

접착제와 점착제의 특성

이 자료는 한국포장학회 세미나에서 동경대학 농학부 임산학과 고분자재료화학강좌를 맡고 있는 水町浩 교수가 발표한 논문으로 이 분야에 대한 자료가 미미한 국내업체에 도움을 주고자 게재합니다.
- 편집자주 -

1. 서론

접착제는 우리 생활 깊숙이 침투해 있다. 우리 주변에는 여러 소재를 접착제로 접합한 복합 재료들이 대부분이고 이들을 조합하여 만들어지는 다양한 제품들의 제조에서부터 소비에 이르기까지 여러 단계에서 접착제나 점착제가 복잡하게 관여하고 있다.

어떤 종류의 일렉트로닉스 디바이스는 만일 접착제나 점착 기술이 없었다면 이 세상에 존재할 수도 없고, 또 어떤 종류의 건축 재료 중에서는 접착 부분의 강도적 성능이 재료 그 자체의 존재 가부를 지배할 정도로 중요한 역할을 수행하고 있다.

그 중에는 제품이 제조되기까지의 중간 과정 또는 도장되는 과정, 혹은 수송되는 과정에서만 편리하게 사용되고 우리가 그 제품을 손에 넣는 단계에서는 이미 폐기되어 제품을 보는 것만으로는 접착제와 점착제가 사용되었음을 알 수 없는 것도 있다. 현재 접착제나 점착제는 모든 산업 분야에서 없어서는 안되는 요소가 됐다.

접착제나 점착제의 실용적인 성능은 그 응용 분야에 따라 미세하게 달

라지므로 이것을 컨트롤하는 것이 그 분야의 과학자나 기술자의 역할이다.

또 최근에는 점착이라는 기능뿐만 아니라 기타 성능을 함께 가진 기능성 점착제나 기능성 점착제도 적극적으로 개발되고 있다.

무엇인가 하나의 특징을 가진 재료가 개발되면 그것에 의해 새로운 응용 분야가 개척되고 그것이 더욱 새로운 재료의 개발을 자극하게 된다.

이같은 재료 개발 사이클 중에서 접착제나 점착제가 수행해야 할 역할은 점점 중요해지고 있다.

2. 접착제와 점착제

물체와 물체를 접합하기 위한 제3의 물질을 접착제라고 부르고 이는 접착제와 점착제의 의미를 모두 포함하게 된다.

산업계에서 양자는 '공업회'가 별도 조직이거나 여러 통계가 따로따로 정리되어 있는 점에서도 알 수 있듯이 마치 별개인 것처럼 취급된다.

자세히 보면 양자 사이에는 확실히 어느 정도의 차이가 존재한다고 말할 수 있다.

우선 접착제는 그것을 도포하고

접합이 끝난 단계에서 굳어지지만, 점착제는 굳는 일은 없다.

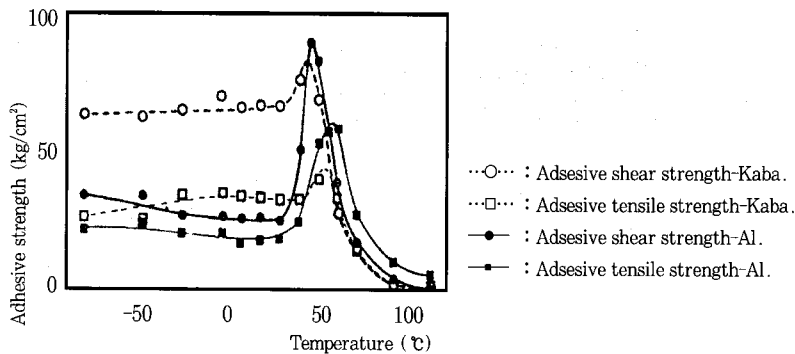
점착 제품은 생산되어 사용되다가 최종적으로 폐기될 때까지 끈적끈적하고 유연한 상태가 계속된다.

또 액체(용액형 점착제, 에멀션 점착제) 또는 고체(고온 용융 점착제)로서 사용자에게 공급되거나 점착제는 필름 모양의 지지체 위에 얇게 도포된 점착 제품의 형태로 공급된다. 보통 점착제 그 자체가 액체나 고체 상태로 시판되는 일은 없다.

