



기능성 접착제의 현황과 전개방향

Future Direction and Situation of the Functional Adhesive

이 영 시 / 한국계면활성제접착제공업협동조합 기술자문전문위원

I. 서론

접착제는 대부분의 산업분야에서 기능소재로 널리 사용되고 있다. 새로운 접착제나 접착기술의 개발을 위해서는 수요부문인 산업계의 추세를 우선적으로 고려해야 한다. 최근 접착제와 관련되는 산업계의 전반적인 흐름은 다음과 같은 특징을 나타내고 있다.

첫째, 각종 어셈블리(assembly)산업이 접착제의 세계시장을 이끌고 있다. 어셈블리산업에는 자동차, 철도차량, 전기·전자부품 등을 들 수 있는데, 어셈블리산업에 필요한 접착제 공급을 위해 접착제도 고기능화와 다성능화의 추세를 보이고 있다는 것이다.

둘째, 세계적인 사회현상으로 인식되고 있는 환경·안전·품질에 있어서 세계적으로 대응할 수 있는 접착제 개발이 요망되고 있다. 환경에 있어서는 ISO14000S, 안전·위생에 있어서는 OHSAS 18000S, 품질에 있어서는 ISO9000S와 같은 세계표준을 취득하는 것이 하나의 필수

조건이 되고 있다. 접착제산업에 있어서도 예외는 아니다. 더욱이 강화·확대되고 있는 국제적인 환경이나 품질 등의 규제(REACH규제나 RoHS규칙)는 물론 개별 국가의 규제에 대해서도 대응할 수 있는 접착제 개발이 요구되고 있다.

그리고 품질에 대한 기준도 3시그마 관리에서 6시그마 관리, 그리고 9시그마 관리로의 이행에 대응할 수 있어야 한다.

셋째로 자유무역협정(FTA)에 따라, 또는 어셈블리산업의 글로벌화 전개에 따라 접착제시장도 국내 시장에서 세계시장으로 확대되고 있다. 이에 따라 접착제도 지역특성에 부합될 수 있도록 보존안정성, 제품 품질, 비용, 운반 등 여러 면을 고려한 접착제 개발이 필요하다. 특히 기온이나 습도의 고저(高低) 등 지역에 따라 기후조건이 크게 달라 사용지역에 맞는 품질과 성능이 확보되어야 한다. 비용도 불필요한 경쟁을 피하기 위해서는 특징 있는 접착제 개발, 예를 들면 기능 복합형과 같은 접착제 개발이 필요하다.

1. 기능성 접착제

접착제가 기능성 소재로서 산업에서 보다 효율적으로 활용되기 위해서는 본래의 기능인 접착성 외에 수요산업의 개별적인 요구에 부응할 수 있는 특수기능을 겸비해야 한다. 기능성 접착제는 내수성, 내열성, 내구성 등의 성능 부문, 전기전도성, 난연성, 흡유성, 험기성 등의 기능 부문, 습윤, 광 등의 경화 부문을 보강해 특수기능을 부가하거나 환경적합성을 고려한 것이다.

이 기능성 접착제는 산업의 발전 추세에 부응하여 각 분야에서 활발하게 이용되고 있고, 이에 따른 연구개발도 성과를 거두면서 새로운 기능을 창출하거나 기존의 것을 고기능화하거나 고성능화하여 적용범위를 넓히고 있다. 또한 접착제 사용의 용이성 및 안전성을 높이거나 접착시간을 단축해 접착작업의 성력화를 높이는 등의 기능성 접착제가 소개되고 있다.

접착제에 접착성 외에 기대하는 부가적인 기능을 얻기 위해서는

- ① 접착제로써 경화하는 과정에서 접착기능의 활용(예 : 열적 특성, 전기적 특성)
- ② 경화한 접착제 소재의 기능특성의 활용(예 : 광학특성)
- ③ 경화과정에서의 접착기능과 접착경화물의 재료특성의 활용(예 : 생체용 접착제, 바이오 접착제)
- ④ 접착계면에서 상호작용에 의한 접착기능의 활용(계면기능)

이상의 4가지 메커니즘을 이용하고 있다.

