

## 다관능성 단량체를 함유한 아크릴계 점착제의 화학적 구조에 따른 점착물성의 변화

조인목 · 김호겸 · 한동희\* · 임정철\*\* · 민경은†

경북대학교 공과대학 고분자공학과, \*한국전기연구원 재료응원연구단, \*\*영남이공대학 섬유신소재과  
(2009년 12월 21일 접수, 2010년 1월 8일 수정, 2010년 1월 21일 채택)

### The Effect of Chemical Structure on the Adhesion Properties of Acrylic Pressure Sensitive Adhesives Prepared by Multifunctional Monomers

In-Mok Cho, Ho-Gyum Kim, Dong-Hee Han\*, Jeong-Cheol Lim\*\*, and Kyung-Eun Min†

Department of Polymer Science, Kyungpook National University,  
1370 Sankyuk-dong, Buk-gu, Daegu 702-701, Korea

\*Advanced Electrical Materials Group, Korea Electrotechnology/Research Institute,  
28-1 Gyeongsangnam-do, Changwon-si, Seongju-dong 641-120, Korea

\*\*Division of Textile Fashion Industry, Yeungnam College of Science & Technology,  
274 Hyeonchungno, Nam-gu, Daegu 705-703, Korea

(Received December 21, 2009; Revised January 8, 2010; Accepted January 21, 2010)

**초록:** UV조사에 의한 공중합반응을 통해 PDP의 방열패드용 무용제형 아크릴계 점착제를 제조하고 이때 도입되는 공 단량체의 곁사슬의 화학적 구조와 가교제의 종류에 따른 점착제의 젖음성을 온도별로 조사하였다. 또한, 동일 조건에서 점착제의 초기 점착력 및 박리강도와 주파수 변화에 따른 점착제의 점탄성 거동 간의 상관관계를 확인하였다. 공단량체의 곁사슬의 길이가 짧을수록 넓은 온도범위에서 우수한 젖음성과 점착 물성을 보였으며 경화제로는 di(ethylene glycol) dimethylacrylate (DEGDMA)를 사용한 계가 우수한 박리 에너지를 보였는데, 이것은 유리전이온도와 점탄성 거동의 차이에 기인하는 것으로 판단된다.

**Abstract:** UV irradiated acrylic pressure sensitive adhesives (PSAs) are prepared to be used for thermal pad in plasma display panel (PDP). The effect of the chemical structure of side-chain in comonomer and of crosslinking agent on wet-out property of acrylic PSAs in wide temperature range were investigated. The relationship between viscoelastic behavior and adhesion properties, such as tack and peel strength, was also studied. The experimental results supported that wet-out and adhesion properties of acrylic PSAs were enhanced inversely proportional to side-chain length of comonomer in wide temperature range. The peel energy clearly increased in acrylic PSAs prepared by using di(ethylene glycol) dimethylacrylate (DEGDMA) for crosslinking agent. The results might be due to the difference in the glass transition temperature and viscoelastic behavior of acrylic PSAs.

**Keywords:** acrylic, PSA, adhesion property, UV, wet-out.

## 서 론

감압성 점착제 (pressure sensitive adhesive, PSA)란 흔히 점착제라고 부르는 것으로 표면이 오염되지 않는 한 영구히 끈적이는 성질을 유지할 수 있는 물질로, 상온에서 지압과 같은 아주 미세한 압력에 의해서도 쉽게 피착물과 단시간에 접착이 일어나며 응집력과 탄성력을 가지고 있어 강하게 점착하는 반면 박리가 쉽고 응집 파괴가 일어나지 않아 피착물에 잔유물을 남기지 않는 것으로 정의된다.<sup>1,2</sup>

1950년대에 이르러 비로소 상용화가 이루어진 아크릴계 점착제는 무색투명하고 햇빛에 의한 황변이 없으며 산화 저항성, 내후성, 내

유성 및 내열성이 우수하고 기능성 단량체를 잘 활용하면 용도에 맞춰 물성을 조절할 수 있는 융통성도 갖고 있어 현재까지 각종 상품이 개발 및 판매되고 있다.<sup>3-9</sup>

