복합 재료화, 생산의 자동화, 환경의 무공해화 등을 들 수 있다.

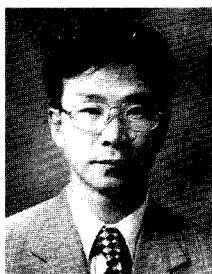
접착제는 제산업의 접합조립생산에 있어서 요구되는 핵심 소재이기 때문에, 조립산업의 need에 의해 새로운 기능의 seed가 발생되고 따라서 접합조립산업의 need를 파악하는 것이 중요한 의미를 갖는다 하겠다.



본고에서는 현재 접착제의 기술 변화에 있어 가장 큰 두가지 영역, 즉 기능성의 발현과 무공해성접착제 관련 기술을 산업적 측면에서 고찰코저 한다.

다음에 접합조립산업의 need로부터 접착제가 개발 적용 되는데까지의 공정을 간단히 그림 1에 나타내었다.

접합조립상의 need로서의 접착기능외에 실용성 측면에서의 추가기능, 예를 들면 내열성, 도전성, 투명성, 절연성, 저온성, 열전도성, 내진동성, 내충격성 등의 기능이 흔히 요구된다. 접착제와 피착제에 관한 인자로서는 구성 분자의 화학구조, 분자량, 구조적 특성, 결정성, 표면구조, 역학적 성질, 파괴특성 등을 들 수 있고, 접착가공에 관한 인자로서는 유동성, 젖음성, 경화속도, 가사시간, green strength 등을 들 수 있다.



박명환

1978년 인하대학교 고분자공학과 졸업
1988년 동경공업대학교 고분자공학과 (박사)
1991~ (주)동성화학 중앙연구소
현재 수석연구원



김진홍

1985년 한양대학교 공업화학과 졸업
1993년 한양대학교 공업화학과 졸업 (박사)
1993~ (주)동성화학 중앙연구소
현재 선임연구원

The Trends of Functional Adhesion and Environmental Countermeasure

동성화학 중앙연구소(Myung Hwan Park and Jin Hong, Kim Dang Sung Chemical Co. LTD., #419-1, Chung-Ree, Kusung-Myun, Yongin-Kun, Kyungki Province, Korea)

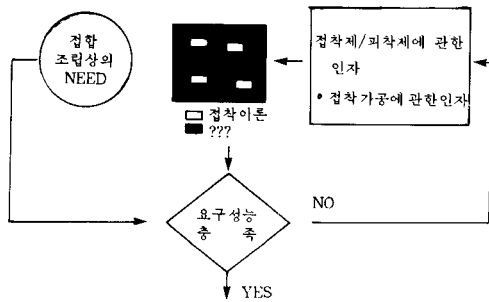


그림 1. 접착제 개발 flow.

이상과 같이 need에 부합되는 접착제를 개발하는데 있어서는 대단히 다양한 인자가 작용하기 때문에 많은 시행착오를 겪을 수 있고 체계적인 접근을 하는데 있어서도 많은 어려움에 따르고 있다.

접합조립산업에 있어서의 need는 크게 다음과 같이 나누어 생각할 수 있고, 즉

1. 신소재의 출현
2. 접합조립 제품의 다양화
3. 환경 관련 규제

본고에서는 이상 세가지 측면에서 접착제의 기술 동향을 기술코자 한다.

1. 신소재와 접착제

신소재의 개발과 이를 이용한 복합재료의 개발이 대단히 빠른 속도로 진행되고 있다. 그리고 이러한 소재를 사용한 다양한 신제품도 개발되어지고 있고, 신소재를 적용하기 위한 새로운 기능을 갖는 접착제의 개발도 다양하게 요구되고 있다.

따라서 본 장에서는 소재에 따른 접착제의 기능에 관하여 언급하고자 한다.

1.1 엔지니어링 플라스틱의 접착

일반적으로 플라스틱은 이를 구성하는 분자의 극성이 작기 때문에 접착제를 적용하는 것이 쉽지 않다. 특히 열경화성, 고결정성, 무극성 플라스틱인 경우는 많은 어려움이 따르고 있다.

다음에 엔지니어링 플라스틱의 종류를 표 1과 표 2에 개략적으로 구분하였다.

전체적으로 열경화성 및 고결정성 polymer가 주류를 이루고 있다.

접착방법으로는 접착제에 의한 접착법, 열용착법, 용제에 의한 접착법을 들 수 있다. 열경화성인 경우는 열용착이 불가능하지만, 열가소성인 경우는 열용착 접착이 가능하고, 초음파 용착, 고주파 유전 가열법, 마이크로파 가열법 등이 이용된다.

