

Technical Challenges in Adhesive and Adhesive Technology

접착제 및 접착기술에 있어서 기술적 과제

Writer

이영시

한국계면활성제접착제공업협동조합
기술전문위원

Contents

- I. 서론
- II. 접착제 및 접착기술의 현상
- III. 접착제와 그 사용 상황
- IV. 기술적 당면과제
- V. 맺는말

I. 서론

오늘날 지구환경보존이라는 사회적 요구, 수요산업의 발전 트렌드에 부응할 수 있는 환경친화적 접착제 및 접착재료, 접착기술의 개발 및 접착기술이 활용하는 새로운 수요분야의 개척이 요망된다.

접착제 및 접착기술의 발전에 따라 볼트·너트에 대신하는 금속의 접합, 플라스틱·고무·섬유 등의 고분자재료의 접합, 글라스·세라믹·콘크리트 등의 무기재료의 접합, 목재의 접합, 생체의 접합 등 많은 재료에서 접착제에 의한 접합기술이 사용되고 있다. 이들 기술을 활용하여 액정디스플레이·반도체 등의 첨단 전자재료나 토목·건축분야의 접합을 비롯하여, 우주·항공분야, 자동차·차량분야, 전기·전자분야 등 많은 산업분야, 의료분야의 접착·접합에 없어서는 안 되는 기초기술이 되고 있다.

또한 지금까지 사용되지 않았던 분야에의 접착기술의 도입, 새로운 재료가 개발됨에 따라 여기에 필요한 접착제 및 접착기술이 개발·실용화가 계속 이루어지고 있다.

II. 접착제 및 접착기술의 현상

접착제로서 아교·젤라틴 등의 동물성 단백질, 전분·옷·송치·천연고무 등의 식물 바이오매스, 아스팔트의 천연소재에 더하여, 접착강도, 내후성, 품질안정성, 취급용이성 등의 면에서 합성고분

자의 개발에 따른 화석연료를 원료로 하는 유기재료 및 무기 재료가 사용되고 있다.

접착제에는 단순히 붙이는 기능에 더하여 접착하는 제품·부재·사용 환경에 따르는 접착강도·내구성·신뢰도·초기접착력·도포 등의 작업성이 요구되고, 여기에 적합한 접착제 및 접착기술이 개발되고 있다.

또한 접착은 경량의 접합수단에 더하여 간편하면서 여러 가지 접합법의 개발에 따라서 접착접합은 각종 기술 개발의 기초기술로서 자리매김하고 있다. 이에 부응하기 위해 접착제 원래의 접착기능 이외에 특수 기능을 부가시킨 기능성 접착제가 개발, 실용화되고 있고, 앞으로 이들 제품의 고기능화 및 다성능화가 요구되고 있다.

기능성 접착제에는 현재 전기 특성(도전성, 절연성), 열특성(내열성, 극저온성, 난연성), 계면특성(유면, 수중), 광학특성(자외선경화, 전자선경화, 가시광경화) 등의 물리적 특성을 이용하는 접착제나, 화학반응에 의한 경화(가열, 상온), 혐기경화, 습기경화형 접착제가 활용되고 있다.

접착제에는 용제형 접착제, 수

성접착제(수용성형·에멀전형·라텍스형), 핫멜트 접착제, 반응형 접착제, 필름형 접착제 등이 있는데, 이들 접착제는 폼알데히드 저감, 탈 포르마린, 시크하우스징후군, VOC규제, 용제규제 등, 환경보존과 인체 건강 관련 문제들이 상존하고 있다. 특히 용제형 접착제가 가장 큰 주목을 받아 그 대응에 노력하고 있는 바, 무용제형 접착제로의 전환에는 수성형, 핫멜트형, 반응형 등의 접착제가 또 환경저부하형 접착제가 계속 실용화되고 있다. 예로서 신발산업에서는 인체에 직접 닿아 있다는 점 때문에 EU 각국에서는 그 대응으로 에멀전형 접착제, 라텍스형 접착제 및 반응성 핫멜트형 접착제로 전환되고 있다.