최근 전자장비의 집적도가 높아지고 대형화 및 박형화가 되면서 구동시 많은 열이 발생함으로 인해 소자의 오작동은 물론 회로 전체에 악영향을 초래하기도 한다. PDP와 같은 평판형 디스플레이는 모듈에서 발생하는 열이 상당한 수준이고 이는 장비의 수명을 단축시키며 화질의 저하를 초래하기도 한다. 이러한 문제의 해결방안으로 기기의 뒷면에 열을 흡수하는 방열판을 부착하고 냉각팬을 사용하여 축적된 열을 제거하는 방법이 채택되어 사용되고 있으며 대량 생산 체제에서는 특히 부착의 용이성과 조작의 간편성이 요구되어 이들의 부착에 점착제가 사용되고 있다. 이때 사용되는 점착제는 고온에서 젖음성(wet-

†To whom correspondence should be addressed.  
E-mail: minky@knu.ac.kr

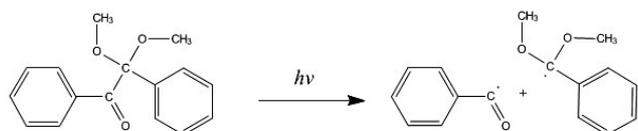
out)이 뛰어나지 않은 경우 방열판으로의 열전달을 극대화할 수 없으므로 방열패드용 접착제는 고온에서 뛰어난 젖음성을 가져야 한다.<sup>10</sup> 접착제는 점탄성 물질로 피착체와 접착이 이루어지면 계면에서 흐름이 발생하여 접착면적이 증가하고 이를 통해 접착력이 최대화되는데 이러한 성질을 젖음성(wet-out)이라고 한다.<sup>10</sup> 또한 접착력과 유지력(holding power)이 고온에서도 오랜 시간 동안 지속되어야 하므로 이들 접착제는 반드시 가교반응을 거치게 된다. 현재까지 접착제의 점탄성 거동과 접착물성 간의 상관관계를 조사하는 연구는 꾸준히 진행되어오고 있으나 접착제에 요구되는 중요한 성질 중 하나인 젖음성과 접착제의 화학적 구조와 관련된 연구는 많지 않은 실정이다.<sup>11-14</sup>

본 연구에서는 PDP 방열패드용 접착제로 UV 조사에 의한 공중합 반응을 통해 무용제형 아크릴 접착제를 제조하고 이때 공단량체의 화학적 구조, 특히 결사슬의 길이와 가교제의 종류가 접착제의 젖음성과 초기 접착력, 그리고 박리강도 등의 접착 물성에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하였다.

### 실 험

**재료.** 접착제를 합성하기 위한 주단량체로는 2-ethylhexyl acrylate (2-EHA,  $T_g = -70$  °C)를 사용하였고 공단량체로는 결사슬의 길이에 따라 ethyl acrylate (EA,  $T_g = -22$  °C), n-butyl acrylate (n-BA,  $T_g = -55$  °C), hexyl acrylate (HA,  $T_g = -57$  °C) 및 isooctyl acrylate (IOA,  $T_g = -70$  °C)를 사용하였다. 가교제로는 다관능성 단량체로 아크릴계 접착제에 많이 사용되는 1,6-hexandiol diacrylate (HDDA)와 주사슬에 ether기를 갖고 있는 di(ethylene glycol) dimethylacrylate (DEGDMA)를 사용하였으며 상기 시약들은 모두 Aldrich Chemical사로부터 구매하여 별도의 정제과정 없이 사용하였다. 중합에 사용된 광개시제는 benzyl dimethyl ketal (BDK)을 Ciba Chemical사로부터 구매하여 사용하였다. Scheme 1은 광 개시제의 개시반응을, Figure 1은 사용된 모든 단량체와 가교제의 화학적 구조를 각각 나타낸 것이다.