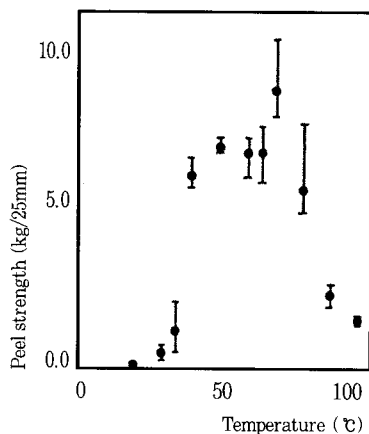
점착제로서는 열경화성 수지 점착제, 페놀계 등의 열경화성 수지 점착제, 초산비닐계, 고무계 등의 용제형 점착제, 초산비닐계, 아크릴계 등의 수성형 점착제, EVA계 등의 고온 용융 점착제, 에폭시계, 우레탄계 등의 반응성 점착제 등이 있다.

양적으로는 열경화성 수지 점착제가 가장 많이 생산되고 있으나 금액 면에서는 수성형 점착제의 생산고가 가장 많고 반응형 점착제가 그 다음을 잇는다.

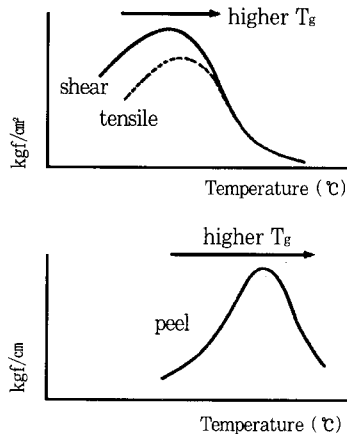
점착제가 사용되는 분야는 양적으로는 합판을 비롯한 목질 재료, 그와 관련된 가구, 건축 등이 압도적으로 많고 자동차, 포장, 섬유 관계



[그림 1] 폴리 초산비닐의 전단 접착 강도와 인장 접착강도의 의존성 피착재 : A1 및 목재



[그림 2] 폴리 초산비닐의 박리 강도 온도 의존성 피착재 : A1



[그림 3] 각종 접착 강도의 온도 의존성 (속도 일정) 모식도

등이 그 다음으로 되어 있다.

접착제 신문에 의하면 접착제의 총 규모(1990년도)는 약 2,500억엔이다.

한편 접착 제품으로 가장 많은 것은 접착 테이프이다.

이것은 포장용, 사무용, 일렉트로닉스용, 차량용, 건축용 등 그 종류도 다양하다.

다음으로 많은 것은 접착 레이블이나 데카르류이고 기타 의료용 접착 제품이 점점 개발되어 가고 있다. 1990년도 접착 제품의 공업 규모는 4,500억엔이다.

접착제로서 사용되고 있는 폴리머의 양은 접착제의 약 10% 정도이나 접착 제품은 접착제의 2배가 약간 못되는 규모의 산업이다.

접착제에는 고무계, 고온 용융계, 아크릴계, 실리콘계 등의 종류가 있다.

고무계 중에는 천연고무나 합성고무도 포함되며 이중 천연고무가 압도적으로 많다.

고무만으로는 접착의 역할을 할 수 없으므로 여기에 태키파이어(Tackifier)를 혼합한다.

고무계 접착제를 제조하는 데에

는 용제를 사용해야 하는 것이 특징이다.

고온 용융계에는 SIS, SBS(스티렌이소 스티렌계 혹은 스티렌 부타디엔 스티렌계의 블록 공중합체), SIS를 수첨(水添)한 SEBS 등이 있고 여기에도 태키파이어가 배합되며 용제는 사용하지 않는다.

아크릴계는 각종 아크릴레이트나 메타크릴레이트를 섞은 코폴리머이고 그 종류는 많다. 용제형도 있고 에멀전형도 있지만 에멀전형의 비율이 많다. 여기에도 태키파이어를 배합하는 것이 있다.

실리콘계는 실리콘 고무와 실리콘 레진을 혼합하나 이는 표면장력이 낮기 때문에 테프론, 폴리이미드, 실리콘 고무와 같은 난(難)접착성 재료에 접착하기가 쉽고 내열성, 내약품성, 내후성 등이 뛰어난 점이 특징이다.

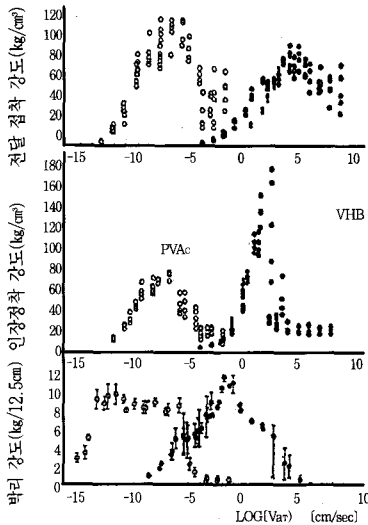
그런데 접착제나 접착제의 분야와 도료·도장 분야는 많은 공통점을 갖고 있다. 양쪽 분야에서 같은 폴리머가 사용되고 있으며 도료 실용 특성 가운데 특히 중요한 '부착력'은 접착 강도와 본질적으로 같다.