표 1. 엔지니어링 플라스틱의 분류

엔지니어링 플라스틱의 종류	명 칭	약 칭	접착방법	S P
열 경 화 성	페놀	PE	A	11.5
	에폭시	EP	A	10~11
	멜라민	MF	A	9.5~10
	실리콘	SI	-	7.4
		UP	A	-
열 가 소 성 (결정성)	Polyamide(Nylon)	PA	A,B	13.6
	Polyvinylidenechloride	PVDC	A,B	12.2
	Polyester	PETP	A,B	10.7
	Polyacetal	POM	A,B	9.5
	PP	PP	A,B	8.0
열 가 소 성 (비정성)	Polycarbonate	PC	A,B,C	9.7
	변성 PPO	Mod PPO	A,B,C	-

표 2. 슈퍼엔지니어링 플라스틱의 분류

엔지니어링 플라스틱의 종류	명 칭	약 칭	접착방법
열 경 화 성	Polyamideimide	PAI	A
	Polyimide	PI	A
열 가 소 성 (결정성)	Polyallylate	PAR	A(B)
	PEEK	PEEK	-
	PPS	PPS	-
	TEFRON	PTFE	(A)
	액정폴리머	LCP	-
열 가 소 성 (비정성)	Polyetherimide	PEI	A(B,C)
	Polysulfone	PSF	A(B,C)
	Polyethersulfone	PESF	(A)

표 3. 각종재료의 선팅창률

재 료 명	열 팽창률(10^{-6} , $^{\circ}\text{C}^{-1}$)
철	12.3
동	16.2
알루미늄	23.7
마그네슘	24.5
탄소(그래파이트)	27.3(" c 10.5(1c)
고무	77
석영	0.5
콘크리트	14
다이아몬드	1.1
티탄	8.5

피착제가 플라스틱과 금속 혹은 무기재료인 경우는 열이력에 따른 선팅창계수의 차이가 크기 때문에 이를 충분히 흡수할 수 있는 접착방법이 적용되어야 한다(표 3).

최근의 접착제 개발동향을 살펴보면 한 분자내에 서로 다른 친화성을 갖는 block 공중합체 type의 접착제의 개발과 고결정성을 부여하여 자기 강화를 시킨 액정 type의 접착제 개발, IPN type의 접착제 개발 등이 활발히 이루어지고 있다.

1.2 세라믹의 접착

세라믹은 형태상으로 보면 분체상의 素地(green)에서부터 수분/탄산 가스 등을 제거한 일정형태의 가소성물,

그리고 추가열처리에 의해 최종 소성물로 구분된다.

접착을 어떤 형태에 적용하고 대상 피착체는 무엇인지에 따라 다양한 접착제가 적용될 수 있다.

1.2.1 유기물계 접착제

예로부터 사용되어온 접착제로서 특히 유리에 적용해 온 캐나다 발삼 등을 들 수 있고, 최근에는 polymer 접착수지의 고기능화로 인하여 주로 기능성 polymer 수지계가 사용되고 있다. 특히 차량, 선박, 항공기, 건축 등에서 사용되는 복층접합유리에 사용되는 접착제는 투명성, 접착강도, 내구성, 내진성 등이 요구되고, 극성기를 갖는 polymer 재료가 주로 사용된다.

일반적으로 극성이 강한 polymer일수록 유리에 대한 접착력이 강하다.

1.2.2 무기계 접착제

실리카졸계, 인산염계 등이 사용되고, 유리를 용접재로 사용하는 경우, 용점의 90% 정도 온도에서 가압접합하는 고상접합 등이 이용된다.

1.2.3 금속계 접착제

세라믹표면에 금속막을 씌우고 금속간을 접합시키는 metalize법, 활성금속 및 합금을 사용하여 metalize와 접합을 동시에 수행하는 활성금속법 등이 있다.

1.3 금속의 접착

신소재의 출현과 복합재료화의 급속한 전개로 금속용 접착제의 새로운 기능이 다양하게 요구되고 있다. 금속의 접착에 있어 중요한 인자로서, 금속 표면에 있어 대기중의 유기물에 의한 오염이 상시하고, 금속산화물의 바깥층에는 수분 흡착에 의해 생성된 OH기가 상시하며, 표층에 존재하는 불순물 등이 접착계면을 약화시켜 내구성을 저하시키는데 있다(표 4).

1.3.1 흡유성 접착제

일반적으로 철판은 표면의 부식 및 오염 등을 방지할 목적으로 방청유처리를 하거나 프레스 가공유등이 처리된 상태로 접착공정에 투입된다. 따라서 이들을 제거하기 위한 표면처리 공정이 요구되고 있고, 그만큼 공정도 복잡하게 되어진다. 그러나 최근 기름이 도포된 금속판 등에 적용되고 기름이 접착제중에 흡수 확산하여 높은 접착강도를 나타내는 흡유성 접착제가 개발되어 적용되고 있다.

처음에 개발된 것이 클로로프로펜계 마스틱형 접착제이고, 이후 염화비닐계, 핫멜트형의 EVA계, 에폭시계 그리고 제2세대 아크릴계(SGA), 혐기성 아크릴레이트계, PU계, 불포화에스테르계 등 다양하게 개발되고 있다.

1.3.2 Weld-bonding

금속판끼리의 접착시 점용접과 면접착을 동시에 수행하는 공법으로 강성을 향상시키고 제진 효과도 크게 향상시키는 공법으로 각광을 받고 있다(그림 2).

금속면에 paste상의 접착제를 도포하고 판재를 겹친후

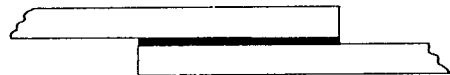
표 4. 표피층의 불순물

금 속	플 라 스 틱
오 염 물	오 염 물
흡착 Gas	흡착 Gas
기계가공유	이 형 제
탄 화 물	저분자량 polymer
수산화물	저분자량 첨가제
산 화 물	(산화방지제)
가공변질층	(가소제)

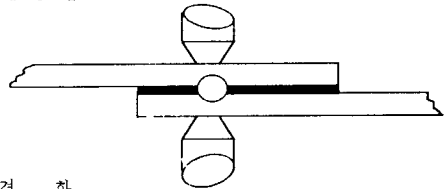
1. 접착제의 적용



2. 조 립



3. 점 용 접



4. 경 화

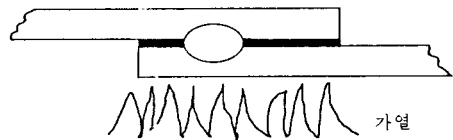


그림 2. Weld-bonding 공법.

