

접착제의 물성해석과 응용실례 (제1회)*

김 현 중[†] 역

머 리 말

20세기는 그야말로 과학·산업기술의 눈부신 발전을 통하여 얻은 시대라 할 수 있다. 예를 들면, 항공 우주, 생물 공학, 전자공학 등의 분야에서 매우 빠른 발전이 이루어졌다. 그런데, 이러한 첨단분야에서 접착 기술이 중요한 역할을 담당해 오고 있다는 것은 그다지 알려지지 않고 있다. 이것은 접착제의 역할이 이루어지는 부분이 각 소재의 보이지 않는 부분이기 때문일 것이다. 이렇듯 접착제는 다양한 소재에서 자신의 역할을 충실히 담당하고 있다.

현재 우리 인류의 생활 속에서 접착제가 폭 넓게 사용되고 있으며, 그 용도도 일반 가정에서 사용되는 반창고나 셀로판 테이프(스카치TM 테이프)로부터 첨단기술인 반도체 제조공정에 이르기까지 매우 다양하다. 기원전 그리스에서 기름과 약초즙, 산화 납 등을 혼합한 것을 천(cloth)에 발라서 이용한 일종의 반창고가 접착 테이프의 근원이라 할 수 있다. 또한, '접착'이라는 말은 중국 후한시대에 정현(鄭玄)이라는 사람이 '粘'을 '黏'이라고 써서 '끈적끈적하다'는 것을 표현 한 것에서 유래된 것으로 이로부터 접착(黏着)이란 말이 사용되었다.^[1] 이러한 접착이라는 현상을 이용한 응용제품으로 20세기 최대 히트 상품은 셀로판 테이프(스카치TM 테이프)라 할 수 있다. 이는 오늘날의 과학·기술 발전에 접착 기술이 얼마나 큰 공헌을 하였는지를 알 수 있게 하는 일례라 하겠다.

접착, 다시 말해서 "끈적끈적 달라붙는 것"을 밝혀 내기 위해 많은 연구자들이 연구해 오고 있으나 아직까지 명확히 밝혀 내지는 못하고 있다. 이는 접착이 접착과정(bonding)과 파괴과정(de-

bonding)을 동시에 포함하고 있는 복잡한 현상이기 때문이다. 접착 과정에서는 예로부터 젖음(wetting)이라는 특성에 기초한 표면장력이나 점도가 접착성을 밝혀내기 위한 실마리로 이용되어 왔다. 또한 파괴과정에서는 표면장력으로부터 얻을 수 있는 열역학적 접착 작용과 접착제·피착제의 역학적 성질과 접착성과의 상관 관계가 주요한 논의의 대상이 되어 왔다.

필자는 접착과정으로부터 파괴과정에 이르기까지에 있어 접착제 고분자 - 피착제와의 사이에 "접착의 비 평형과정"^[2]이 존재되어 있는 것으로 생각하고 있다. 이 과정 중의 현상으로서 분자사슬 끝의 뒤엉킴이라든지 상호확산, 또는 상호침입 등이 일어나고 있는 것으로 추정하고 있다. 그런 연유로 접착성을 분자레벨에서 설명하는 것은 장차 새로운 접착 제품을 개발하여 나가는 데 있어서 매우 중요하다고 생각된다.

필자는 접착제의 물성해석이나 고분자 블랜드의 구조제어 등에 대한 기초 연구와 접착 제품의 설계·개발에 관련된 응용 연구를 대학과 기업에서 상당한 기간동안 수행해 왔다. 따라서 본 총설은 필자가 지금까지 연구해 온 것을 기초로 정리한 것이다. 전반부에서는 접착 기구에 여러 이론, 고분자 블랜드를 이용한 접착 물성의 제어, 표면편재·경사구조의 이용 등에 대한 부분을 설명하기로 한다. 후반부에서는 접착 제품의 응용실례로서 반도체 제조용 접착 테이프, 광섬유 피복수지 및 단열 발포시트의 예를 최근에 필자가 수행한 연구 결과와 함께 소개하기로 한다. 본 총설에서 이루어지는 기초적인 해설이나 주제는 필자의 연구결과를 중심으로 정리·선정하였기 때문에 어느 정도 편향된 부분도 있을 것이다. 그렇지만 현재 접착 분야와 관련된 일을 하는 연구자나 기

• 2003년 1월 16일 접수 (received)

• 서울대학교 농업생명과학대학 임산공학과 바이오복합재료 및 접착과학 연구실(Homepage:www.adhesion.org)

• *이 내용은 加納義久(古河電氣工業(株)) 및 일본 고분자간행회의 허락에 의해 번역된 것입니다.

[†]주저자(Corresponding author): e-mail: hjokim@snu.ac.kr

술자들과 앞으로 이 분야에서 일하게 될 미래의 종사자들에게 참고가 될 수 있기를 바란다.

제 1장에서는 기초적인 접착 메커니즘을 설명하며, 덧붙여 접착제의 배합 조성과 접착 제품의 물성 평가방법 [점착력, 택(tack), 유지력(holding power)]을 소개한다.

제 2장에서는 '왜 접착이 이루어지는가?'라는 접착 기구(접착 메커니즘)에 초점을 맞추어, 접착제의 역학적 성질과 계면의 물성·거동의 관점에서 접착 물성을 시험한 연구 결과에 대해 설명한다.