또 접착 제품의 하나인 데카르는 '바르는 도료에서 붙이는 도료'라는 캐치 프레이즈를 내걸고 판매되었다. 양적으로는 비교도 안될지 모르나 그 응용 분야는 도료와 중복된다.

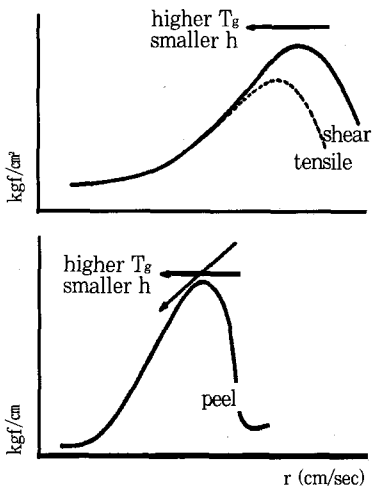
본 고에서는 접착제와 접착제 각각에 대해 기본적인 실용 특성을 들어가며 그것들의 레올로지 특징을 개설하고자 한다.

3. 접착 특성

접착 강도는 접착제를 파괴하였을



(그림 4) 전단 접착 강도, 인장 접착강도 및 박리 강도의 마스터 커브(25°C)



(그림 5) 각종 접착 강도의 속도 의존성 (온도 일정) 모식도

때 그 역학적 강도로서 정의된다.

접착제에 대한 파괴에서는 일반적으로 그 파괴 형태가 매우 복잡하여 접착 강도로서 측정되는 수치의 물리적 의미가 반드시 명확한 것은 아니다.

그럼에도 불구하고 접착 강도는 실용상 중요한 의미를 갖고 있어 그

수치를 어떤 변수에 의해 제어할 수 있는가 하는 것을 이론적 또는 경험적으로 밝히는 것은 접착 과학에 있어서 중심적 과제의 하나이다.

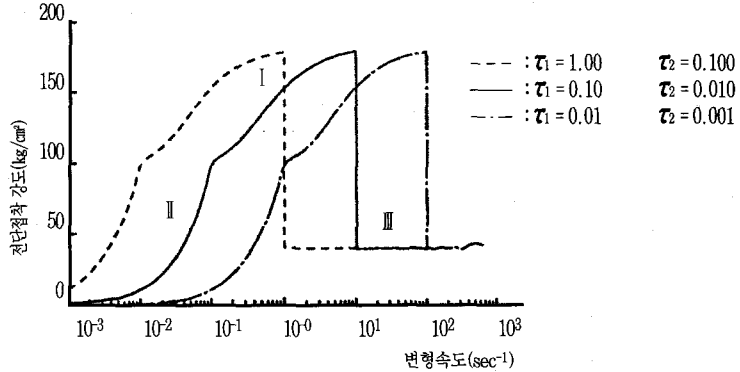
세상에서 가장 많이 실시되고 있는 접착 시험은 전단 시험, 인장 시험 및 박리 시험이다.

전단 시험에서는 접착면에 외력을 평행으로 가하여 접착계가 파괴된 순간의 힘을 접착 면적으로 나누는데 이것을 전단 접착 강도라고 한다.

인장 시험에서는 접착면에 힘을 수직으로 가하여 파괴시의 힘을 접착 면적으로 나누어 이것을 인장 접착 강도라고 한다.

또 박리 시험에서는 피착재의 한 쪽 혹은 양쪽을 크게 만곡시키고 이것을 떼어 갈 때의 힘을 피착재의 폭으로 나누고 이것을 박리 강도라고 한다.

같은 접착제/피착재의 조합에 대해 이들 접착시험을 실시한 경우 시험 방법이 달라지면 얻어지는 접착 강도의 특징이 달라지는 것이 통례이므로 각각의 접착 강도에 대해 그 온도 의존성, 속도 의존성 혹은 화학적·물리화학적 변수에 대한 의존



(그림 6) 전 모델에 의거하는 전단 접착 강도의 속도 의존성(이론 곡선)
파라미터의 값은 $G_1=G_2=10^{10}$ dyne/cm², $\epsilon_{11c}=0.009$,
 $\epsilon_{12c}=0.012$, $W_c=4 \times 10^4$ erg/cm², $(d\epsilon/dt)\tau_1=\delta=1$

성을 확실히 해둘 필요가 있다.