에 점용접하고 접착제를 가열 경화시킨다. 우수한 내구성과 더불어 특히 제진성 등의 효과도 부여되기 때문에 자동차 조립 등에서 많은 기대를 모으고 있다.

2. 접합조립 산업의 다양화와 접착제

2.1 자동차 산업

최근 자동차에서 요구하는 성능중 환경과 관련하여 특히 중요한 것이 저연비 문제이다. 엔진 등의 개발과 더불어 차체의 경량화 연구가 가속화되고 있고, 특히 새로운 경량 소재의 적용연구가 다수 진행되고 있다. 소재로서는 고장력 강판, 알루미늄 수지 등이 사용되고 있고 이들의 접합조립에 있어 새로운 기능을 갖는 접착제가 다량 적용되고 있다.

자동차 조립 line에서의 접착제 적용 공정은 다음과 같

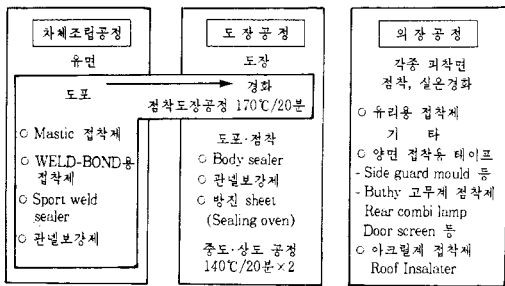


그림 3. 자동차조립에서의 접착제 적용공정.

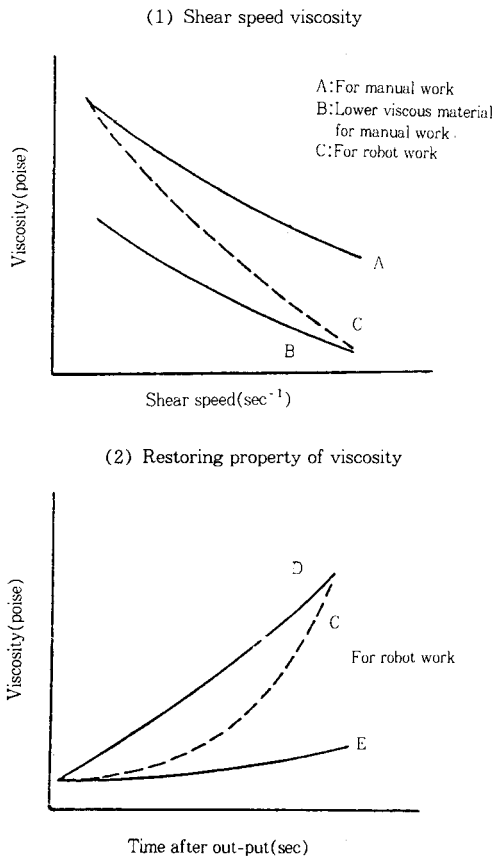


그림 4. 로봇화 접착제의 용액 물성.

다(그림 3).

작업 공정 측면에서 접착제의 로봇화도 진행되고 있다. 특히 접착제의 유동 특성은 로봇화에 매우 중요하다. 로봇작업시 나타내는 유동특성을 그림 4에 나타내었다. 수작업과 비교하여 큰 전단력이 작용할 때는 저점도 상태로 유지되고, 토출이 종료되면 빠르게 점도를 회복하며 더우기 self leveling성을 갖어야 한다.

2.2 항공기 산업

표 5. 미국연방규격 MMM-a-134의 요구특성

경화 조건	경화 온도	Type I	Type II	Type III
		30°C	100°C	177°C
점착력	경화 시간	7일 이하	2시간 이하	30분 이하
	액형	2액형	2액형	1액형
점착력	상온			
	30min	193	193	193
	1Hr	116	193	193
	30min	116	116	193

시험항목	시험조건	Type I			Type II	Type III	Type IV
		Class1	Class2	Class3			
Tensile Shear ST (Kgf/cm)	24°C				193	193	193
	82°C 10m						
	149°C 10m						
	149°C 192H	387	246	211	158	141	141
	260°C 10m	193	141	141	158	141	141
	260°C 192H					130	130
T-Peel Strength (Kgf/25mm)	25°C	23	9		-	-	-
	-55°C 10m				193	193	193
Fatigue Strength	24°C	53Kgf/cm²에서 10⁶					
Creep Failure	24°C Kgf/cm²	192 HRS 최대변형 0.381mm					

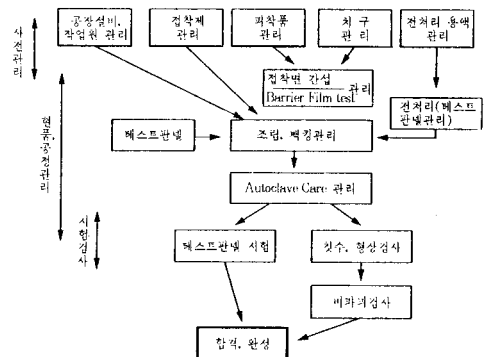


그림 5. 항공용접착제의 적용공정.