그러나 아직까지도 프라이머의 무용제화가 많이 이루어지지 않아 용제형 프라이머를 사용하고 있는 것이 현실이다. 시판하고 있는 수성형 접착제, 에멀전형 접착제, 라텍스형 접착제 및 반응형 접착제에도 소량의 용제 또는 미반응 모노머, 가소제가 함유되어 있어 이들 접착제의 개선이 이루어지고 있다. 또한 고무와 금속의 접착에 사용하는 염소계 고무를 사용한

접착제에서는 발생하는 염화수소에 의한 접착 저해를 막기 위하여 연(鉛)화합물을 사용하고 있지만 연을 사용할 수 없는 곳에는 아연화합물이 그 대체로 사용되고 있다.

피착체에 따라서 사용하는 접착제가 달라 이에 쓰이는 접착제가 많이 개발되고 있다. 이들 중에서 최적의 접착제는 피착체의 특성, 필요 접착강도, 사용 환경, 피착체의 형상, 접합부의 설계, 작업조건, 경화조건, 용도, 내구성 및 리사이클 특성 등을 고려하여 선택하고 있다.

III. 접착제와 그 사용 상황

대표적인 재료에 일반적으로 많이 사용하고 있는 접착제와 그 사용상황을 보면 다음과 같다.

무기재료의 접착에는 무기재료 상호간, 무기재료와 금속재료, 무기재료와 유기재료의 조합이 있다. 무기재료의 접착제로서는 1액 에폭시변성실리콘계와 같은 유기계 접착제와 알칼리금속실리케이트계, 인산계 콜로이드 실리카계 등의 무기계 접착제가 사용되고 있다.

플라스틱재료에는 열가소성, 열경화성 플라스틱이 있는데, 그 접착은 피착체에 따라 사용하고 있는 접착제가 다르다. 열가소성 플라스틱과 금속재료, 콘크리트의 접착에는 프라이머 처리에 의한 에폭시수지계 접착제가 사용되고 있지만 최근에는 변성 실리콘수지계 접착제가 사용되고 있다. 플라스틱 재료의 접착은 기본적으로 전처리가 필요하고 특히 프라이머를 사용하지 않으면 안 된다.

고무재료의 접착은 미가황고무, 가황고무와 고무재료 상호간, 세라믹, 플라스틱재료, 금속재료, 섬유재료 등의 조합이 있는데 각각의 재료에 따른 접착제가 사용되고 있다. 고무재료의 접착제로서는 피착체의 종류에 관계없이 용제형 고무계 접착제가 사용되고 있지만 최근에는 내후성, 내구성이란 면에서 2액 변성실리콘계 접착제가 사용되고 있다.

또한 두꺼운 고무판(5mm이하)에는 2액 우레탄계 접착제를, 우레탄폼에는 고무계 용제형 접착제를 사용하고 있다. 고무재료의 접착은 고무재료가 다른 재료와 달리 많은 가황제 등 배합제를 함유하고 있어 그

것을 고려함과 아울러 기본적으로 전처리가 필요한데, 특히 프라이머를 사용해야 한다.

금속재료의 접착에는 금속재료 상호간, 금속재료와 나무재료, 금속재료와 플라스틱재료, 금속재료와 고무재료 등의 조합이 있는데, 각각의 재료에 따라 적합한 접착제가 사용되고 있다. 금속재료의 접착제로서는 구조용, 준구조용, 비구조용 접착제가 용도, 피착체 등에 따라 선택하여 사용되고 있다. 금속재료의 접착은 기본적으로 전처리가 필요하다. 항공기·자동차·차량 등에 사용하는 복합재료에는 페놀계, 폴리에스테르계, 비닐에스테르계, 에폭시계 강화 플라스틱(FRP)이 있는데, 이들의 접착에는 에폭시 변성 실리콘계 탄성접착제, 제2세대 아크릴계 접착제, 에폭시-페놀릭계 접착제 등이 사용되고 있다. 복합재료의 접착에도 기본적으로 전처리가 필요하다.