**접착제 제조.** 본 실험에서는 UV 조사에 의한 광개시제의 라디칼 분해를 이용하여 공중합체를 제조하였다. 주단량체인 2-EHA에 공단량체인 EA, n-BA, HA와 IOA를 각각 70/30(wt/wt)로 혼합하고 광개시제로 BDK를 0.05 phr 첨가하였다. 경화제인 HDDA와 DEGDMA는 각각 0.1 phr씩 첨가하였다. 미리 개량해 놓은 단량체 혼합액에 개시제를 투입하고 기계식 교반기로 충분히 혼합한 다음, UV chamber내 질소 분위기 하에서 공중합을 실시하였다. 사용된 중압수는 램프(UVA spot 400/T, Dr.Hönle)의 최대 흡광 파장 대는 365 nm 이며 UV강도는 31 mW/cm<sup>2</sup>이었다. UV조사는 총 두 단계로 실시되었다. 우선 단량체 혼합액에 짧은 시간 동안 UV를 조사하여 가교제의 분산과 몰드에 주입이 용이한 수준의 점도(약 400 cPs)의 시럽을 제조하고 가교제를 투입한 다음, 120×120×30 mm 크기의 몰드에 주



Scheme 1. The photoinitiation of benzyl dimethyl ketal (BDK).

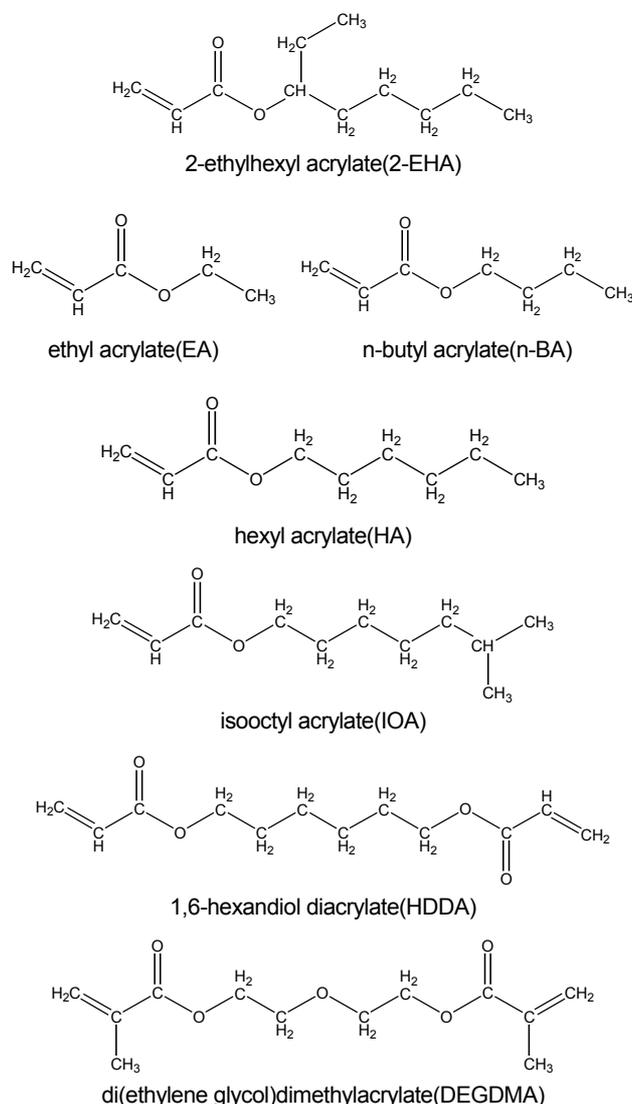


Figure 1. Chemical structure of materials.

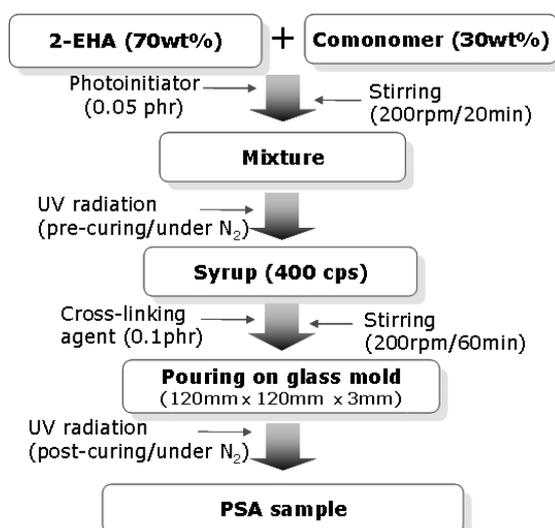


Figure 2. Preparation of PSA samples.