항공기에서 가장 중요하게 요구되는 특성은 경량화라고 말할 수 있다. 따라서 사용하는 재료도 허니컴 및 복합재료로, 이들의 접합조립에 있어서도 리벳 결함보다도 내구성, 경량화, 피로강도, 대기 및 비에 대한 sealing 성, 작업성 등이 우수한 접착제를 적용 다량 사용되고 있고, 중요성이 더욱 가중되고 있는 실정이다.

항공기용접착제는 미연방규격 MMM-A-132 adhesives 규격에 의거 표 5와 같이 분류되고 있다.

일반적으로 film상의 접착제가 다수 사용되고 있고 작업공정은 그림 5와 같다.

접착제의 적용은 주로, 금속면과 금속면의 접착과 허니컴 core와 허니컴 core의 접착, 허니컴 core와 금속면의 접착에 적용되고 있고, 금속면에 적용할 경우, 수분침투

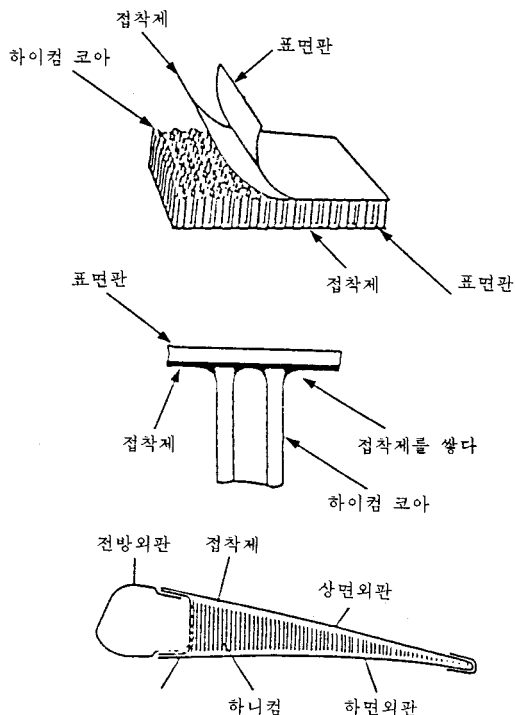


그림 6. 허니컴 판넬의 접착제 적용.

에 따른 금속표면 부식과 이에 따른 박리현상에 특히 유의하여 적용되어야 한다(그림 6).

2.3 전기 전자 산업

전기전자산업은 그 특성을 간략하게 표현하자면, 신소재와 미세가공기술 그리고 각소재 고유의 성질을 복합화하여 새로운 기능을 창출하는데 있다고 말할 수 있다. 구체적으로는 반도체소자, 정보처리기기 관련, 말단기기 관련, audio-video, 광전자기기 관련 등을 들 수 있다. 본 산업에서 요구하는 접착제는 각 소재의 기능을 살리고, 보호하고, 또한 에너지를 변환시킬수 있는 기능 등을 요구하고 있다. 다양한 기능성 접착제중 특징적인 몇가지만 고찰해겠다.

2.3.1 도전성 접착제

최근 다양한 종류가 개발되고 있으며, 주로 합성수지를 binder로 하고 도전성 filler를 blend한 것으로 은 등의 금속입자 혹은 카본을 예폭시켜 혹은 아크릴계 접착제에 배합한 것이 일반적이다. 전류가 흐르는 원리는 접착경화시의 수축 혹은 일정한 금속 분말이나 카본에 의한 접촉에 기인한다(그림 7).

2.3.2 광 Fiber용 접착제

접착접합법과 용착접속법의 두가지 공정이 사용되나 보다 일반적인 용착접속법에 관하여 개술해겠다. 간단하게 그림으로 나타내면 그림 8과 같다.

그림 8과 같이 좁고 긴 유리 case내의 hot-melt 접착

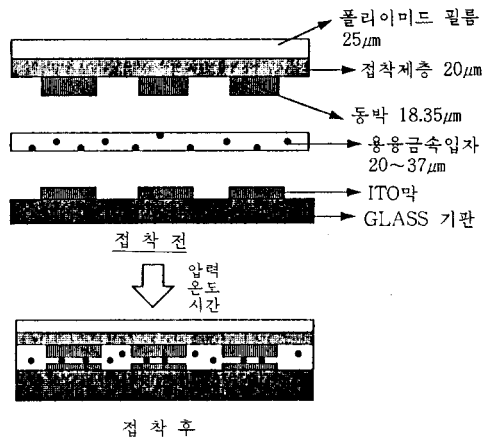


그림 7. 도전성 접착제 적용 예.

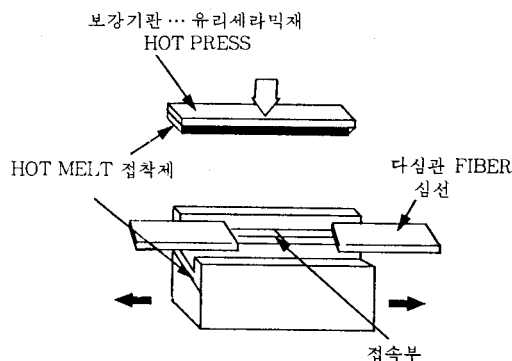


그림 8. 광 fiber용 접착제의 적용.