지금까지의 접착제와 접착기술은 접착 시의 작업성, 접착 후의 내구성에 대한 요구가 중심이 되어 왔으나, 최근 지구환경에의 대응과 자원의 재활용이라는 차원에서 접착제의 사용 후 해체에 대한 요구도 높아지고 있다,

IV. 기술적 당면과제

접착 제조사에서는 수요산업의 변화추세에 따라 또한 환경문제 등의 사회적 요구에 따라 이에 부응할 수 있는 접착제 및 접착기술의 개발과 확립은 무엇보다 중요한 핵심과제가 되고 있다. 이에 따른 기술적 과제를 살펴보면 ①고성능·고기능성 접착제의 개발 및 이를 위한 NT, IT 등 첨단기술의 응용, ②환경대응형 접착제 및 접착시스템의 개발, ③분별회수기술의 개발 및 리사이클시스템의 구축, ④접착제 및 접착특성 시뮬레이션 기술의 개발, ⑤접착특성의 데이터베이스 구축, ⑥접착 및 파괴 메커니즘의 해명, ⑦접착 신뢰성 평가기술의 고도화, ⑧수성형 프라이머의 개발, ⑨무독성의 생체이용 접착제 및 접착기술의 개발 등을 들 수 있다.

기술적 과제뿐만 아니라 사회적인 과제로서도 ▲환경 등 제반 국내외 법규제에의 대응, ▲작업위생면에서의 개선, ▲노동집약형 생산방식의 탈피, ▲분별회수 및 리사이클 문제 등이 있다.

환경대응 접착제에 대하여 중

전부터 천연재료로서 동물성 단백질, 식물성 전분 등을 원료로 하는 접착제가 사용되어 왔지만, 최근 지구환경보전에 대응하기 위한 식물자원의 재활용성의 관점에서 식물바이오매스를 원료로 이용하는 접착제가 기대되고 있다. 목재를 원료로 이용하는 에폭시계 수지, 우레탄수지, 페놀수지 등의 합성에 관한 연구개발이 이루어지고 있고, 향후의 발전이 기대되고 있다.

고성능·고기능성 접착제에 대하여, 구조용 접착제의 개발에는 수요자가 요구하는 접착제의 기능으로서 ▲접착의 단시간화, ▲표면처리의 간소화, ▲진동이나 충격에 견딜 수 있는 접착, ▲신규 경화기술을 이용한 접착제 등으로 여기에서는 표면처리에 대한 간소화, 생산공정의 단축에 관련되는 단시간화가 핵심이 되고 있다. 나노테크놀로지(NT)기술에 의한 고성능·고기능성 접착제에의 개발도 매우 중요하다. 현재 NT는 재료분야에서 나노재료, 나노컴포지트가 개발되고 있는데, 접착제의 개발에서는 접착제소재로 무기 나노입자를 첨가함으로써 내열성과 접착강도가 향상된다는 등

의 연구가 보고되고 있다. 수 nm에서 수십 nm의 스케일 영역의 NT에 있어서 접착제를 고려할 경우는 나노입자를 사용함으로써 접착물의 투명성, 전기특성, 고굴절율, 기계특성 등의 향상이 밝혀지고 있고, 이외에도 신규의 성능이나 기능을 발현시킴으로써 고성능·고기능성 접착제 또 아주 새로운 기능을 가진 접착제의 개발을 기대할 수도 있다.

접착과 파괴 메커니즘의 해명, 접착관련 시뮬레이션기술에 대해서는 최근 각종 분석기술의 발전에 따라 새로운 분석평가기술이 접착분야에도 응용되고 있다. 특히 접착과 파괴 메커니즘의 해명 등을 목적으로 하는 접착계면의 관찰, 평가가 이루어지고 있다. 일반적으로 접착시험은 박리 시의 접착강도와 눈으로 보는 관찰에 의한 파괴위치 또는 피착체, 접착제 피복률로 평가되고 있다.

접착에서는 피착체와 접착제 또는 프라이머와의 접착계면, 접착계면에서의 반응, 반응생성물(접착층) 상태분석, 접착강도가 저하하는 경우 어떤 위치에서는 박리되고, 그 계면에 정상 시와 다른 무엇이 새롭게 생성하고 있는지를 상세

하게 분석할 필요가 생긴다.