제 3장에서는 점착제도 일종의 고분자 블랜드이므로 상용성의 기초(상용·상분리의 열역학, 상용성의 평가)에 대해 설명하고 동시에 폴리부타디엔계 블랜드 점착제와 아크릴계 블랜드 점착제에 관련된 연구 결과를 소개한다.

제 4장에서는 고분자계 경사구조에 관한 최근의 연구 경향과 응용 사례에 대해 소개한다. 특히 점착제에 대한 경사구조의 응용 예로서 아크릴/불소계 상분리 폴리머 블랜드에서 나타나는 경사도메인 구조에 대한 연구 결과(제조, 입증, 구조 제어(점착물성제어), 형성인자)에 대해 설명한다.

제 5장에서는 점착성 폴리머(아크릴계 점착제)의 점착성을 소실시키기 위해 비점착성 폴리머(불소계 폴리머)를 이용한 연구를 통하여 점착성의 본질에 대해 알아본다. 구체적인 내용으로는 고분자 블랜드를 이용한 점착성 제어와 표면편제에 대해 소개한다.

제 6장에서는 점착제품의 응용사례로서 반도체 제조용 점착 테이프와 차세대 반도체 제조기술에 대해 설명한다.

제 7장에서는 광섬유 분야에 대한 UV 경화기술의 응용 현황에 대해 소개한다. 광섬유용 UV 피복수지의 일반적 조성과 특성도 함께 기술된다. 특히 경화도 평가방법에 대해 설명하고 역학적 기법을 이용한 경화거동의 해석 결과도 함께 소개한다.

제 8장에서는 지봉용 단열 발포시트의 열 점착성과 블록킹(blocking) 성과 같은 접착특성을 프로브 택(probe tack)을 이용하여 평가한 연구 결과를 소개한다. 또한 古河電氣工業(株)에서의 점·접착기술 활용 현황에 대해 소개하고, 이에 따른 점착 관련 제품도 설명한다.

앞에서 언급한 바와 같이 본 총서는 필자의 연구결과를 기초로 하여 원고화한 것이다. 따라서 연구 과정에서 함께 한 여러 공동 연구자 분들의 지도와 지원을 받았다. 특히 고분자 블랜드를 이

용한 점착 특성의 제어와 경사구조 점착제와 관련해서는 동경농공대학 Akiyama(秋山三郎) 교수, 점착 물성 평가방법(택 측정법, 접촉각을 이용한 계면의 거동해석)에 대한 내용은 LINTEC(주)의 Saito(齋藤隆則) 연구소장의 지도편달을 받았다. 또한 점착 제품의 응용사례는 古河電氣工業(株)의 연구 업무를 기초로 하여 기술하였으며, 연구에 함께 한 회사의 공동 연구자 여러분의 협력에 깊은 감사를 드린다.

제 1 장. 접착의 기초 I

1. 머리 말

점착제(감압점착제)는 점착 테이프, 점착 시트, 양면 점착 테이프 및 전사(transfer) 테이프 등의 형태로 시판되고 있다. 또한 점착제품은 점착성 고분자를 종이, 필름, 발포체 및 금속 호일 등에 균일하게 도포한 일종의 복합재료라고 할 수 있다.^[3] 최근 점착 제품은 포장, 인쇄, 의료, 진기 및 자동차 등과 같은 광범위한 공업분야의 부자제로서 응용되고 있다. 우리 생활 주변에서도 셀로판 테이프(스카치™ 테이프), 포장용 크라프트 점착 테이프, wappen, 차광 필름 및 장식용 마킹 테이프 등이 사용되는 것을 종종 보게 된다.^[4] 또한 전자 공학분야에서는 반도체 제조 공정용 점착 테이프가 제품화되어 있다.

그런데 "왜 점착제가 끈적거리며, 접착의 메커니즘은 무엇인가?"하고 이상하게 생각하는 사람도 있을 것이다. 점착 물성을 물리화학적인 인자로부터 해석하려는 시도는 1960년대에 Dahlquist에 의해 제안된 이론(Dahlquist' criterion)^[5]이 최초일 것이다. 그 후 점착물성이 역학적 성질, 표면장력 및 상용성의 관점에서 해석되어 왔으나 여전히 점착물성의 해석이나 왜 끈적거리는지에 대해서는 구명되어 있지 않은 것이 현실이다. 그 이유는 점착물성이 결합과정(점착제와 피착체가 접촉하는 과정)과 해결합과정(점착제를 피착체로부터 분리하는 과정)을 동시에 포함하고 있기 때문일 것이다.^[6] 본 장에서는 먼저 기본적인 접착 메커니즘에 대해 설명하고 아울러 일반적인 점착제의 종류와 점착 제품 및 점착 물성 평가방법을 소개한다.