제 위에서 fiber를 용착시킴과 동시에 상층부의 hot-melt 접착제를 합체시켜서 열압 보강시킨다. 이때 사용되는 hot-melt는 내수 내열성을 보강시킨 EVA계이고, 동일 목적으로 UV 경화형 접착제도 검토되고 있다.

전기전자용 접착제는 당산업이 경박단소(輕薄短小)와 신소재의 출현, 생산의 자동화에 따른 기능성 접착제의 요구가 확대되고 있기 때문에 장래의 핵심 소재로서 기대되고 있다.

2.4 의료용 접착제

의료용 접착제는 사용대상물의 구분에 따라 경조직용과 연조직용으로 구분할 수 있다. 경조직이란 뼈 혹은 이빨을 일컫고 연조직이란 혈관, 피부, 장기 등을 말하는 것이다(표 6).

접착제는 상온 경화성이 있어야 하고 장기적 사용인 경우는 세포의 회복에 장애가 없어야 하며 생체적합성이 있어야 한다.

여기에서 장기적인 사용에는 인공장기의 접착 등이 해

표 6. 의료용 접착제의 적용 구분

연조직/연조직	피부, 혈관, 근육, 장기
연조직/경조직	근대 혹은 근육/뼈
경조직/경조직	뼈/뼈
연조직/보철물	인공혈관
경조직/보철물	인공관절, 인공치근

당되고, 일시적 사용이란 혈관 피부와 같이 봉합 수술의 적용이 어려운 곳에 적용함을 말한다.

2.4.1 연조직의 접착

Cyano acrylate계의 순간접착제가 주로 사용된다.

간단한 예를 그림 9에 나타내었다.

적용시 주의 사항으로는 첫째, 접착제는 얇게 바르고 최소량으로 하며, 중합열에 의한 손상에 주의 할 것과 둘째, 접착제의 중합시간을 고려하여 血流재개시까지는 적어도 1분은 기다려야 하고, 셋째로는 접착제 부위를 접착전에 깨끗이 닦고 충분히 지혈건조할 필요가 있다.

2.4.2 경조직의 접착

Acryl계 Bone 세멘트가 주로 사용된다. 경조직의 접착은 주로 인공관절 및 보철물 고정에 사용하고, 일반적으로 접착제를 해면골내에 침투경화시켜 해면골조직과의 기계적 결합력에 의한 접착 강도를 발현시킨다.

문제점으로는 중합시 중합열이 높다는 점과 monomer가 독성을 갖는다는 점, 그리고 주변의 골을 흡수한다는 단점이 있어 장기간의 사용에는 많은 문제점을 안고 있다. 그러나 의료용 접착제는 이제부터 사용이 시작되고 있기 때문에 향후 다양한 기능을 갖는 접착제의 개발에 많은 기대가 모아지고 있다.

3. 접착제의 환경대책

현재 각종 분야에서 사용되고 있는 많은 접착제는 작업성과 성능면에서 탁월한 장점을 가지는 용제형 접착제이다. 용제형 접착제는 유기용제를 사용하고 있기 때문에 유해성에 의거한 사용규제를 여러나라에서 강화해 가고 있는 실정이다. 특히 접착제는 용도가 광범위하기 때문에 환경적 측면에서 보면 정비된 공장이나 작업장에서만의 사용이 아니라 가내 공업 및 밀폐된 건축 공사 현장 등에서 사용도 빈번하여 상기의 공해 및 환경위생 문제를 발생시키고 있다. 따라서, 무공해형 접착제의 개발이 커다란 문제로 되어 있고, 현재 많은 제품이 선보이고는 있지만 용도면에 있어 완전 무공해화를 강요하는 것은 현실적으로 무리라는 입장이다. 그러므로 이들 문제를 해결하기 위해서는 공급자와 사용자의 공동 문제로 이들 간의 밀접한 관계가 있음을 인식하여야 하며, 특히 위험성 등의 문제에 대해서는 사용자가 충분히 인식할 수 있도록 홍보하는 적극적인 자세도 대단히 필요하다.

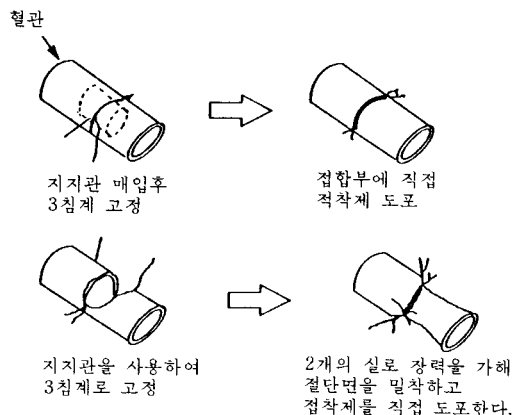


그림 9. 혈관용 접착제의 적용.

일본의 예를 들면 환경문제에 대응하기 위해서 화학산업 및 관련업계에서는 화학제품에 대해서 개발단계에서부터 생산, 저장, 물류, 가공, 소비를 통해서 폐기처분에 이르기까지의 전 life cycle을 적절히 관리하는 소위 통합관리가 행해지고 있다. 따라서 국제 화학공업협회(KCA)의 「환경, 안전에 관한 기본지침」을 참고로 하여 각종 규제를 제정하고 이를 추진집행중에 있다.