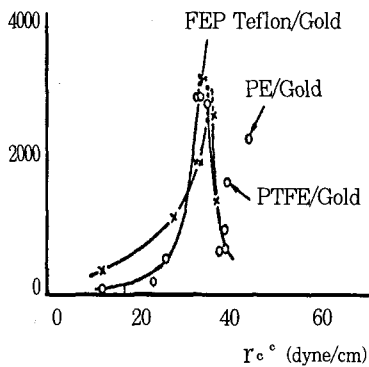
3-1. 접착 강도의 온도 의존성

전형적인 접착제인 초산 비닐을 예로 들어 설명한다. 속도(크로스 헤드 스피드)를 일정하게 하고 여러 온도에서 접착 강도를 측정하면 [그림 1,2]와 같은 결과를 얻을 수 있다.

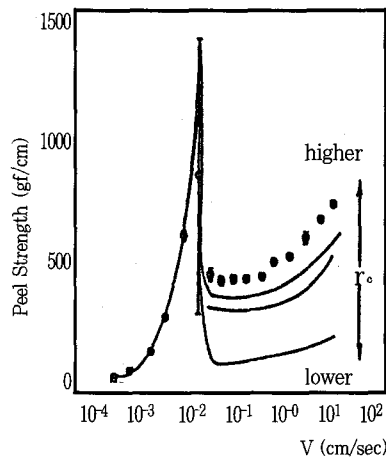
접착 강도는 어느 것이나 접착제 Tg 부근의 온도에서 극대가 된다. 그것보다 고온에서는 접착제 층에서 응집 파괴가 일어나고 저온에서는 계면 파괴가 일어나는 경향이 있다.

접착제가 유리 상태일 때는 일반적으로 접착 강도는 낮아진다. 단 목재와 같이 다공질 재료를 접착한 경우에는 투묘효과 때문에 전단 접착 강도가 금속과 같이 평활한 피착재에 비해 어느 정도 높은 값이 된다.

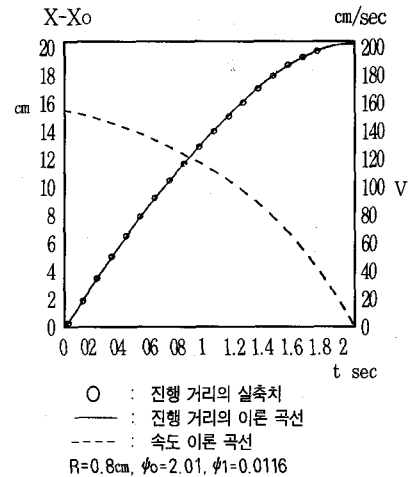
또 자세히 보면 접착 강도의 종류에 따라 그것이 극대가 되는 조건이 달라져 있다. 즉 전단 접착 강도가 가장 저온이고 인장 접착 강도는 그것보다 약간 고온이다. 그리고 박리 강도는 가장 고온에서 극대가 된다. [그림 3]에서는 이들의 특징을 도식적으로 나타낸다.



(그림 7) 다양한 고체의 r_c 와 전단 접착 강도 접착제는 에너지 수지전단 접착 강도



(그림 8) 아크릴계 접착제의 박리 강도 P의 속도 의존성



(그림 9) 시판 포장용 형견 테이프상의 강구 롤링

이 상대적인 관계는 모든 접착제에 공통되어 있어 접착제 Tg가 높아지면 이들 곡선 모두가 고온측으로 이동하는 형이 된다. 따라서 하나의 접착제에 대해 말하면 전단 접착 강도가 커지는 조건에서는 박리 강도가 낮고 반대로 박리 강도가 클 때에는 전단 접착 강도가 낮아진다.

이것은 일정한 조건에서 여러가지 접착제를 비교하면 전단 접착 강도가 큰 접착제는 박리에 약하고 박리 강도가 큰 접착제는 전단에 약한 딜레마가 존재함을 의미한다.

구조용 접착제 분야에서는 이같은 딜레마를 극복하는 것이 중대한 과제로 되어 있어 유리상(狀) 고분자와 고무상(狀) 고분자를 교묘하게 조합한 폴리머 엘로이형 접착제가 개발되었다.

3-2. 접착강도의 속도 의존성

접착 강도를 온도 및 속도의 함수로서 측정하면 얻어진 데이터에 속도-온도 환산율을 적용할 수 있다.

레올로지적으로 고온은 저속에 또 저온은 고속에 각각 대응한다. (그림 4)에서는 알루미늄/폴리 초산비닐/알루미늄계의 전단 접착 강도, 인장 접착 강도 및 박리 강도의 마스터 커브를 나타낸다.