2. 접착의 메커니즘

접착제가 계면에서 접촉하는 과정에서는 유동, 젖음, 집착, 흡수, 경화(특히 화학 반응형 접착제에서는 상분리나 결정화) 등의 현상이 발생하고, 접착제의 파괴과정에서는 잔류 응력, 점탄성적 변형, 응력분포나 접착과괴 강도 등의 현상이 생긴다.^[7] 따라서 이들 과정을 파악하여 접착 기술상의 트러블을 방지하기 위해서는 접착제의 화학구조와 물성과의 관계를 해석하고 여기로부터 얻은 지식을 바탕으로 접착제의 합성법 및 피착체의 표면처리법을 확립시킬 필요가 있다. Saito (齋藤)^[7-a)]는 접착학(Adheology)을 제창하고 다양한 분야에 걸쳐 접착의 연구대상을 그림 1과 같이 집약하였다. 접착과학은 고분자화학, 계면과학 및 역학 등으로 이루어진 집착적 학문으로 여겨진다.

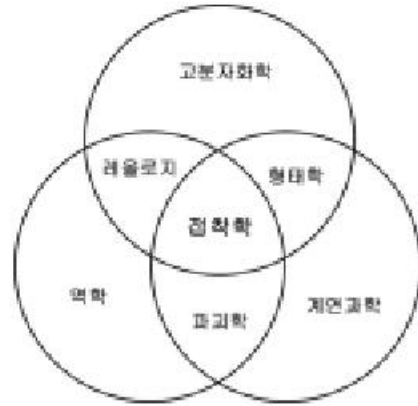


그림 1. 접착과학의 학문 영역.^{7a)}

접착력의 발현기구에 대해서는 다양한 모델이나 이론이 보고되어 있으나, 가장 오래된 믿을 만한 이론으로는 그림 2에 나타나 있는 투묘효과(각지끼는 효과)나 패스너(fastener) 효과^[3]일 것이다. 투묘효과는 접착제가 피착체의 요철부에 침투하여 경화한다는 것으로, 마치 배의 닻이 해저에 박힌 것처럼 작용하기 때문에 앵커(anchor)효과라고도 불리고 있다.

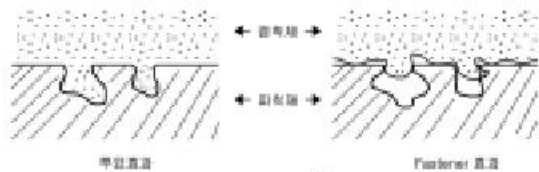


그림 2. 기계적 결합력의 모델.³⁾

패스너 작용에 의한 접착에서는 블록부가 오목부에 탄성적으로 눌러서 깊이 박히게 되면 오목부의 탄성적인 힘으로 인해 블록부가 빠지지 않게 된다.

힘의 종류에 따라 퍼텐셜 곡선의 형상은 서로 다르다. 아주 근접하면 반발한다는 것을 알 수 있다. 그림에서 γ_0 는 가장 안정적인 거리이고, ϕ_0 는 이를 밀쳐내는데 필요한 결합 에너지에 해당된다.

화학결합이나 분자간 힘이 접착의 본질적인 인자라는 의견도 있다. 화학결합은 「원자 또는 이온을 연결하여 분자 또는 결정을 형성시키는 원자간의 결합」으로 정의되며, 공유결합, 이온결합, 금속결합, 배위결합과 수소결합이 있다. 특히 수소원자가 관여하는 수소결합은 접착제와 금속(금속 산화물막)과의 계면에서 발생하는 것으로 알려져 있다. 분자간 힘에는 매우 가까운 거리에 접근했을 때 생기는 반발력(repulsive force)과 매우 먼 거리까지 생기는 인력(van der Waals의 힘)이 있다. van der Waals의 힘은 영구 쌍극자 상호간의 결합(배향효과), 영구 쌍극자-무극성 상호간의 결합(유기효과) 및 무극성 상호간의 결합(분산효과)으로 분류된다. 분자간의 반발력과 인력을 에너지로 표현한 퍼텐셜 곡선(Lennard-Jones곡선)이 그림 3에 나타나 있다.^[8] 분자간

현실의 접착제와 피착제와의 접착에는 기계적 결합, 수소결합과 van der Waals 힘이 상호 보완적으로 작용하고 있는 것으로 생각된다. 또한 그 비율은 접착제의 종류에 따라 달라진다. 접착제가 「왜 접착하는가, 또한 어떻게 접착력이 발현되는가?」에 대해서는 이러한 이론 외에도 예전부터 여러 이론(화산설, 흡착설, 산-염기설, 정전기·전자설, 복합설)이 있었다.^[7-b,8] 지면관계로 여기서는 생략하나 이들 이론에 대한 상세한 자료^[7-b,8]를 읽어볼 수 있게 되길 바란다.