(주)일본 화학공업협회가 제공한 추진지침을 참조하면 「환경, 안전」이란 환경, 보안, 안전, 위생, 화학품 안전을 의미한다. 즉, 지구적 환경의 보존과 지구생활 환경의 향상, 종업원과 시민의 안전확보, 생태계 및 자원보호로의 배려, 제품의 안전 및 환경보존성의 확보를 전반적으로 포괄하고 있다.

「화학제품의 총합관리」라는 것은 개발에서 생산, 소비를 거쳐 폐기에 이르기까지 전공정에 걸쳐서 가해지는 적절한 관리를 의미한다. 또한 접착제 분야에서는 일본 접착제 공업회중 환경대책 위원회가 조직되어 활동중에 있다.

다음 표 7에 접착제의 안전한 사용을 위해서 일본에서 제정한 규제법을 나타내었다.

일반적으로 무공해 접착이란, 무용제접착과 같은 의미로 사용되며 용제를 사용하지 않는 수성접착제, hot melt접착제 및 반응성 접착제 등이 무공해형 접착제의 예이다. 그림 10에 유럽에서의 접착제 사용 현황을 나타내었다. 그림에서처럼 수성성 접착제가 약 60% 이상을 차지하고 있으며, 이어서 용제형, hot melt와 반응성 접착제 순이었다.

용제형 접착제는 연간 약 2.1% 이상씩 그 수요가 감소할 것으로 예상되며, packing이나 tape용의 용제형 접착제는 hot-melt용 접착제로 건축용접착제는 수성성 접착제로 또는 일반 lamination용 접착제는 반응형 접착제로 점차 대체될 것이 예상되며, 반면에 신발용 접착제 등

표 7. 점착제의 사용 규제

점착제의 특 징	법 의 명 칭	점착제와의 규제						
		연구개발	제 조	관 매	수 송	취 급	폐 기	용 도
화학물질에 대 한 것	1) 공해 대책 기본법							
	2) 대기 오염 방지법							
	3) 수질 오염 방지법							
	4) 폐기물 처리법	○	○			◎	○	
	5) 악취 방지법							
	6) 화학물질 심사 규제법	◎						
	7) 독물극물 취급법							◎
	8) 소방법 (자치성)		◎	◎	◎	◎	○	
	9) 위험물 선반운송 및 저장규제				◎			
사용자와 접 촉	10) 노동 안전 위생법 (노동성)	◎	◎	◎		◎		
	10-1 특정 화학 물질등 장애 예방		◎	○		◎		
	10-2 유기용제중독 예방 규제							
	10-3 납중독 예방 규제							
	10-4 Epoxy수지의 경화제에 대한 건강 장애 방지법							
용 도	11) 작업환경 측정법 (노동성)		◎			◎		
	12) 가내 노동법 (노동성)					○		
	13) 식품 위생법 (후생성)							◎
	13-1 후생성공시 434호, 178호, 98호							
	14) 약사법 (후생성)							◎
	14-1 후생성 공시 299호							
	14-2 일약방 제8개정, No. 36 수용액 플라스틱 용기 시험법							
	15) 수도법 (후생성)	○						◎
	15-1 수질 기준에 관한 법령							
	16) 유해 물질을 함유하는 가전용품의 규제에 관한 법률 (가전용품 규 제법)(후생성)							
	17) 가전용품 품질표시법 (통산성)			○				

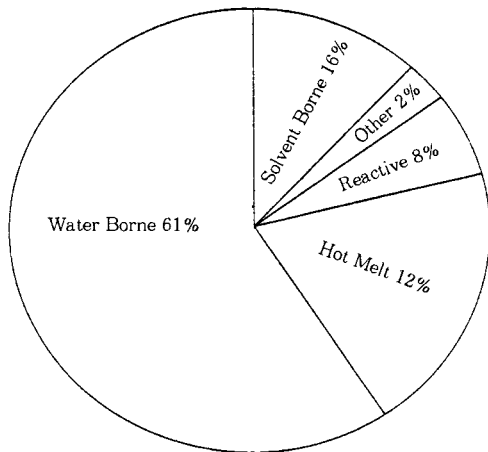


그림 10. 유럽의 점착제 사용현황.

과 같이 용제형 점착제를 대체하기 어려운 일부 분야에서만 용제형 점착제가 계속 사용될 것으로 예상된다.

반면에 수용성 점착제는 년간 2.8% 이상의 성장이 기대되고, 친수성 고분자인 PVA와 acryl, VAc, PU-emulsion 등을 중심으로 점차 그 수요를 확대해 갈 것이며, 이 수요의 증가는 환경문제가 계속 대두되는 상황에서는 당분간 지속될 것으로 예상된다.

또한 반응성 점착제의 경우에는 접합방법을 점차 변화시켜 가면서 고기능성 용제형 점착제를 점차 대체해 갈 것으로 기대된다.

3.1 수성점착제

수성점착제는 목재나 종이의 가공을 중심으로 많이 사용되고 있으며, 어떤 의미에서는 평범하고 새로운 맛이 없는 점착제에 속하지만 취급이 용이하고 안전성이 높다는 점에서 다른 점착제에서는 볼 수 없는 고기능성을 지니고 있다고 할 수 있다. 수성점착제중 특히 에멀전계 점착제의 경우 건조의 지연이나 낮은 초기강도, 플라스틱에의 점착성 부족, 내열성·내수성이 떨어진다는 단점이 있으나 가교시스템을 도입함으로써 보완되고 있다.