비교하기 위해 폴리 초산비닐보다도 Tg가 낮은 아크릴계 접착제를 사용한 3층 구조의 접합재(상품명: VHB)에 관해 마찬가지로의 마스터 커브도 나타낸다. 접착 강도는 각각 어느 정도에서 극대가 된다.

그것보다 저속 영역에서는 접착제 층의 응집파괴가 일어나고 고속 영역에서는 계면 파괴를 볼 수 있다. 극대가 나타나는 속도는 전단 접착 강도일 경우에 가장 높고 인장 접착 강도에 대해서는 그것보다 약간 낮다.

박리 강도는 그것보다 몇 자리수나 저속인 곳에서 극대가 된다. 또 전단 접착 강도쪽이 인장 접착 강도보다도 피크의 절대치가 일반적으로 크다(VHB는 유일한 예외이다).

당연한 말이지만 여기서도 전단

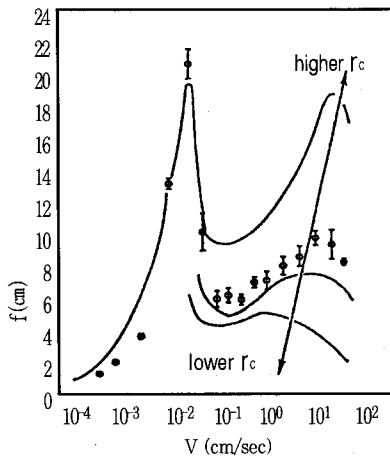
접착 강도가 커지는 조건에서는 박리 강도가 낮고 반대로 박리 강도가 커지는 조건에서는 전단 접착 강도가 낮아져 있다.

(그림 5)는 3종류 접착 강도에 대한 마스터 커브의 상대적인 관계를 나타낸다. 이같은 마스터 커브는 온도가 오르거나 접착제의 두께가 증가하면 고속측으로 이동한다(단, 박리 강도에 대해서는 접착제의 두께가 증가하면 곡선이 고속측으로 이동할 뿐만 아니라 피크의 높이도 증가한다).

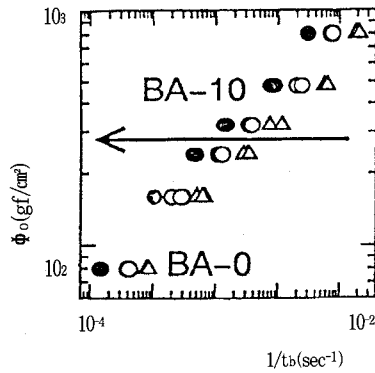
이 특징은 선상(線狀) 고분자와 가볍게 가교된 고분자로 이루어진 접착제에서 공통적으로 볼 수 있다.

또 이들 특징을 단순한 역학 모델에 의거하여 이론적으로 설명하는 시도도 있다.

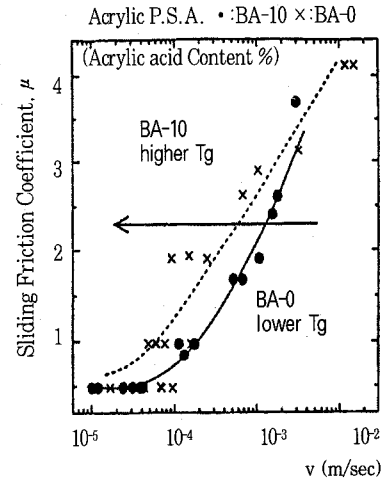
일례를 나타내면 태야(泰野), 수정(水町) 일행은 현상을 단순화한 발 모델 이론에 의거하여 접착 강도를 계산하여 앞에 적은 특징을 재현하는 것을 시도하였다.



[그림 10] 아크릴계 접착제의 구름
마찰계수 f 의 속도 의존성



[그림 11] 아크릴계 접착제의 ϕ_0 vs. $\log 1/t_b$



[그림 12] 아크릴계 접착제의 μ vs. $\log v$

발(髮) 이론에서는 접착제의 응력-변형 관계를 병렬 맥스웰 요소로 표현한다.

한쪽의 맥스웰 요소(요소 1)를 재료 내부의 약점이라고 생각한다. 재료는 약점 부분에서 파괴를 개시하고 그것이 전체적으로 전파되어 재료의 최종적인 파괴에 이른다. 약점 파괴는 그 부분의 스프링 변형 ϵ_{11} 이 한계치 ϵ_{11c} 에 달하거나(failure criterion II: $\epsilon_{12} = \epsilon_{12c}$) 그 어느 것인가가 성립되었을 때 접착제의 응집 파괴가 일어난다.