3. 접착제의 종류와 접착제품

3.1. 접착제의 종류

접착제(감압접착제)에 대해 특별히 통일된 정의는 없는 것 같으나 J. Dow는 「접착은 최소압으로 접촉되었을 때의 분리 저항력이고, 접착은

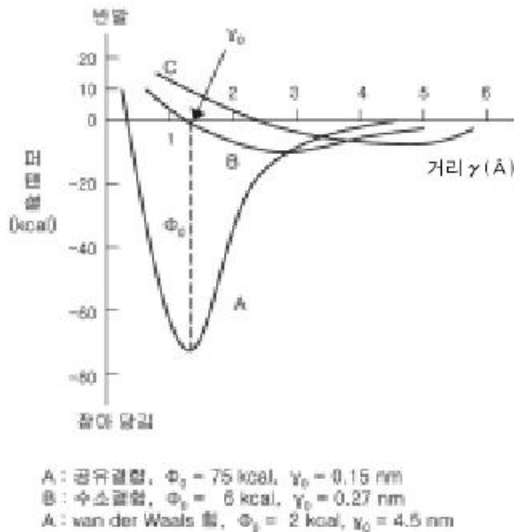


그림 3. 퍼텐셜 곡선.⁹⁾

충분한 접촉을 얻은 후의 저항력이다,라고 정의를 내렸다. 또 F. H. Wetzel은 접착이란 다른 표면에 접촉함과 동시에 측정할 때 얻는 결합력을 형성시키는 물질의 성질이다.라고 정의하였다. 일반적으로 접착제(PSA)는 「용제, 열 등의 작용을 필요로 하지 않고 지압 정도의 매우 약한 압력으로 다른 표면에 접촉할 수 있으며, 다시 떼어낼 경우 피착면을 오염시키지 않고 쉽게 벗겨낼 수 있는 접착제」로 정의되고 있다. 따라서 접착제는 고체상태이면서 저 압력하에서 피착체에 젖어드는 액체의 성질을 함께 가진 "점탄성체"라고 말할 수 있다.

접착제의 베이스 폴리머는 고무계, 아크릴계, 실리콘계와 폴리비닐에테르계로 분류되는데, 이중 고무계와 아크릴계 접착제가 대부분을 차지하고 있다.

고무계 접착제는 천연고무, 폴리이소프렌, SIS 등의 탄성체(elastomer)와 접착부여제(T_g 가 고무성분보다 높고 분자량이 낮은 올리고머)와의 블렌드이다.

베이스 폴리머와 접착부여제 간의 상용성은 접착 물성 제어에 대해 중요한 포인트이다(제 3장에서 고무계 접착제의 상용성과 접착 특성과의 관계를 상술한다).

표 1에 고무계 접착제에 사용되는 원료³⁾와 표 2에 접착부여제의 구조¹⁰⁾를 표시한다. 고무계 접착제 중에서도 탁월한 고무탄력성을 나타내는 천연고무는 자연에서 얻어지는 것으로 싸고 각종

표 1. 고무계 접착제에 사용되는 원료³⁾

분류	원 료 명
고 무	재생고무
접착부여수지	로진계, 쿠마론·인덴계, 테르펜계, 석유계, 스티렌계, 케놀계, 크실렌계
연 화 제	폴리부텐, 폴리이소부틸렌, 폴리이소프렌, 프로세스 오일, 나프텐계 오일
충 전 제	티탄 백, 이연화, 탄산칼슘, 클레이, 활석, 안료, 카본
노화방지제	케놀계, 아민계
가 교 제	티우람(thiuram)계, 케놀계, 이소시아네트계

접착부여제와의 상용성이 양호하여 탁월한 접착성과 응집력을 나타낸다. 이 때문에 다양한 용도로 사용되고 있다. 반면에, 원산지나 고무나무 종류에 따라 품질이 다르고 베이스 폴리머 중에 있는 이중 결합으로 인하여 산화열화가 생기기 쉬워 내후성에 문제가 있다.

아크릴계 접착제의 주요 모노머로는 T_g 가 -50°C 이하의 아크릴산부틸이나 아크릴산2-에틸헤실 사용되고 있다. 접착 물성은 아크릴산이나 초산비닐 등의 공중합, 다른 고분자와의 블렌드나 가교 시스템 등에 의해 제어되고 있다.¹⁰⁻¹³⁾ 표 3¹⁰⁾에는 아크릴계 접착제에 사용되는 모노머를 나타내었다. 또한 각 모노머로부터 중합된 고분자의 T_g 와 기타 특징도 소개하고 있다.

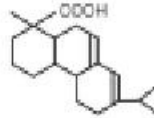
아크릴계 접착제는 고분자 자체가 접착성을 가지고 있어 단독으로 사용되지만 폴리올레핀계의 피착체에 대해서는 접착성이 불충분하기 때문에 고무계 접착제 경우와 같이 접착부여제를 블렌드한다. 또한 고분자 중에 탄소-탄소 이중결합을 포함하지 않기 때문에 고무계에 비해 산화열화에 강해 내후성이 탁월하다.

실리콘계 접착제는 기본 골격에 실록산을 함유하고 있어서 내열성, 내한성, 내후성, 내수성 외에도 전기특성이나 내약품성이 탁월하여, 내열라벨, 내열 마스크테이프, 스플라이싱 테이프, 방식 테이프 및 내화전선 피복용 테이프 등과 같은 특수용도로 사용되고 있다.¹⁴⁾ 또한 표면자유 에너지가 작은 피착체에 대해서도 양호한 접착성을 나타내는 것도 특징이다. 실리콘계 접착제는 실리콘 고무(elastomer)와 실리콘 수지(접착부여제)로 구성되며 접착특성은 고무계 접착제와 같이 배합비에 의해 제어된다.