현재 개발돼 실용화되고 있는 주요 기능성 접착제는 다음과 같이 있다.

(1) 열적 특성

① 내열성 접착제

미국 FS MMMA-132A 타임Ⅳ(-55~260℃)에 합격하는 정도의 내열성이 있는 접착제로, 대부분 방향족 복소환(複素環) 폴리머가 대표적인 접착제이다. 초내열성으로는 폴리벤즈이미다졸, 폴리이미드계, 실리콘-이미드, 폴리키노살린 등이 있다. 항공우주산업, 일렉트로닉스 분야에 응용되고 있다.

② 극저온용 접착제

-195℃ 정도의 극저온에 견딜 수 있는 접착제이다. LPG, LNG의 액화가스 수송선이나 저장탱크의 건설 등 각종 단열재 부위의 접착에 쓰인다. 폴리우레탄계, 에폭시수지계, 레졸신계 접착제가 일반적으로 이용된다. 특히 폴리우레탄계는 극저온성이 양호하다.

③ 난연성 접착제

할로겐함유 폴리머를 베이스로 하지만, 여기에 무기충진제, 난연제를 베이스폴리머에 배합하여 난연성을 높인 접착제이다.

난연제로써 인화합물, 금속산화물, 할로겐화합물이 있지만, 통상 난연제를 배합하면 접착특성이 저하하는 과제가 남아 있다.

(2) 전기적 특성

④ 도전성 접착

에폭시, 폴리이미드 등의 합성수지를 바인더로 하는 도전성 접착제는 여기에 은, 동, 카본분



특 집

과 산화주석이나 산화인듐 등의 금속산화물을 도전성 필러로, 그리고 첨가물, 용제 등으로 배합한 접착제이다. $10^6 \sim 10^8 \Omega \cdot \text{cm}$ 로 광범위한 도전성과 접착특성이 요구된다. 수정진동자와 금속, 성형카본과 금속, IC, LED, LSI칩, 광도전소자 등에 이용된다. 특히 은페이스트는 모바일, 캐시레지스터, 퍼스컴의 키보드나 LCD코넥터에 응용되고 있다.

⑤ 절연성 접착제

요구 성능은 절연성, 열전도성, 방습성 등이 있는데, $1,012 \sim 1,017 \Omega \cdot \text{cm}$, $10 \sim 35 \text{kV/mm}$ 의 절연성능이다. 에폭시, 실리콘, 폴리이미드, 우레탄, SGA, UV경화형 등이 각각의 용도에 따라 쓰이고 있다. 또 전자부품의 소형화, 고밀도화에 따르는 고열전도형도 실용화되고 있다.

(3) 계면특성

⑥ 유면용(油面用) 접착제

프레스유, 방청유 등이 부착되어 있는 피착재의 접합에 사용되는 접착제이다. 하이브리드 플라스틱졸계, 1액형 에폭시베이스의 페이스트, 필름상의 가열경화타입과 SGA, 변형아크릴계, 변형 혐기성 접착제의 실용경화 타입 2종류가 있다.

⑦ 습윤면용 접착제

습윤 또는 수중에서 피착체를 접착할 수 있는 접착제이다. 신구(新舊) 콘크리트의 타설이나 방수, 지수(止水)공법에 에폭시계가, 축축한 목재 등에 습기 경화형 우레탄 접착제가 이용되고

있다. 이들은 피착체 표면의 물을 경화계에 집어넣든가, 또는 배합제의 일부가 흡수 및 피착재와의 강력한 습윤성에 의해 물을 배제하고 접착한다.

(4) 광 특성

⑧ 자외선 경화형 접착제

자외선(UV) 조사에 의해 경화하는 접착제로, 래디컬 중합반응형(아크릴계, 폴리엔-폴리티올계를 주성분으로 함), 카티온 중합반응형(방향족 디아조늄염, 철방향족 착체 등의 경화제를 사용하여 에폭시로 경화시킴), 래디컬 부가반응(티올계, 엔계)로 대별된다. 카티온형은 내열성, 접착성, 산소에 의한 저해가 없는 이점이 있고, 일렉트로닉스 관련 응용이 많다. 100% 고형분으로 단시간 경화가 가능하고, 유리 및 투명 플라스틱 등의 접합에 사용된다.