변성SBR라텍스(이미지 함유)를 주제로 하고 글리옥살을 프라이머로 하는 속경화형 점착제는 초단위로 경화가 개시되어 수분 정도로 경화가 완료되므로 목공조립 분야에 있어서는 혁명적인 speed up을 가져왔으며, flash panel의 연속생산에도 응용할 수 있게 하였다. 한편 같은 계통의 주제에 에폭시계 경화제를 병용함으로써 요소, 페놀수지에 필적하는 내수성을 얻을 수 있고, 비교적 저렴하여 간편한 고성능 목공용 점착제로서 기대되고 있다.

우레탄변성 비닐수지를 주제로하고 에틸렌 요소계 가교제를 경화제로 사용하는 수성점착제는 플라스틱에 대

한 접착성, 내크리프성이 뛰어나 plastic overlay film, 한열사이클에 의한 국부하중을 받는 건축용에 매우 유용하다. 용도에 따라서는 1액형의 사용도 가능하며, 완전한 1액화가 당면과제이다. 수성 contact접착제는 자기 가교형의 클로로프렌 라텍스 또는 아크릴 라텍스를 주성분으로 하며, 수성으로서의 한계보다 초기 건조성에 문제가 있다. 그러나, 충분히 건조하면 고무 용제형을 능가하는 그런 강도, 최종 강도를 나타내므로 고무용제계를 대체할 수 있는 접착제로서 주목받고 있다.

3.2 반응성 핫멜트 접착제

반응성 핫멜트 접착제는 가열도포한 후 냉각, 고화시키는 단계에서 일단 접착이 완료되고, 그 후 고분자반응, 가교반응에 의해 내열성, 내약품성등의 접착 특성을 대폭적으로 향상시킬수 있는 접착제이다. 따라서 종래의 핫멜트 접착제의 고속 접착과 무용제라는 이점을 살리면서 내열성을 크게 향상시킨 접착제로서 건재, 자동차 산업 분야에서 주목을 받고 있다. 용융온도를 높이지 않고 내열 온도만을 향상시키기 위한 반응성 타입으로서 방사선 가교형, 습기경화형(이소시아네이트기 말단폴리우레탄, 실란그래프트 폴리올레핀) 등이 있다. 특히, 카르복실기말단 포화폴리에스테르, 에폭시수지, 디아민디아미드를 배합한 열경화성 핫멜트접착제는 자동차의 조립, 금속류의 접착에 유용하며 금속의 경우 접착시킨 후 열처리도 가능하다. 표 8에 반응성 핫멜트와 주요 접착제간의 장단점을 나타내었다.

반응성 핫멜트는 약 25년전 미국에서 처음 개발되어 시장에 도입되었고 수요가 크게 신장하고 있으며 이는 원료의 개발과 어플리케이션의 개발에 따른 결과라고 생각된다.

앞으로 무용제화, 접착공정의 자동화 및 자원절약등 산업계의 요구에 따라 더욱 발전될 것으로 기대된다. 이를 위해서 반응성 핫멜트와 같은 새로운 형태의 접착제의 개발과 함께 이를 적용하기 위한 어플리케이션의 개발이 동시에 진행되어야 할 것이다.

3.3 제2세대 아크릴 접착제

제2세대 아크릴 접착제(SGA : Second Generation Adhesives)는 아크릴 모노머(올리고머), 촉매, 엘라스토머로 구성되어 있으며, 반응성아크릴계 접착제의 대표적인 예들을 표 9에 나타내었다. 제 2세대 아크릴 접착제는 경화시에 엘라스토머와 모노머의 사이에서 화학반응이 일어나 고성능화한다는 점에서 제 1세대와 구별된다. SGA의 특징은 강한 전단강도와 박리강도를 겸비하고 있다는 점으로서 에폭시계로서는 곤란했던 알루미늄이나 동박판과 같은 내박리성이 요구되는 피착제와 폴리올레핀을 제외한 범용 플라스틱에 좋은 접착성을 나타낸다. 또한 유분을 흡수해서 경화하는 유면접착성도 갖고 있으며, 구조용으로서 사용되고 있다.

표 8. 주요접착제와 반응성 핫멜트의 장·단점

접착제	장점	단점
R-HMA	고속접착 100% 고형분	어플리케이션이 필요
핫멜트	내열성, 내한성 고속접착 100% 고형분	내열성, 내한성
액상반응형	재활성 접착력 내열성, 내한성, 내약품성	접착강도 혼합및 열경화가 필요
용제형	초기강도 도포작업성	건조 용제의 휘발
수성	무용제 도포작업성	건조속도 내수성

표 9. 반응성 아크릴계 접착제의 종류

종류	상태	경화제
SGA, 마이크로캡셀형 프라이머형	1액 상온속경화 프라이머도포, 액상온속경화	레독스 촉매 레독스 촉매
2액포함형 2액비혼합형	2액 상온 경화 2액분리 도포형	레독스 촉매 레독스 촉매
광(자외선)경화성 방사선 경화성	1액형 1액형	광중감제, 광(자외선) 전리성 방사선
협기성 습기 경화성	1액형 1액형	과산화물 아니온 촉매

SGA는 1975년 DuPont사에서 클로로설폰산PE와 아크릴 모노머를 베이스로한 접착제인 Cavalon을 발표했을 때 획기적이란 의미로 SGA로 명명되어 사용되고 있으며 현재에는 반응성 아크릴접착제보다는 SGA계 접착제가 잘 통용되고 있다.