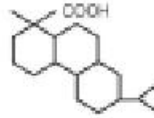
접착제로 사용되고 있는 폴리비닐에테르는 폴

표 2 점착부여수지의 구조¹⁰⁾

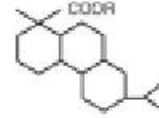
1. 로진계



로진

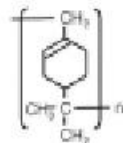


수황로진

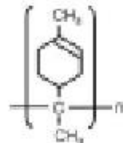


수황로진에스테르

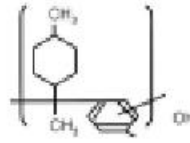
2. 테르펜계



β-피넨수지



α-피넨수지



테르펜-페놀수지

3. 석유수지 (C₉-C₁₄)

방향족 C₉



인덴



스티렌



메틸인덴

HO-CH₂



α-메틸스티렌

의 공중합체

4. 석유수지 (C₃계)



이소프렌



사이클로펜타디엔

O=C-C=C-C

1,3-펜타디엔

C=C-C=C-C

1-펜타디엔

의 공중합체

C=C-C=C-C

2-펜텐



디사이클로펜타디엔

C=C-C=C-C

주체의 수지

1,3-펜타디엔

의 공중합체

5. 석유수지 (DCPD)



디사이클로펜타디엔 주체



이소프렌

O=C-C=C-C

1,3-펜타디엔

의 공중합체

리비닐에틸에테르, 폴리비닐부틸에테르 및 폴리비닐이소부틸에테르이다. 이들의 점착 특성은 분자량을 조절하여 이루어지며, 저분자량 성분과 고분자량 성분의 블랜드 비율에 따라 제어된다.

점착제 도포 방법에 따라 점착제를 분류하면, 과거에는 용액형(유기용제계)이 주를 이루었으나 유기용제가 환경에 좋지 않은 영향을 미치기 때문에 핫멜트형이나 수계 에멀션형이 다시 관심을

받기 일으키고 있다. 또한 최근에는 자외선(UV)을 이용한 반응형 점착제에 대한 연구도 진행되고 있다. UV 반응형은 작업성, 비용, 성능 유지 등에 대한 과제가 남아 있기는 하나 이들이 해결되면 앞으로 용제형의 비율은 낮아질 것으로 예상된다.

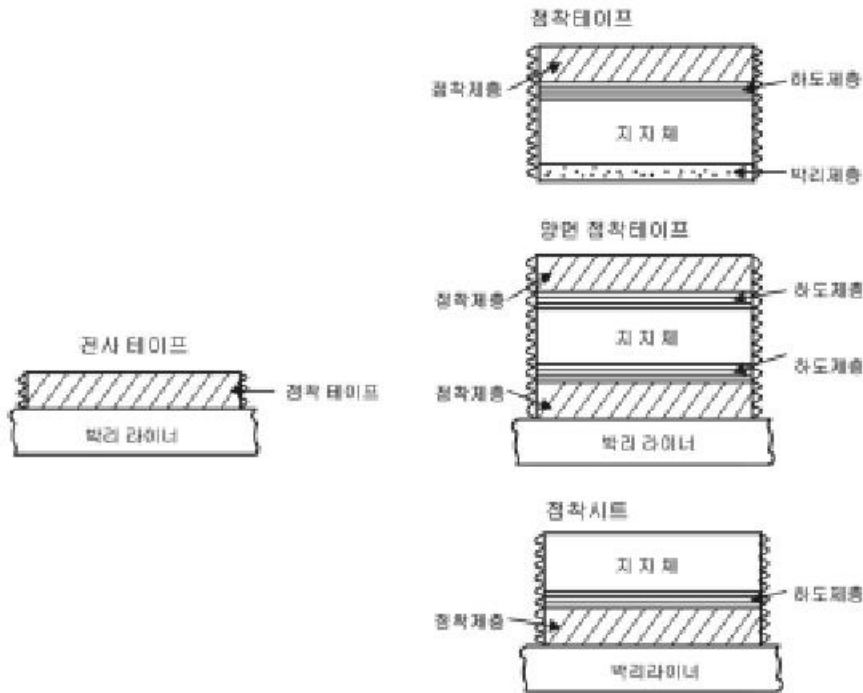
한편, 점착제의 기능과 점착제의 기능을 다 가지고 있는 점·점착제라는 것이 있다. 점·점착