또 두 개의 스프링 부분에 축적되는 에너지 W 가 한계치 WC 에 달할(failure criterion III: $W = WC$) 때에는 계면 파괴가 일어난다. 태야(泰野), 수정(水町)은 여기서 응집 파괴에서 계면 파괴로 불연속적인 이동에 관련하는 제4의 표준으로서 ($d\epsilon$ jump/dt) $\cdot \tau t = \text{constant}$ 를 가정하고 접착 강도를 계산하였다. 수식의 자세한 내용은 문헌을 참고하고 여기서는 이론 곡선의 예를 [그림 6]에 나타낸다.

이같은 수치 계산에서 전단 접착 강도, 인장 접착 강도, 그리고 박리 강도는 각각 어느 정도에서 극대를 갖는 곡선으로 표시되고 극대보다 저속측에서는 접착제의 응집 파괴가 또 고속측에서는 계면 파괴가 일어나는 점, 그리고 접착제의 역학적 완화 시간이 길어지면 길어질수록(하나의 접착제에 대해 말하면 접착 시험 온도가 낮아질수록 또 시험 온도를 일정하게 하고 많은 접착제의 접착 강도를 비교할 경우에는 접착제의 유리전이 온도가 높아질수록) 곡선의 극대는 저속 영역에서 나타난다.

반대로 완화 시간이 짧아지면 짧아질수록 그것은 고속 영역에서 나타나는 등 얼마간의 실험 사실을 합리적으로 재현할 수 있으나 전단 접착 강도와 인장 접착 강도와와의 상대적인 크기가 실험 사실과 일치하지 않아 이 상태에서는 정성적(定性的)인 이론에 머물러 있다.

이것은 현상을 지나치게 단순화하였기 때문이나 이런 종류의 이론을 수정하기 보다는 파괴 역학을 포함한 다

각적인 이론적 접근이 필요하다.

우리는 어떤 조건에서 어떤 레벨의 접착 특성이 요구되고 있는가 하는 것을 정량적으로 파악한 다음 거기에 가장 적합한 접착제를 사용하여 한 다. 그러나 현실적으로는 어떤 류의 시행착오가 많이 이루어질 것이다.

3-3. 접착강도와 계면 화학적 특성

접착제를 사용하여 고체를 접착할 경우에는 우선 처음에 접착제가 액체 상태에서 고체를 적시는 것이 중요하다. 젖음 정도가 재료의 계면 화학적 특성에 지배됨은 두말할 필요도 없다.

젖음 문제는 열역학적으로 엄밀하게 기술할 수 있고 총설도 많다. 접착 시험은 보통 접착제가 고화된 다음 실시하게 된다.

이 접착 파괴 과정에서는 측정 조건에 따라 다양한 파괴 형태가 나타나 복잡하여 일반적으로 고온·저속 영역에서는 응집 파괴가 나타나고 저온·고속 영역이 되면 계면 파괴를 볼 수 있게 됨은 앞에서 설명하였다.

응집 파괴만 일어날 경우는 별도로 하고 적어도 일부에 계면 파괴가 일어날 경우에는 재료의 계면 화학적 특성이 당연히 접착 강도에 대해 얼마간의 영향을 미친다. 그러나 이 접착계의 파괴 충격에 대한 계면 화학적 특성의 영향에 대해서는 젖음 문제 정도에는 이론적 해명이 되어 있지 않다.

접착 강도는 젖음 과정에서부터 파괴 과정에 이르기까지 여러 과정을 거쳐 발현하는 양이므로 이것에 대한 이론적 해석은 쉽지 않다. 그러나 그 접착 강도와 계면 화학적 특성과의 사이에 상관관계가 있음을 강하게 시사하는 실험 데이터는 많이 있다. 그 일례를 [그림 7]에 나타낸다.

4. 접착 특성

점착제의 실용 특성은 점착 3물성이라고 하는 '점착력' '가점(tack)' '보존 유지력'으로 표현된다. 이들 특성은 어느 것이나 점착제와 피착재와의 사이에서 일어나는 접촉 과정과 파괴 과정을 동시에 반영하고 있어 복잡하고 점착 시험에서 얻을 수 있는 특성치를 완전히 이론적으로 기술하는 것이 반드시 쉬운 것은 아니다.

그러나 이들 과정은 점착제나 피착재의 물성과 깊은 관련을 갖고 있으며 한쪽에서 점착 특성을 평가하고 다른 쪽에서는 거기에 대응하는 점착제나 피착재의 물성을 측정하여 양자를 단순히 비교하는 것만으로도 쉽게 어떤 보편적인 법칙성을 발견할 수 있다.

