

## 접착물성과 접촉각의 관계

주호숙 · 임동혁 · 박영준 · 김현중<sup>†</sup>

서울대학교 농업생명과학대학 산림과학부 환경재료과학전공 바이오복합재료 및 접착과학 연구실  
(2005년 1월 10일 접수)

### Relationship of PSA Performance and Contact Angle

Hyo-Sook Joo, Dong-Hyuk Lim, Young-Jun Park, and Hyun-Joong Kim<sup>†</sup>

Laboratory of Adhesion & Bio-Composties, Major in Environment Materials Science,  
Seoul National University, Seoul 151-921  
(Received January 10, 2005)

#### 1. 서 론

접착제는 물리적 힘 또는 분자, 원자, 이온의 인력, 흡착 등에 의해 두 표면을 붙이는 역할을 하는 물질이며, 고분자, 금속, 무기재료 등 다양한 피착제 사이에 적용된다. 접착제는 전기·전자 산업에서 절연성 테이프, 자동차용 테이프, 의료용 테이프, 라벨용 테이프, 방수용 테이프, 마스킹 테이프 등 다양한 용도로 사용되고 있고, 기본적인 접착성 이외에도 난연성, 도전성, 내열성 및 절연성 등의 특성을 지니는 기능성 접착제가 개발되고 있다.

접착제품의 시장이 넓어짐에 따라 접착제가 사용되는 기재도 다양해져서 stainless steel 등의 높은 표면장력을 가진 기재뿐 아니라, Teflon, PE film 등 낮은 표면장력을 가져 접착이 잘 되지 않는 기재나 난접착성을 지닌 표면에도 접착할 수 있는 접착제의 개발이 필요하다. 이러한 접착제의 개발을 위해 접착제의 적용 메커니즘을 알아야 하고, 이런 메커니즘을 살펴보기 위해서는 접착제와 피착제 사이의 계면이 반드시 연구되어야 한다. 기재 표면의 화학적인 특성을 알아보기 위해서 X-ray Photoelectron Spectroscopy (XPS), Static Secondary Ion Mass Spectrometry (SSIMS), Attenuated Total Internal-Reflection Spectroscopy (ATIR) 등이 사용되어지는데, 이러한 방법은 비싸고 정교한 기술이 요구된다. 그리고 기재의 표면을 광학적으로나 전기적으로 관찰하기 위해 Scanning Electron Microscope (SEM), Atomic Force Microscopy (AFM) 등의 기기가 이용된

다. 접촉각 측정(contact angle analysis, CAA)은 표면 에너지와 젖음성(wettibility)을 측정하는데 접착제가 적용되어야 할 피착제의 성질도 알 수 있을 뿐 아니라 XPS와 AFM 등의 결과들과 비교하여 표면의 분자량과 분자량 분포, 표면의 화학적 구조, 접착력, 극성 등을 알아낼 수 있다[1-4].

본고에서는 접촉각을 통한 접착제의 젖음성(wettibility)과 접착력을 평가하고, 접착제가 표면에 잘 젖기 위한 표면처리의 방법 및 효과를 확인하고자 한다.

#### 2. 접촉각의 정의

접촉각이란 액체가 고체표면의 표면장력보다 클 때, 액체의 방울이 고체의 표면에서 이루는 각이다. 액체가 고체의 표면장력보다 작을 때는, 액체는 완전히 젖는 상태 즉, 접촉각이 0°가 된다. 일반적으로 접촉각( $\theta$ )은 액체와 고체의 종류에 따라 다른데,  $\theta$ 가 90°보다 크면 액체는 고체표면을 적시지 않고, 반대로  $\theta$ 가 90°보다 작으면 액체가 고체 표면을 적신다고 한다. 이는 Figure 1로 표현할 수 있다. 접촉각으로부터 표면장력을 계산하기 위한 식이 Young에 의해 1805년에 제시되었다[5].

Figure 2[6]처럼 액체의 표면장력을  $\gamma_L$ , 고체의 표면장력을  $\gamma_S$ 라 하고, 액체와 고체사이의 계면장력을  $\gamma_{SL}$ 이라 하면, C점에서의 힘의 균형조건에서 영의 방정식(Young's equation)

$$\gamma_{SL} - \gamma_S + \gamma_L \cos \theta = 0$$

<sup>†</sup> Corresponding author: e-mail: hjokim@snu.ac.kr (www.adhesion.org)

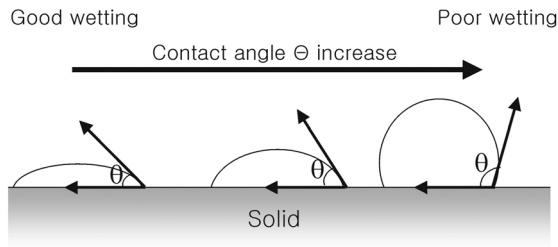


Figure 1. Contact angle and wettability.