⑨ 전자선 경화형 접착제

전자선(EB) 조사에 의해 경화하는 대표적인 단시간 경화형 접착제이다. UV는 수 $10 + \text{eV}$ 의 에너지이지만 EB로는 수백 KeV에서 수 MeV로 UV에 비교하면 고에너지이고, 불투명의 피착체에서도 접착이 가능하다. 전기(磁氣)테이프의 바인더, 독물(毒物)의 래미네이션 등에 응용되고 있다.

(5) 생체 특성

⑩ 치과용 접착제

연조직용과 경조직용으로 대별된다. 연조직용

에는 시아노아크릴레이트계 접착제가, 경조직에는 치과용 시멘트가 주로 이용된다.

① 의료용 접착제

수술에 따른 절개, 손상에 의한 수복보조수단으로 쓰이며, 생체조직, 혈관의 봉합용 접착제로서 시아노아크릴레이트계가, 각종 인공관절 등의 경조직에는 혼시멘트가 상용되고 있다. 혼합의 접착성 단백질 등을 주성분으로 하는 의료용 접착제로, 봉합사의 대체, 뼈나 상처부문의 수복, 크라운의 고정화 재료로 응용된다.

2. 구조용 접착제

구조용 접착제는 일반적으로 구조부위의 접착 접합에 사용되는 기능성 접착제의 하나이다. 국제표준화기구(ISO)의 용어 설명에 따르면, '장기간 파괴되지 않고 그 최대 파괴하중에 비교적 가까운 응력을 가하는 것이 가능한 신뢰성이 보장된 접착제'를 말한다.

오늘날 항공기는 물론 인공위성, 우주선, 미사일 등의 조립공정에 이용되고, 자동차, 전기·전자부품, 차량부품, 기계부품 등의 조립공정에도 기존의 용접방식을 대응하거나 용접이 불가능한 부분에 구조접착이 도입되고 있다.

구조용 접착제의 이점으로는 이종(異種)재료의 접합이나 응력의 균일한 분포, 평활성, 밀봉작용(수밀(水密)·기밀(氣密)효과) 등이 있고, 이를 통한 공정의 간소화나 자동화, 경량화를 가능하게 하지만 내열성 부족, 표면처리 필요, 가열·가압경화 등의 문제도 있다.

구조용 접착제는 열경화성 수지와 엘라스토머

로 이루어지는 복합형이 주류를 이루지만, 박리 접착강도 향상, 가요성의 향상을 위해 열가소성 수지나 엘라스토머를 병용하여 폴리머 브랜드, 폴리머 알로이(polymer alloy)를 고려한 복합형이 대부분이다.

열경화성 수지로는 에폭시수지나 페놀수지가 사용되고, 엘라스토머로는 폴리아미드(나일론), 폴리설파이드, 실리콘, 니트릴고무 등이 사용되고 있다. 나일론-에폭시수지계, 니트릴-에폭시수지계, 비닐-페놀수지계, 니트릴-페놀수지계, 에폭시-페놀수지계 등이 대표적이라 할 수 있다. 또한 엔지니어링 접착제도 구조용으로 분류되고, 시아노아크릴레이트, 변성 아크릴수지, 변성 에폭시수지, 우레탄수지 접착제도 포함되는 것이 있다.

기존 구조용 접착제는 가열경화형이 많았지만, 최근 가열이나 가압을 필요로 하지 않고 실온에서 용이하게 사용할 수 있는 것도 시장에 나오고 있다. 이들은 섬유강화 플라스틱이나 엔지니어링 플라스틱 등이 피착대상이 된다.

최근의 구조용 접착제를 위한 소재로, 프리 리액트법에 의한 복합화기술로 엘라스토머상(相)을 도입하는데, 입자크기가 60~100 μ m정도의 코어 셀고무를 에폭시수지 중예의 분산만으로도 강인한 접착피막이 형성되는 코어 셀 개질제 기술이 개발되고 있다. 또 SGA(제2세대 아크릴계 접착제)와 같이 엘라스토머의 존재 하에서 모노머를 중합시킨다든가 하여 해도(海島)구조를 만들면서 강인한 접착막을 만드는 기술이 개발되어 활용되고 있다.