4-1. 점착력

점착제의 점착력은 보통 180° 박리 강도 P로서 평가된다. 규격에서는 측정 온도나 속도가 규정되어 있으나 점착제는 점탄성체이므로 이들 조건을 계통적으로 변화시키면 얻어지는 값도 그것에 따라 변화하고 이들 특징을 상세히 밝혀 가는 것이 현상 메커니즘을 해명하는 지름길이다. [그림 8]에서는 전형적인 아크릴계 점착제의 P를 속도 v(크로스 헤드 스피드)의 함수로서 나타낸다.

일반적으로 점착제의 T(E' max)가 높아질수록 Pvs. log v 곡선이 저속측으로 이동한다. 또 이런 경향을 이론적으로 설명할 수도 있다.

아크릴계 점착제의 Pvs. log v 곡선은 두 부분으로 이루어져 있다. 저속 부분에서는 응집 파괴가 일어나므로 곡선은 피착재가 달라지더라도 거의 차이는 없다. 그러나 계면 파괴가 일어나는 고속 영역에서는 피착재의 임계 표면장력 γ_c 에 의해 곡선 형이 계통적으로 변화한다.

천연 고무/레진계 점착제 혹은 아크릴 폴리머/태키파이어계 점착제에 대해서도 거의 마찬가지로의 거동을 볼 수 있으나 혼합 조성에 따라 상(相)구조가 변화할 경우에는 약간 복잡한 현상도 볼 수 있다. 성분간의 상용성은 점착제의 내부 구조를 결정하는 중요한 변수로 계통적인 연구가 필요하다.

4-2. 가점

점착제의 '가점'은 종종 구전법(球轉法)에 의해 평가되므로 水町 일행은 점착제 위에서 일어나는 강체 구의 구름운동을 역학적으로 해석하여 [가점]과 점착제의 구름 마

찰계수 f와의 사이에 밀접한 관계가 있음을 다음과 같이 밝혔다. 수평으로 놓인 점착제 위를 강체 구가 구를 경우의 운동 방정식에서 다음과 같은 식을 얻을 수 있다.

$$dx/dt^2 = -5gf/7R$$

여기서 R은 강체 구의 반경, f는 점착제의 구름 마찰계수이다. 점탄성체인 점착제 f는 속도에 의존하므로 이것을 $f=f_0, f_1$ 로 가정하여 위 식을 풀면 속도, 진행 거리, 정지 거리에 관한 이론식을 얻을 수 있다.

스트로보 사진을 사용한 강체 구 회전 운동의 데이터를 이론식에 의거하여 해석한 결과의 일례를 [그림 9]에 나타낸다. 이론 곡선은 실험치를 매우 정밀하게 재현하였다. 이같은 해석에 의해 점착제의 구름 마찰계수 f 혹은 f_0, f_1 을 결정할 수 있다. 또 f_0, f_1 값이 정해지면 정지 거리를 계산할 수 있으나 그 계산치는 사진에 의한 실측치에 매우 가깝다.

이같은 점에서 강체 구의 회전 운동을 이용하여 평가되는 점착제의 가점은 구름 마찰계수와 등가라고 말할 수 있다.

수정(水町) 일행은 또 f는 실린더 견인법에 의해 쉽게 측정할 수 있음도 나타냈다. 수평으로 둔 점착제 위에서 반경 R, 질량 M의 실린더를 일정한 속도로 견인할 때의 힘을 P라고 하면 운동 방정식에서 점착제 f는 다음의 식으로 구할 수 있음을 알 수 있다.

$$f=PR/Mg$$

[그림 6]에서는 몇 가지의 피착재에 대한 아크릴계 점착제의 fvs. log v 곡선을 나타낸다. 이들 곡선은 점착제의 T(E' max)가 높아질수록 마찰 Pvs. log v 곡선의 경우와 마찬가지로

가지로 저속측으로 이동한다. 또 이것도 이론적으로 설명할 수 있다.

같은 그림의 곡선도 두 부분으로 이루어져 있다. 저속측은 점착제의 응집 파괴에 고속측은 계면 파괴에 각각 대응해 있다. 고속 영역에서 f 값이 피착재 rc 에 강력히 의존하고 있음에는 틀림없다.

실린더 견인법에 의한 f 측정과 180° 박리 시험에 의한 P 측정은 점착제가 평면과 곡면 사이에서 잡아늘여지고 선단쪽에서부터 순차적으로 점착 파괴되어 간다는 점에서 동일하다. 따라서 P vs. $\log v$ 곡선과 f vs. $\log v$ 곡선과는 유사한 형을 하고 있다.

그러나 양자 사이에서는 역력한 차이도 볼 수 있다. 즉 고속 영역에서 f 는 급격히 저하하나 그에 대해 P 는 동일 속도 영역에서 상당히 높은 값을 유지하고 있다.