입하고 다시 UV를 조사하여 최종 점착제 시편을 제조하였다. 시편의 제조과정은 Figure 2에 나타내었다.

**분석.** 점착제 시편의 UV조사 시간에 따른 전환율을 측정하기 위해 vacuum FTIR-620 V 분광기(Jasco International Co. Ltd.)를 이용하여 중합 전후의 특성 피크의 변화를 분석하였다. 반응에 참여하는  $-C=C-$  이중결합의 피크와 반응에 참여하지 않는  $-C=O$ 의 피크를 비교하여 전환율을 유도하였다.

**점착물성 측정.**

**점음성:** 아세톤으로 세척한 225(L)×200(W)×30 mm (H)크기의 유리판 위에 두께 1 mm의 양면 점착테이프를 붙여 120(L)×

120(W)×30 mm(H)크기의 몰드를 만들고 여기에 합성한 시럽을 주입하여 최종 경화시킨 후, 100(L)×100(W)×30 mm(H)크기의 점착 패드를 만들었다. 상온에서 24시간 방치한 후 동일한 유리판을 올려 5시간 동안 점착면적의 변화를 관찰하였다. 점착제의 점착면적은 ITplus4.0®(Sometch Inc.) 화상프로그램을 사용하여 점착부위의 사진을 찍고 프로그램상에서 불러 면적을 구하였다. 총 5회의 측정 평균치를 결과로 취하였다.

**초기점착력(Tack):** 점착제의 초기점착력은 ASTM D2979-01 규정에 따라 TE-6001 probe tack tester(Sangyo. Co.)를 사용하여 측정하였다. 두께 3 mm의 PSA시편 필름을 제조하고 상온에서

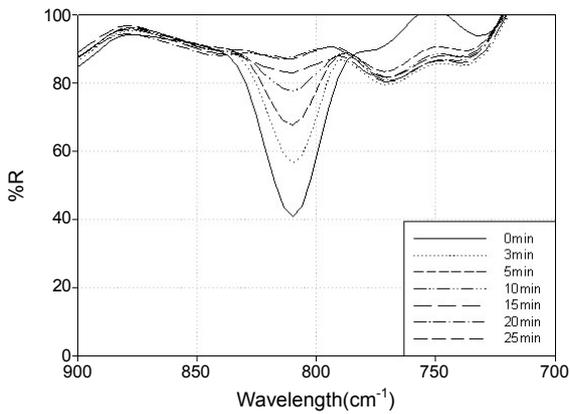


Figure 3. FTIR characteristic peak of acrylic PSA at 810 cm<sup>-1</sup>.

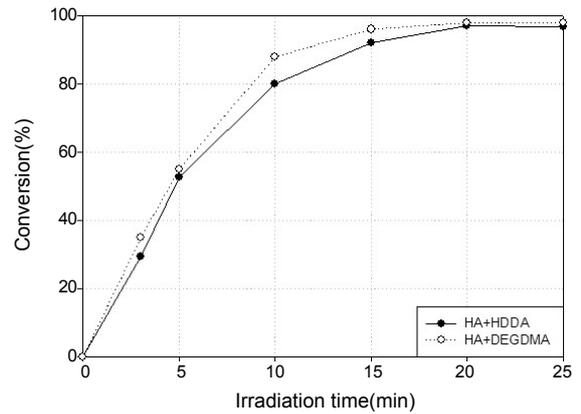


Figure 4. Conversion of acrylic PSA with UV irradiation time.