▲박리위치의 특징과 그 박리면의 형태, ▲박리면 근처의 원소조성, ▲화학결합, 결정구조, 분자구조, 접착층의 조성 과 반응, ▲피착체, 접착제 등의 열화성분 등의 분석이 필요하다. 또한 접착결합부품의 파괴원인을 이해하는 데에는 파괴양식의 결정이 필요하고, 특히 파괴계면의 결정이 중요하다. 이 파괴계면을 분석 평가함으로써 파괴의 원인을 해명할 수 있고, 파괴예방도 가능하다.

접착에 대한 분석평가에는 형태관찰, 화학특성, 역학특성 등의 분석이 필요하다. 형태관찰법의 분석장치로 광학현미경, 레이저현미경, 주사형 전자현미경 및 투과형 전자현미경(TEM) 등이 이용된다. 또한 화학특성의 분석장치로 X선 마이크로어널리시스, 에너지분산스펙트럼(EDX) 탑재 TEM-EDX, 에너지 필터 탑재 EF-TEM, 전자선 회절, 미소부 X선 회절, X선광전자분광, 2차이온 질량분석, 글로방전 발광분석, 글로방전 질량분석, 적외흡수분광, 열분해가스크로마토그래피로 평가한다. 역학 특성을 분석하는

데는 미소부 X선 회절, 가교도 측정, 초미소 경도, 절단 시의 절삭력을 검출하는 SAICAN, 계장화 마이크로톰, 원자간력 현미경을 포함하는 주사형 프로브현미경으로 평가한다. 이들 기기들의 원활한 활용과 새로 소개되는 새로운 분석기기의 활용도 언제나 고려해야 할 요소이다.

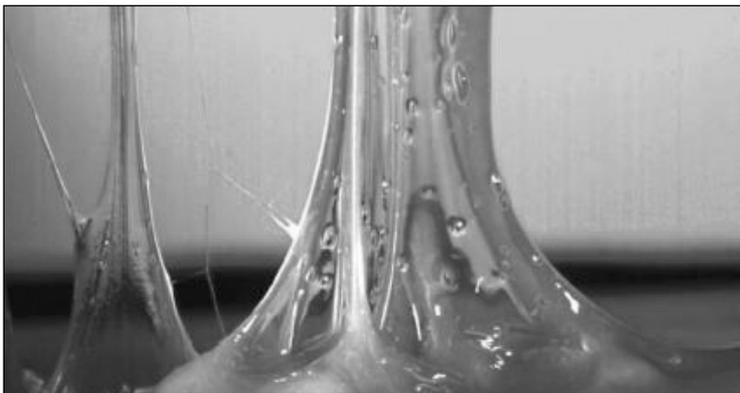
이들 분석평가장치에 의한 분석에 있어서 접착계면을 분석하기 위하여 접착시료를 액체 질소로 냉각하여 계면을 얻는 방법과 피착체층을 팽윤, 용해시켜 얻는 방법이 옛부터 행해져오면서 분석해 왔다. 이들 방법으로는 진정한 접착계면이라고 말할 수 없는 문제가 있었다. 접착계면분석을 위한 전처리로서 접착한 상태 그대로의 단면을 얻는 것이 필요하다. 접착시료의 단면방향의 전처리는 마이크로톰 단면과 절편

가공, 나이프 경사 등 여러 가지 방법이 있지만, 최근에는 집속이온빔(FIB)에 의해 가능하도록 짜여진 Ge이온을 시료에 의해 조사하는 방법으로, 10 μ m에서 서브 μ m의 범위까지 미세가공할 수 있어 형태관찰, 표면분석의 전처리에 활용 가능해 주목받고 있다. 이들 시료의 전처리기술, 각종 분석평가장치에 의한 형태관찰, 화학특성, 역학특성 등의 해석수법을 구사함으로써 접착계면의 분석, 파괴현상의 해명, 접착메커니즘의 해명이 가능하다. 이같이 접착계면을 접착한 그 상태에서 분석평가하는 것이 접착메커니즘의 해명의 수단이 되고 있다. 이 기술을 활용하여 많은 재료, 피착체에 의한 접착물의 접착계면을 분석평가하고, 이를 바탕으로 접착메커니즘을 해명하고, 여기에 접착특성 데이터베이스, 신

뢰성평가데이터, 접착특성 시뮬레이션기술 등을 더하여 접착제 시뮬레이션기술을 개발함으로써 용도에 적합한 접착제의 설계가 가능해지고, 앞으로의 접착제, 접착기술의 개발에 크게 기여하게 될 것이다.