표 3. 아크릴계 점착제에 사용되는 모노머¹⁰⁾

	단량체	T _g	특징
주 모 노 머	에틸아크릴레이트(EA) CH ₂ =CHCOOC ₂ H ₅	-22℃	냄새가 강함
	부틸아크릴레이트(BA) CH ₂ =CHCOOC ₄ H ₉	-55℃	택이 큼
	2·에틸헥실아크릴레이트(2·EHA) CH ₂ =CHCOOCH ₂ CHC ₄ H ₉ C ₂ H ₅	-70℃	택이 큼
코 모 노 머	초산비닐(VAc) CH ₂ =CHOCOCH ₃	32℃	값이 싸, 응집력
	아크릴니트릴(AN) CH ₂ =CHCN	97℃	응집력, 독성 있음
	아크릴아미드(AM) CH ₂ =CH·CONH ₂	165℃	응집력
	스티렌(St) CH ₂ =CHC ₆ H ₅	80℃	응집력
	메틸메타크릴레이트(MMA) CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₃	105℃	응집력,택 제어
	메틸아크릴레이트(MA) CH ₂ =CHCOOCH ₃	8℃	친수성
관 능 기 함 유 모 노 머	메타크릴산(MAA) CH ₂ =CHCOOCH ₃	228℃	접착력
	아크릴산(AA) CH ₂ =CHCOOCH ₃	106℃	접착력
	이타콘산(IA) CH ₂ =C-COOH CH ₂ =COOH		가교화기점
	하이드록시에틸메타크릴레이트(HEMA) CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₂ CH ₂ OH	55.86℃	가교화기점
	하이드록시프로필메타크릴레이트(HPMA) CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₂ CH(OH)CH ₃	76℃	NCO반응 늦음
	디메틸아미노에틸메타크릴레이트(DM) CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₂ -CH ₂ -N(CH ₃) ₂	13℃	유화제로 불필요 한 에멀션 생김 가교화기점
	아크릴아미드(AM) CH ₂ =CHCONH ₂	165℃	응집력
	메티롤아크릴아미드(N-MAN) CH ₂ =CHCONHCH ₂ OH		자기가교성
	글리시딜메타크릴레이트(GMA) CH ₂ =C(CH ₃)COOCH ₂ -CH-CH ₂ O		가교화기점
	무수말레인산 CH=CH O=C C=O O		밀착성, 가교화기점

제란 점착 작업시에는 가정지상태이기 때문에 점착제이지만 그후 일련의 경화 과정을 거치면서 점착상태로 된다. 즉, 점·점착제는 피착제에 도포할 때는 액상이지만 도포가 끝난 후에는 고체가 되는 것이다. 넓은 의미로 보면 모든 점착제가 점·점착제에 포함될 수 있다. Fukuzawa(福澤)는 점·점착제를 a) 점착과정에서는 점착제로서의 성질을 가지고 파괴과정에서는 점착제에 가까운 매우 강력한 힘을 얻을 수 있는 것, b) 점착과정

에서의 점점착제의 점도는 10⁵ mPa·s 이상일 것, c) 피착제에 지압정도의 압력을 가하여 접촉시킬 때 순간적으로 부착하는 것, d) 접촉 후 어떠한 수단(열, 빛, 물, 공기, 용제, 적외선, 전자선, 기타)에 의해 물질 그 자체의 상태를 변화시켜 응집강도를 올림으로써 파괴저항을 증가시키는 것이라고 정의하고 있다. 표 4에 각종 점점착제의 종류와 특징이 나타나 있다.^[3] 점·점착제는 점착제와 점착제의 장점을 함께 가진 이상적



* 하도제층과 박리제층은 생략하는 경우도 있다.

그림 4. 점착제품의 구조.³⁾

표 4. 각종 점착제의 특징³⁾

점착제의 종류	장 점	단 점
상온 반응형	<ul style="list-style-type: none"> · 점착작업에 특별한 장비가 필요 없음 · 반응에 에너지를 필요로 하지 않음 	<ul style="list-style-type: none"> · 이용 가능한 반응기구가 한정되어 있어 점착성의 폭이 좁음 · 일반적으로 반응 속도 느림 · 장기적인 제품수명을 얻기 위해서는 일반적으로 특별한 포장이 요구됨.
열, UV, EB형	<ul style="list-style-type: none"> · 여러 가지 반응 기구를 이용할 수 있어 폭넓은 점착성능 얻을 수 있음 · 반응속도 조절이 비교적 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 열압기, UV조사장치 등의 설비가 필요 · 피착체의 내열성, 광투과성 등의 제한을 받기 쉬움
용액 병용형	<ul style="list-style-type: none"> · 이용 가능한 반응기구가 비교적 많음 · 제품수명과 반응속도 조절 용이 	<ul style="list-style-type: none"> · 용액 도포량의 불균형에 의해 점착성 불안정 · 적은 양이지만 휘발물질 사용

인 접합·결합 형태라고 말할 수 있으며, 그 용도 개발이 진행되고 있어 매우 흥미 있는 일이라고 할 수 있다.

3.2. 점착 제품

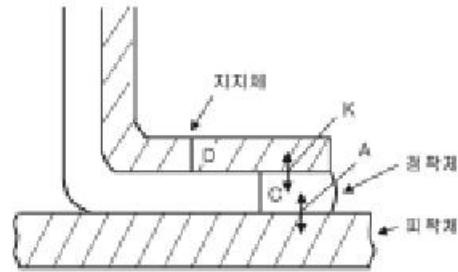
앞에서 언급한 바와 같이 점착 제품은 점착제

를 각종 필름기재에 도포한 일종의 복합재료라 할 수 있다. 점착 제품을 구조별로 대별하면 점착 테이프, 양면 점착 테이프, 점착 시트 및 전사 테이프의 4종류가 된다(그림 4).³⁾

점착 제품의 주요 구성요소는 점착제와 지지체(기재)이다. 박리 라이너로서 표면 자유에너지가 작은 실리콘계 고분자, 불소 고분자 및 긴 사슬의

알킬기 측쇄를 가지고 있는 고분자를 단면 혹은 양면에 도공(塗工)한 종이나 필름이 사용되고 있다. 하도제는 점착제와 지지체의 밀착성을 향상시키기 위하여 사용되는데, 경우에 따라서는 하도제를 사용하지 않는 제품 구성도 있다.