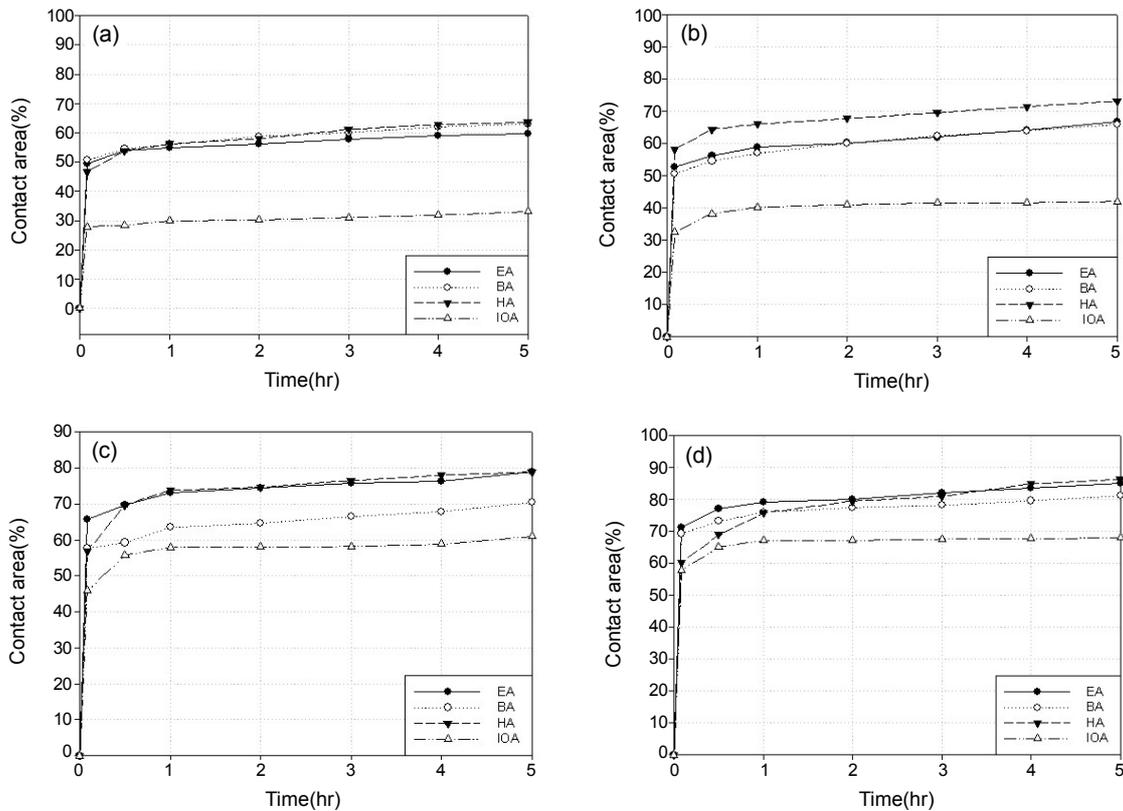


Figure 5. Contact area of PSA samples(crosslinking agent: HDDA): (a) 30; (b) 40; (c) 50; (d) 60 °C.