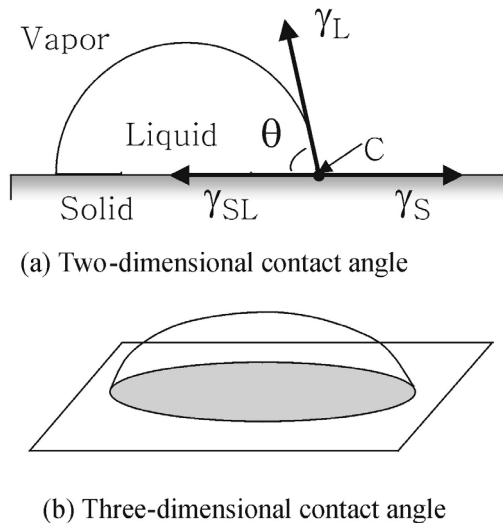


Figure 2. Contact angle and surface tension.

을 얻는다. 또한 확장계수(spreading coefficient, S)는 다음과 같다[7].

$$S = \gamma_S - \gamma_{SL} - \gamma_L$$

이 식에서도 알 수 있듯이,  $\gamma_S > \gamma_{SL} + \gamma_L$  즉,  $S > 0$ 이면 접촉각은 존재하지 않으며, 액체는 일정한 형태를 취하지 않고 고체표면을 완전히 적시게 된다. 그러나 표면이 완벽하게 매끄럽지 않으므로 거칠기(roughness)를 고려하여야 한다. 다음은 고체 표면의 거칠기를 고려한 Wenzel의 방정식이다[8].

$$r(\gamma_S - \gamma_{SL}) = \gamma_L \cos \theta_w$$

여기서  $r$ 은 가정된 면적과 실제 면적의 비(roughness factor)이고,  $\theta_w$ 는 거친 표면에서의 측정된 접촉각이다. 위 식에서 보여지는 것과 같이 거칠기가 증가함에 따라 접촉각이 증가함을 알 수 있다. 그러므로 매우 매끄러운 표면에서는 접촉각이 작을 것이다. 표면과 액체

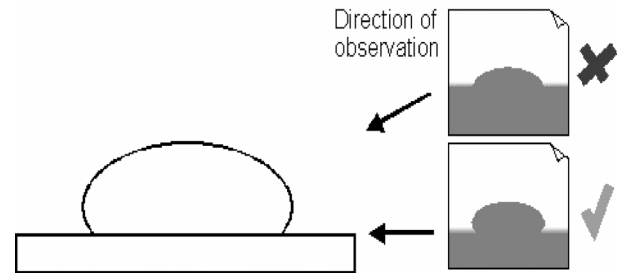


Figure 3. Base line (contact angle of diiodomethane on PSA)[15].

사이에서 이루는 접촉각의 측정은 접착(adhesion), 표면처리 그리고 폴리머 표면분석과 같은 많은 분야에서 잘 알려진 기술로서, 수 Å단위의 단일층 변화에서 민감한 표면분석기술이다.

접촉각 측정을 위한 접착제 시료는 기재에 코팅하여 준비하는 것이 보통인데, 코팅을 할 때 표면의 균일성이 중요하다. 시료의 표면이 거칠기가 크면 접촉각의 좌우각이 틀리게 된다. 시료의 두께 또한 표면 자유 에너지에 영향을 미치게 되는데, 표면은 18 nm 이상이 되면 접촉각이 일정하게 나타나므로 코팅의 두께는 18 nm 이상이 되어야 한다[9-14].

또한 접촉각을 측정할 때 접촉각에 영향을 미치는 인자들은 온도, 시간, 습도 등이 있고, 접촉각에 사용되는 액체의 떨어지는 물방울의 부피와 떨어졌을 때의 직경, 기재의 분자량 등이 있다. 일반적으로 온도가 증가할수록 표면에너지가 감소하는 결과가 나오고, 방울의 크기가 클수록 접촉각이 작아지는 결과를 초래한다. 방울의 지름이 1~5 mm 커지면 접촉각은 3~5° 정도 감소한다.

또한 이러한 인자들 외에 장비가 주는 영향도 무시할 수 없는데, 접촉각 측정 기기에서 카메라의 각도나 렌즈, 배경광의 밝기 등이 영향을 미친다. 장비가 주는 영향을 최소화하기 위해서는 카메라의 각도는 기재와의 평행에서 5°를 넘기지 않는 것이 좋고 찍으려고 하는 접촉각을 아래로 내려다보는 각도가 측정이 잘 된다. 렌즈는 굴절을 유발하기 때문에 사용하지 않는 것이 좋고, 측정시 배경광의 강도는 사용자가 경험적으로 습득해야 한다. 배경광을 조절하는데 있어서 가장 중요한 것은 base line을 잘 잡는 것이다. 최적의 base line의 예시를 Figure 3에 나타내었다[15-17].

### 3. 접촉각과 점착력

점착력은 접착제가 기재에 접촉한 후, 젖음성이 얼마나 좋은지에 따라서 좌우된다. 접착제의 표면장력이 피착제의 표면장력보다 낮을 경우에는 잘 젖게 되어 점