구조용 접착제는 지금까지 정밀산업용, 금속용의 것들 중심으로 개발이 이루어져 왔다. 용도



특 집

(표 1) 페놀계 구조용 접착제의 조성

분류	폴리머	페놀수지	축매
니트릴-페놀	니트릴고무	노볼락	헥사메틸렌테트라민
비닐-페놀	PVF 또는 PVB	레졸페놀	산
에폭시-페놀	고형 에폭시	레졸페놀	산
에폭시-페놀	고형 에폭시	노볼락	염기

의 범위를 넓히는 것도 중요하다. 예컨대 토목·건축용과 같은 일반 산업용으로 금속이 아닌 목재 등을 접착하여 구조용으로 활용할 수 있는 환경친화형의 접착제도 있다.

구조용 접착제의 공통적인 과제는 물성을 더 강하게 하는 것은 물론, 값이 싸고, 혼합 후 가사 시간이 길면서 접착 후 경화시간이 짧은 구조용 접착제의 개발이다. 경화제나 촉진제의 캡슐화 등의 연구가 이루어지고 있고, 사용편의성을 위해 1액형 구조용 접착제도 개발되고 있다.

3. 해체성 접착제

기계나 구조물의 조립에는 접착접합기술이 필수적이다. 기계의 소형화, 콤팩트화, 경량화, 구조물의 고충화, 고기능화는 한결같이 접착접합기술에 의존하고 있기 때문에 첨단기계나 구조물의 개발을 지탱해 주는 기반기술이 되고 있다. 그러나 볼트(bolt)나 리베트(rivets)를 사용하는 기계적 접합에 비해 접착접합은 비가역적 접합이기 때문에 기계나 구조물을 해체할 때 접착접합은 매우 불리할 뿐 아니라 피착재의 재활용, 재자원화에 있어서는 큰 문제가 되고 있다. 이 같은 문제를 해결하기 위해 먼저 꼽을 수 있는 방법이 접착접합의 가역화이다.

접착접합의 가역화에 대해 현재 어떤 방법이 고려되고 있는가를 살펴보면,

- ① 가열용융에 의한 박리기술(전자유도(電磁誘導)가열에 의한 접착해체기술)
 - ② 흡수성(吸水能)을 부여한 박리기술
 - ③ 발포제(發泡劑) 첨가에 의한 박리기술
 - ④ 계면의 화학반응을 활용한 박리기술
- 등을 들 수 있다.

그러나 가열용융으로 해도 접착부위를 용융가열하기 위해 가열전용 기기를 이용한 전자유도 가열장치가 있다. 또 전자유도가열에 의한 접착해체기술을 위시해 새로운 해체방법과 수단에 관련되는 새로운 기술들이 개발되고 있다.

해체관련 기술에 있어서 접합부의 박리해체는 접착접합과는 상호 모순되는 접착기술이기 때문에 기존과는 다른 관점에서의 연구가 요구되고 있다. 구체적으로는 다음과 같은 부문에서의 연구가 필요하다.

- ① 접착현상·박리현상의 기초적 검토(접착 메커니즘의 해명도 포함)
- ② 접착의 경화기구와 박리와의 대응에 대한 해명
- ③ 구체적인 박리현상에 대한 박리인자의 해명
- ④ 접착계면에서의 접착제 거동 등을 생각할

(표 2) 해체성 접착제의 개발 현황

종류	타입	해체인자	해체조작	용도
열경화·열가소성 접착제	열가소성	연화·용융	가열	리월성 LSI 언더 필
팽창성 마이크로발룬 혼입 접착제	수성 에멀전	마이크로발룬 팽창	가열	건재
흡습박리접착제	열가소성	접착제의 흡습 및 연화·용융	온수 침지	금속 물
전자유도·열가소성 접착제테이프	열가소성	연화·용융	전자유도가열	건재 접합
흡수성 수지 혼입 접착제	열경화성	흡수성 수지의 팽창	수침지	금속 물
비등수박리접착제	열가소성(반응형)	접착제의 흡습 및 연화·용융	비등수침지	실리콘 웨이퍼 고고정
이방성 강도접착제	용제형	역학적 박리(필)	부하	골판지상자 가고정
통전 박리접착제	열경화성	계면에 있어서 화학변화	통전	항공우주
팽창성 마이크로발룬 혼입 접착제테이프	접착제	마이크로발룬의 팽창	가열	실리콘 웨이퍼 고고정
자외선발포 점착테이프	점착제	가스 생성·계면에서의 축적	자외선 조사	실리콘 웨이퍼 고고정
취성화 점착테이프	점착제	점착제의 취성화	가열, 에이징	실리콘 웨이퍼 고고정
역학적 박리 점착테이프	점착제	역학적 박리(전단)	부하	일용품 접합