이 차이는 f 가 점착 과정과 파괴 과정 양쪽을 포함하고 있는 것에 대해 P 는 점착 과정이 끝난 후 측정되므로 실질적으로는 파괴 과정에 서밖에 포함되지 않는다는 사실을 반영하고 있다. 이러한 특징은 단순화 레올로지 이론으로써 설명할 수 있다.

다성분계 점착제에 대해서는 성분 간의 상용성과 가접과의 상관 관계에 대해 계통적인 데이터가 집적되어야 한다.

4-3. 보존 유지력

점착 테이프를 피착제에 점착하고 여기에 일정한 응력 σ_0 을 가하였을 때 파괴되기까지의 경과 시간 tb 즉 전단 크리프 파괴 시간 tb 에 관한 것을 [보존 유지력]이라고 한다. 규격

등에서는 σ_0 나 온도를 계통적으로 변화시키면 그에 따라 계통적으로 변화할 것이다. σ_0 , vs. $\log tb$ 곡선에 대해 시간-온도 환산측을 적용하여 마스터 커브를 구할 수 있다.

[그림 11]에서는 아크릴계 점착제인 σ_0 , vs. $\log tb$ (마스터 커브)의 예를 나타낸다. 점착제인 고무상 평탄부의 탄성률과 tb 와의 사이에는 상관관계를 볼 수 있다. 이것은 보존 유지력이 고무 상태에서 분자 운동에 대응하고 있음을 의미한다.

한편 보존 유지력은 그 측정법에서 생각할 때 점착제의 슬라이드 마찰계수 μ 와 밀접한 관계를 갖는다.

점착성이 없는 물질 μ 에 대해서는 Amonton-Coulomb 법칙이 성립됨을 알고 있다.

즉 μ 는 슬라이드하고 있는 물체의 중량에 도 두 물체의 접촉 면적에도 그리도 슬라이드 속도에도 의존하지 않는다. 그러나 그것은 점착성이 있는 물질, 즉 점착제에 대해서는 성립하지 않는다. 아크릴계 점착제에 대하여 $\log \mu$ vs. $\log v$ 의 곡선을 [그림 12]에 나타낸다.

매우 낮은 속도 영역에서 μ 가 [보존 유지력]에 대응하고 있는 것과 그것이 점착제인 고무상 평탄부의 탄성률 Gen 에 강하게 의존하고 있음을 알 수 있다. 즉 점착제인 Gen 이 높아지면 그 보존 유지력은 커져 ($1/tb$ 가 작아져) 슬라이드되지 않는다(μ 가 커진다). 이 경향은 아크릴계 점착제와 천연 고무계 점착제 양쪽에 공통된다.

점착성이 없는 물질 μ 는 비교적 낮은 값이나 사실 rc 의존성을 볼 수 있다. 점착제 μ 는 그 절대치가 커서 이것도 마찬가지로 rc 에 강하게 의

존한다. 그러나 상세한 메커니즘은 아직도 충분히 해명되어 있지 않다.

5. 맺음말

이상으로 점착 특성 및 점착 특성의 일반적인 특징에 대해 설명하였다. 대개의 경우 실용 특성은 균격 등의 구속 마다에 의거하여 좁은 측정 조건하에서 평가되나 얻은 수치는 만일 그것을 온도나 속도를 계통적으로 변화시켜 측정하면 그것에 대응하여 계통적으로 변화하는 성질이므로 실용 특성의 발현 기구를 명확히 해 나가려면 레올로지적인 어프로치가 필요하다.

또 이들 특성이 어느 조건하에서 재료의 계면 화학적 파라미터와 상관관계가 가진 점도 사실이다.

아직 모든 특성을 이론적으로 기술하기는 곤란하나 많은 사례에 대해 계통적인 실험 데이터를 착실히 쌓아 나가는 것이 점착 과학의 발전을 위해서도 필요하다.

또 그와 동시에 실제로 점착제나 점착제가 실용에 기여하고 있는 모든 분야에서 어떤 성능이 요구되는가 하는 것을 과학적으로 밝히는 연구도 실시하여야 한다. 점착제나 점착제는 복잡 다양하게 이용되고 있고 그에 대한 요구 성능은 각각 다를 것으로 생각되나 이것이 반드시 정량적으로 분명하게 되어 있지 않은 경우가 많다.

이같이 양면의 어프로치가 있어야 비로소 목적에 맞는 성능을 발휘하는 점착제나 점착제를 합리적으로 선택하거나 혹은 목적에 맞추어 분자 설계할 수도 있다. [K]