SGA계 접착제는 특히 전기, 가전제품의 생산에 있어 용접이나 볼트 등에 의한 접합의 대체 공정으로, 에너지 절약, 합리화의 수단으로 개발된 것으로서 개발역사는 짧지만 양호한 작업성, 균형잡힌 접착물성 때문에 앞으로 수요가 크게 신장할 것으로 기대된다.

이외에도 UV/EB 경화형 접착제, 협기성 접착제, 호기성 접착제 등 다양한 반응을 이용한 접착제가 지속적으로 개발되고 있다.

4. 맺음말

지금까지 접착제의 기능성과 환경규제 등에 관하여 두서없이 언급하였다. 간단히 요약하면, 향후의 접착제는 무공해형의 접착제로서 고기능성을 갖고 있어야 하고, 가장 가능성이 있는 것으로서 수용성 접착제, 반응성 접착제, hot-melt 접착제를 들 수 있다.

접착제가 적용되어 접착력을 발현하는데 있어서는 다양한 인자가 영향을 미치고 있고, 특히 wetting성에 관

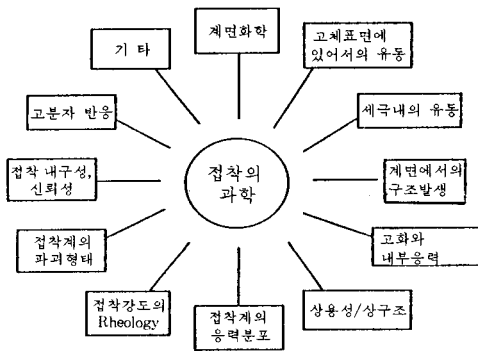


그림 11. 접착제와 관련이론 분야.

해서는 용제형 접착제가 가장 우수한 특성을 갖고 있다고 할 수 있다.

따라서 용제형을 대체하기 위해서는 무엇보다도 용제형의 장점인 wetting성을 극복하여야 할 것이고, 기능상 및 적용상의 장점은 갖추어야 할 것이다. 이러한 관점에서 무용제형 접착제용의 primer 개발도 중요한 의미를 갖는다 하겠다.

수성 접착제는 다양하게 개발되어 적용되고 있으나 속건성, 내수성 등의 물성을 증가시키는 연구가 추가 요구되고 있고, 반응성 접착제의 경우는 반응에 의한 수축율의 문제, 광경화 가능한 두께의 조절문제 등의 해결이 요구되고 있으며, hot-melt형 접착제는 applicator의 연구 등의 적용방법에 대한 개발이 요구되고 있다.

표 10. Vinyl Monomer의 선폭장 계수

Monomer	%	Monomer	%
1 Acrylonitrile	31.0	7 n-Propyl methacrylate	14.5
2 Methacrylonitrile	27.0	8 Styrene	14.3
3 MMA	21.2	9 n-Butylmethacrylate	11.8
4 Vinylacetate	20.9	10 Diallyl phthalate	7.5
5 Ethyl Methacrylate	17.8	11 N-Vinylcarbazole	6.5
6 Diallyl maleate	17.2	12 1-Vinylpyrene	

접착제는 집합조립산업의 need에 의해 변화하기 때문에 앞으로의 산업 추세, 즉 환경관련규제에 적응해야 하고 고기능화 되어져야 하고, 자동화 되어져야 한다는 점에 있어서 새로운 기술전환의 전기를 마련하고 있다고 말할 수 있다.

그러나 개발자 입장에서는 개발되는 접착제가 무공해성이여야 한다는 것에 많은 어려움이 따르리라는 것이 예상된다.

지금까지 접착제의 기능접착과 환경대책에 관하여 개괄적으로 살펴보았습니다. 접착제의 향후 기술방향에 대하여 나름대로의 의견을 서술하였고, 이것이 이 글을 접하는 전문가 여러분의 판단에 조금이나마 보탬이 되었으면 합니다.

참 고 문 헌

1. 接着 handbook, 日本接着學會編, 1980.
2. 千葉次郎, Hybrid 2, 2, 1986.
3. M. Levin, G. Ilkka, and P. Weis, *Adhesive Ages*, 7, 24, 1964.
4. 柳原宋一, 115~126, CMC, 1987.
5. J. D. Venables, D. K. McNamara, J. M. Chen, J. S. Sun, and D. L. Hopping, *Appl Surface Sci.*, 3, 88, 1979.
6. 高橋良典, *Aluminium*, 33, 544, 1989.
7. 淺井渡, 日本接着學會誌, 474, 25, 1989.
8. 最新複合材料技術總覽, 最新複合材料技術總覽編輯委員編, 1990.
9. 山里, 傳導性接着劑, 接着, 27, 24, 1983.
10. 太田久本元, *工業材料*, 45, 31, 1983.
11. 若林一民, 接着, 18, 39(9), 1995.
12. W. E. Broxterman, *Adhesive Ages*, 2, 20, 1988.
13. 新居恒夫, 接着, 29, 33(6), 1989.
14. 村本弘治, *工業材料* 115, 35, 1987.