가장 일반적인 점착 테이프는 셀로판(스카치™)테이프나 반창고 테이프이다. 그리고 양면 테이프나 전자 테이프는 점착제로서의 그 자체 기능을 가지고 있다. 점착 제품이 피착체에 접착되었다가 다시 벗겨질 때는 쉽게 벗겨져야 한다. 이를 위해서 제품의 구성요소 각 층간에 작용하는 힘은 그림 5와 같이 되어야 한다. 즉 점착제-피



물체표면에 대한 부착력(A) < 점착제의 응집력(C) < 지지체에 대한 경착력(B) < 지지체의 응집력(D)

그림 5. 점착제품의 각 층간에 작용하는 힘.³⁾

표 5. 점착제품의 기능과 응용분야¹⁴⁾

	자동차	전자·전기기구	토목·건축	의료·위생	포장·물류	생활·분구
표시·식별	· 표시라벨 · 명판	· 표시라벨 · 명판 · 와이어마커라벨	· 명판 · 배관식별테이프 · 안내테이프 · 도로표식		· 표시라벨 · 점 표찰(tag) · 가격표시라벨 · 배송신명라벨 · 리사이클라벨 · 인몰드라벨	· 표시라벨 · 인덱스라벨 · 수신처라벨 · 태그(tag)메모
장식	· 마킹필름 · 액센트테이프		· 점착벽지 · 마킹필름		· 스티커	· 스티커 · 점착벽지 · 마킹필름
보호	· 차광테이프 · 카드필름	· 프로젝트시트 · 방독테이프	· 표면보호시트 · 표면보호테이프	· 서지칼드레싱	· 오버라미필름 · 식품신선도유지라벨	· 석재보호시트
피복 마스킹	· 도장마스킹테이프	· 내열마스킹테이프	· 도장양생테이프 · 양생시트고정테이프 · 방식테이프	· 서지칼드레이프	· 수정테이프	· 수정테프
융합 실(seal)	· EPDM양면테이프 · 우레탄양면테이프 · 부티랄테이프	· 포장용 점착테이프	· 덕트테이프 · 방수테이프 · 음막이테이프 · 부틸테이프	· 지혈용밴	· 크라프트테이프 · 기계테이프 · 천테이프 · 셀로판테이프	· 셀로판테이프 · 크라프트 테이프 · 기계테이프 · 융합테이프
집합·고정 결속	· 양면점착테이프 · 구조용집합 양면점착테이프 · 점접착형 집합테이프	· 양면점착테이프 · 결속테이프 · 방진매트 · 점접착형집합 테이프 · 구조용집합양면 점착테이프	· 양면점착테이프 · 구조용집합양면 점착테이프 · 점접착형집합 테이프 · 카세트테이프 · 바닥재고정용 점착테이프	· 구급반창고 · 반창고 · 점착매트 · 점착포대 · 삼전도고정용 마운트 · 기저기용테이프 · 생리대용테이프	· 아채결속테이프 · 양면점착테이프 · 스프라이싱 테이프	· 양면점착테이프 · 테이프 풀 · 바퀴벌레 끈끈이 · 점착물러
정보·전달	· 바코드라벨 · 관리라벨 · 기라벨	· 바코드라벨 · 내열바코드라벨 · 관리라벨 · 기라벨	· 바코드라벨 · 관리라벨 · 기라벨	· 바코드라벨 · 관리라벨 · 기라벨 · 맥 메모	· 바코드라벨 · 관리라벨 · 맥 라벨	· 시크릿 라벨 · 친견원서 · 배달기록용 유사라벨 · 설탕 맥
방재·안전	· 비산방지필름 · 차광필름		· 비산방지필름 · 차광필름 · 미끄럼방지 필름		· 시큐리티라벨 · 위조방지라벨 · 수정방지라벨	· 비산방지 필름 · 차광필름
특수기능	· 전기절연테이프 · 부틸제진시트 · 차음테이프	· 전기절연테프 · 제진발포체시트 · 부풍발송용테이프 · 다이싱테이프 · 금속호인도전테이프 · 투명도전시트 · 편광판 · 방열필름	· 전기절연테이프 · 장판미끄럼방지	· 반창고 · 경피흡수제제 · 플라스틱 · 스포츠용테이프 · 미용용테이프		