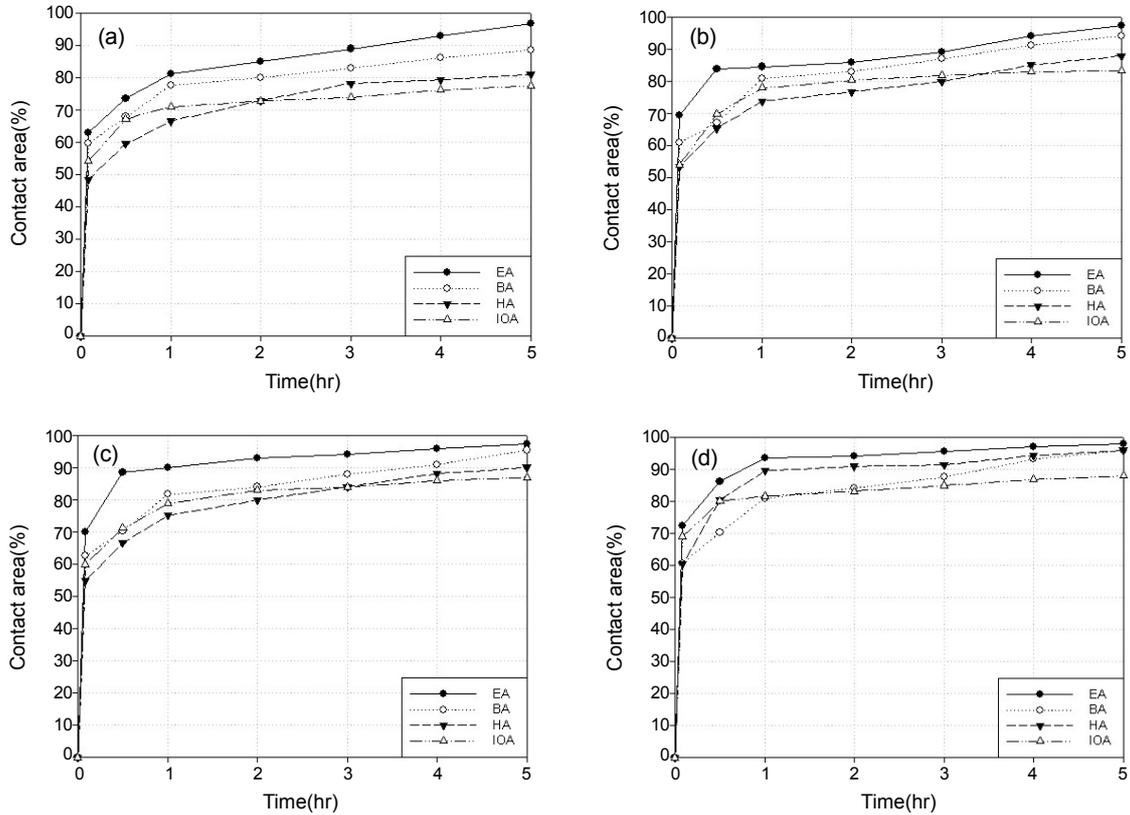


Figure 6. Contact area of PSA samples (crosslinking agent: DEGDMA): (a) 30; (b) 40; (c) 50; (d) 60 °C.

24시간 방치한 후 측정을 하였으며, 동일 온도에서 1 kg 무게의 추로 점착제를 약 10초간 probe tip에 부착시킨 후 10 mm/s의 속력으로 박리시켜 초기 점착력을 측정하였다. 총 10회의 측정 평균치를 결과로 취하였다.

**박리 에너지 (Peel Energy):** 박리 에너지는 ASTM D903-49의 규정을 참조하여 180° peel test를 실시하여 확인하였다. 3 mm 두께의 PSA시편 필름을 25×200 mm 크기로 절단하여 stainless steel 판넬 위에 2 kg 무게의 roller를 3회 왕복하여 균일하게 부착시킨 후 정해진 온도에서 20시간 숙성시켰다. 이어서 Instron사의 model 4465 universal testing machine (UTM)을 이용하여 305 mm/min 속도로 50 mm 박리하였을 때의 에너지 값을 박리 에너지 값으로 취하였다. 역시 총 5회의 실험 평균치를 결과로 하였다.

**점탄성 거동:** 점착제의 점탄성 거동은 Thermo Electron사의 HAAKE MARS rheometer를 이용하여 측정하였다. 정해진 온도에서 20 mm 평행판에 고정된 시편에 2.5 mm 간격을 두고 주파수 변화 시험 (frequency sweep test)을 통해 저장 탄성률 (storage modulus,  $G'$ )과 손실 탄성률 (loss modulus,  $G''$ )을 측정하였다. 주파수 범위는 0.1~100 rad/s로 하였고 가해진 응력을 200 Pa로 고정하였다.

결과 및 토론

**점착제 분석.** Figure 3은 UV조사 시간에 따른 점착제의 IR 분석 결과에서 특성피크의 변화를 나타낸 것이다. 810  $cm^{-1}$ 에서 나타나

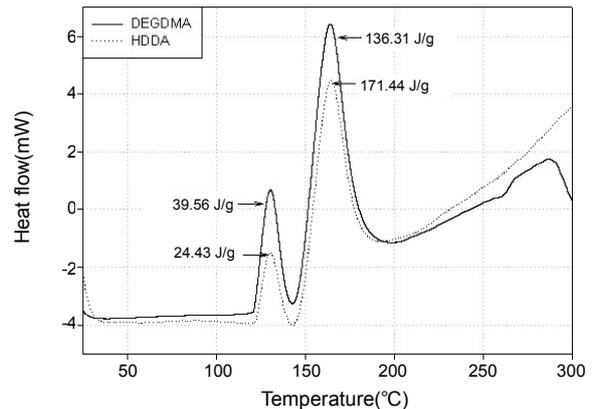


Figure 7. Heat of reaction (J/g) during crosslinking reaction of PSA samples.