또한 해체성 접착제와 접착기술은 앞으로 이용 가능한 기술적 니즈, 예상되는 니즈, 요구조건 등에서 내열성과 신뢰성 등을 개선해야 되는 바, 향후의 기술적 과제는 다음의 것들이 있다.▲분해성 고분자의 적용(폴리퍼옥사이드 등), ▲팽창제·발포제의 선택(수지의 열연화와 팽창제나 발포제의 팽창(발포)개시온도와 관계), ▲가열수단의 다양화(나노입자를 이용한 마이크로웨이브 가열법 등), ▲해체수단의 다양화(X선 조사, 전기이용, 냉각에 의한 취성화, 정수압 부여, 충격에 의한 취성화 등) 등이다.

프라이머(수성형)에 대해서는 접착제를 사용하여 접착접합하는 경우 대부분은 프라이머로 전처리하고 있는 것이 현실이다. 프라이머의 대부분은 유기용제를 사용하고 있어 환경문제 때문에 수성형 프라이머로의 이행이 요구되고 있



다. 그러나 수성형 접착제는 개발되고 있어도 수성형 프라이머가 없다. 그 때문에 많은 제조사에서는 그 개발을 위해 노력하고 있지만 아직 마땅한 것이 개발되지 않고 있는 실정이다.

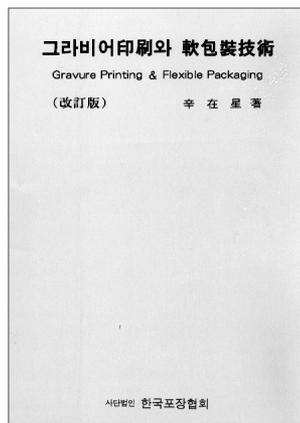
V. 맺는말

환경문제를 고려하면 접착제를 사용하지 않는 접착기술이 요망된다. 현재 고무재료를 중심으로 개발되어 고무재료와 금속재료, 금속재료와 플라스틱 등의 조합에서 접착이 일부 이루어지고 있다. 또한 금속재료

상호간의 접합에서 쓰이고 있는 확산접합기술이 플라스틱 재료끼리의 접합기술로 개발되고 있다. 이러한 접착제를 사용하지 아니할 경우, 접착공정에서 프라이머나 접착제의 도포 과정 없이 일체 성형이 가능하다는 점에서 지구환경 보존 면에서 매우 기대되는 기술이지만, 접합가능한 다양한 종류의 재료와 그 접합물의 신뢰성이나 내구성 등에 대한 보다 많은 연구개발이 필요하고, 실제 활용은 극히 일부에 한정될 수밖에 없을 것이다.

접착제에 의한 접합접착기술은 앞으로도 많은 발전이 예상되

는데, 피착제나 사용환경 등에 적합한 접착제 및 접착기술의 개발에는 과거와는 다르게 접착특성 데이터베이스의 구축, 접착특성 시뮬레이션기술의 고도화 및 접착제 시뮬레이션기술의 개발, 신뢰성평가기술의 고도화, 분석기기에 의한 접착계면의 분석평가를 바탕으로 하는 접착과 파괴 메커니즘의 해명 등 많은 관련 부문에서의 연구개발이 요망되고, 이를 위해서는 접착제 제조사, 사용자, 대학, 연구기관이 연계하여 정보의 공유화와 공동연구에 의해 개발과 실용화를 도모해나갈 필요가 있다. 



서적 안내

그라비아 인쇄와 연포장기술

우리나라 연포장 인쇄의 교과서라 할 수 있는 「그라비아 인쇄와 연포장기술」의 개정판이 출간됐다.

증보·보완되어 출간된 「그라비아 인쇄와 연포장기술」에는 포장의 개요, 그라비아인쇄, 제판, 그라비아인쇄실기, 그라비아잉크, 포장재료 등 그라비아인쇄관련기술과 문제해결책, 재료관계 등이 간결하고 정확하게 설명되어 있다.



(사)한국포장협회

· 가격 : 15,000원
· 구입 문의

TEL: (02)2026-8655

E-mail : kopac@chollian.net