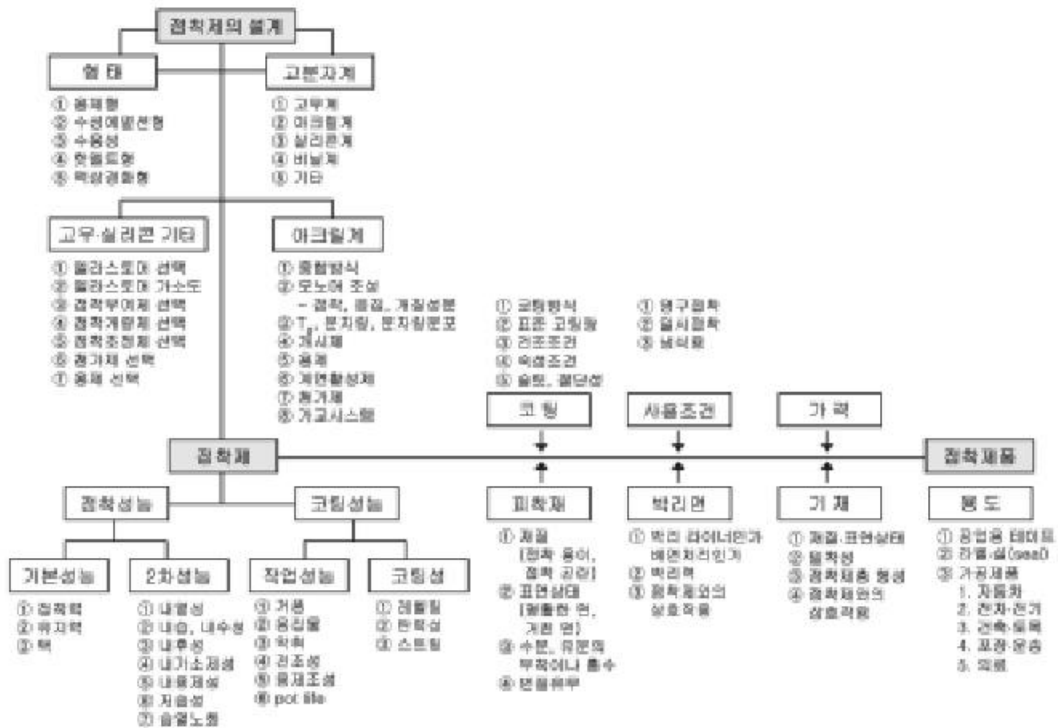


그림 6. 점착제의 설계요인도.¹⁴⁾

착제 간의 계면강도 < 점착제 층의 응집력 > 지지체-점착제 간의 계면강도 < 지지체층의 응집력의 순이다.

일본의 점착 테이프·시트의 1998년도 출하수량은 1,141.5백만 m²에 달하고 있다.¹⁵⁾ 최근 10년간의 세계적인 불황과 금융문제로 인한 일본 경제의 악화로 점착 제품의 출하수량도 약간 저하되고 있다고 한다. 이는 점착 제품이 산업자재로 인식되고 있다는 것을 의미한다. 표 5는 오늘날의 점착 제품을 기능과 응용분야의 관점에서 정리하여 만든 것이다.¹⁵⁾ 그 응용분야는 현대의 기반산업인 자동차, 전자·전기로부터 일반가정의 의료·위생, 생활문구에 이르기까지 다양하다. 또한 점착제품이 점착제와 필름 기재와의 복합재료라는 것을 이용하여 표시·식별, 장식, 보호, 피복 등의 기능을 점착제 고유의 점착성과 필름기재의 특성으로 발휘하고 있다는 것을 잘 알 수 있다. Chibada(地畑)¹⁴⁾는 점착제와 점착 제품과의 관계를 설계 및 개발의 양면에서 체계화하였다(그림 6). 「시장의 요구를 충족시키는 점착 제품에 필요한 점착제는 어떠한가?」에 초점을 맞추어 점착제품의 용도, 형상, 기재,

피착제, 사용 상황 등을 항목별로 분석하고 갖추어야 할 성능을 부여하여 최적의 점착제를 설계하는 흐름을 표시한 것이다. 또한 점착제나 그 관련 기술을 중심으로 하여 점착 제품이 개발되는 흐름이라고 할 수 있다. 현재 이와 같은 체계를 통하여 최신 점착제와 점착제품이 개발되고 있다고 하겠다.

참 고 문 헌

1. 本山卓彦, “おもしろい接着剤のはなし”, 日刊工業新聞社(1989).
2. 加納義久, 日本接着學會誌, 30, 329 (1994).
3. 高機能接着剤・粘着剤, 高分子學會編, 共立出版(1989).
4. 加納義久, 秋山三郎, 高分子加工, 41, 146 (1992).
5. C. A. Dahlquist, “Adhesion : Fundamentals and Practice”, Maclaren, London (1996).
6. 秋山三郎, 加納義久, 上藤史子, 日本接着學會誌, 32, 144 (1996).
7. a) 霽藤隆則, 日本接着學會誌, 20, 389 (1984) ;

- b) 畑敏雄, 霧藤隆則, 接着 핸드ブック, 第 3 版, 日本接着學會編, 日刊工業新聞社, pp. 3~28 (1996).
8. 井本立也, 接着のはなし, 日刊工業新聞社 (1984).
9. 秋山三郎, 井上 隆, 西 敏夫, "ポリマープレンド", CMC (1981).
10. 福澤敬司, "粘着技術", 高分子刊行會 (1978).
11. M. A. Kreneski, J. F. Johnson, and S. C. Temin, *Macromol. Chem. Phys.*, **C26**, 143 (1986).
12. D. Satas, "Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology", 2nd ed., Van Nostrand Reinhold, NewYork (1989).
13. 遠山三夫, "減壓接着劑(粘着劑)", 高分子刊行會 (1991).
14. 地畑健吉, 表面處理ハンドブック, 接着・塗料から電子材料まで, 水町浩, 鳥羽山滿 監修, NTS, pp. 28~36 (2000).
15. 粘着テープ・シート類出荷量 実績推移, 日本粘着テープ工業會 (1999).