수 있지만, 중요한 것은 접착의 기구의 해명에 접합부 박리의 요인을 해명하기 위한 열쇠가 있다고 할 수 있다.

(표 2)는 현재 실용화에 들어간 해체성 접착제이다. 열경화계, 열가소계 수지 외에 엘라스토머계 수지에 이르기까지 여러 가지 고분자재료가 쓰여 지고 있다.

접착해체기술은 결국 해체를 위한 인자를 접착제의 특성을 살려 얼마나 접착부위의 해체성에 활용할 수 있는가에 달려 있다. 따라서 접착구조물의 크기나 제품의 용도에 따라 이 같은 해체성 기술을 실용화해 나가는가가 큰 과제가 되고 있다.

II. 향후 전개방향

일반적으로 접착제는 기능적 특성을 탐구하여 상품개발을 전개하는 니즈 지향형의 상품이다.

예를 들면, 단시간 접착제, 내열성 접착제 외에 1억형 접착제, 습기 경화형 접착제 등 여러 가지 접착제가 기능을 찾아 개발을 행하여 온 것이다. 또 최근에는 신소재라고 불리는 많은 소재를 이용하여 이 같은 기능 개발을 목표로 하는 접착재료의 개발이 이루어지고 있다.

앞으로의 접착제 개발에 있어서 접착제의 접착기능 개발에 대해 살펴보면, 접착제에 대해 추구하고 기대되는 주요 기능으로는 다음의 것들을 예시할 수 있다.

- ① 접착제의 고강도화와 접착내구성의 향상 (고성능화)
- ② 접착제의 속경화성(접착공정의 고속화)
- ③ 접착조작성의 간소화(경화속도의 제어)
- ④ 표면의 탈(脫) 전처리화(계면의 활용)
- ⑤ 접착의 환경대응(새집증후군 등)
- ⑥ 피착제의 재이용(자원의 유효이용, 접착의 해체성)



특 집


⑦ 접착의 지능화(지능형 접착재료의 개발)

이같이 접착제의 고기능화, 다성능화는 여러 가지 접착 수요산업 분야의 니즈에 부응하기 위해 요구되고 있는 바, 따라서 개별적인 니즈에 따라 활용할 수 있는 접착제의 기능화가 필요하다.

기존 접착제는 뛰어난 접착강도와 뛰어난 접착내구성을 가진 것이라면 널리 실용화에 쓰여 왔지만, 그것은 어디까지나 접착제의 기본적인 요구특성으로 특별한 것은 아니다.

최근의 수요산업의 발전에 부수되는 수요변화에 부응하기 위해 이 같은 기본적 특성에 부가하여 활용할 수 있는 여러 가지 추가적인 기능 특

성이 접착의 고기능화·다성능화라고 하는 형태로 강하게 요구되고 있다. 따라서 접착제의 개발에 있어서 이 같은 접착제의 물성이나 경화특성 등에 더하여 앞으로는 환경문제나 자원의 유효이용이라고 하는 사회적 니즈에 대한 대응이 중요한 개발과제로 등장하고 있다.

접착제의 개발은 이 같은 니즈를 탐색하고 이에 부응할 수 있는 기능을 접착제 기본특성에 부가하여 활용하는 것이 제품의 경량화, 소형화, 콤팩트화 등 특히 어셈블리산업에 강하게 요구하고 있는 개별적인 니즈에 응할 수 있는 효율적인 수단이 될 것이다. 

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.

포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.

포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.

더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여

새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.

포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

[사]한국포장협회

TEL. (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net