는 피크는  $-C=C-$  이중결합의 stretching 피크로 UV조사 시간이 길어질수록 점차 작아져 20분 이후부터 피크가 더 이상 변하지 않는 것을 알 수 있다. Figure 4는 위 분석 결과를 토대로 2-EHA/HA 공중합체에서 각 경화제 별 UV조사 시간에 따른 전환율을 유도한 것으로 20분 이내에 약 97%의 전환율에 도달하는 것을 알 수 있다.

덧붙임.

**공단량체의 종류에 따른 변화:** Figures 5와 6은 주어진 온도에서 공단량체와 가교제의 종류에 따른 점착제의 점착면적의 변화를 관찰한 것이다. 공단량체와 가교제의 종류와 관계없이 점착 면적은 점

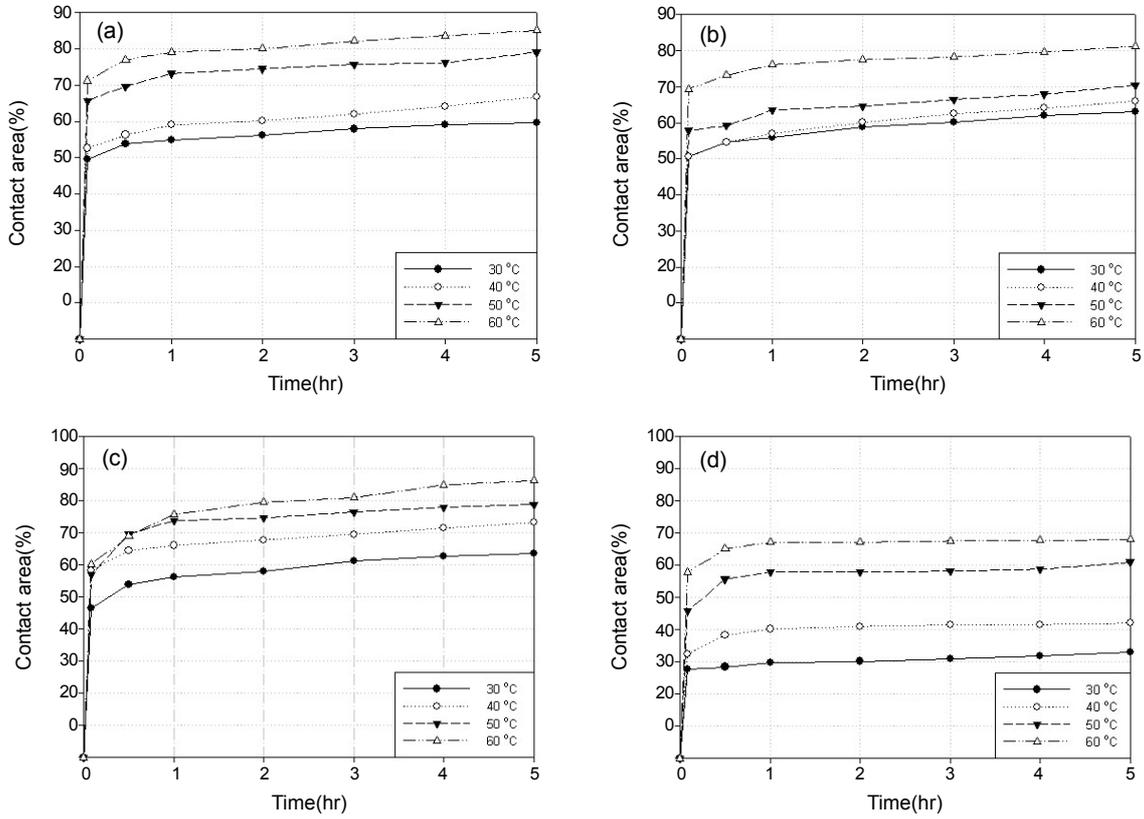


Figure 8. contact area of PSA samples as a function of temperature (crosslinking agent: HDDDA): (a) EA; (b) BA; (c) HA; (d) IOA.

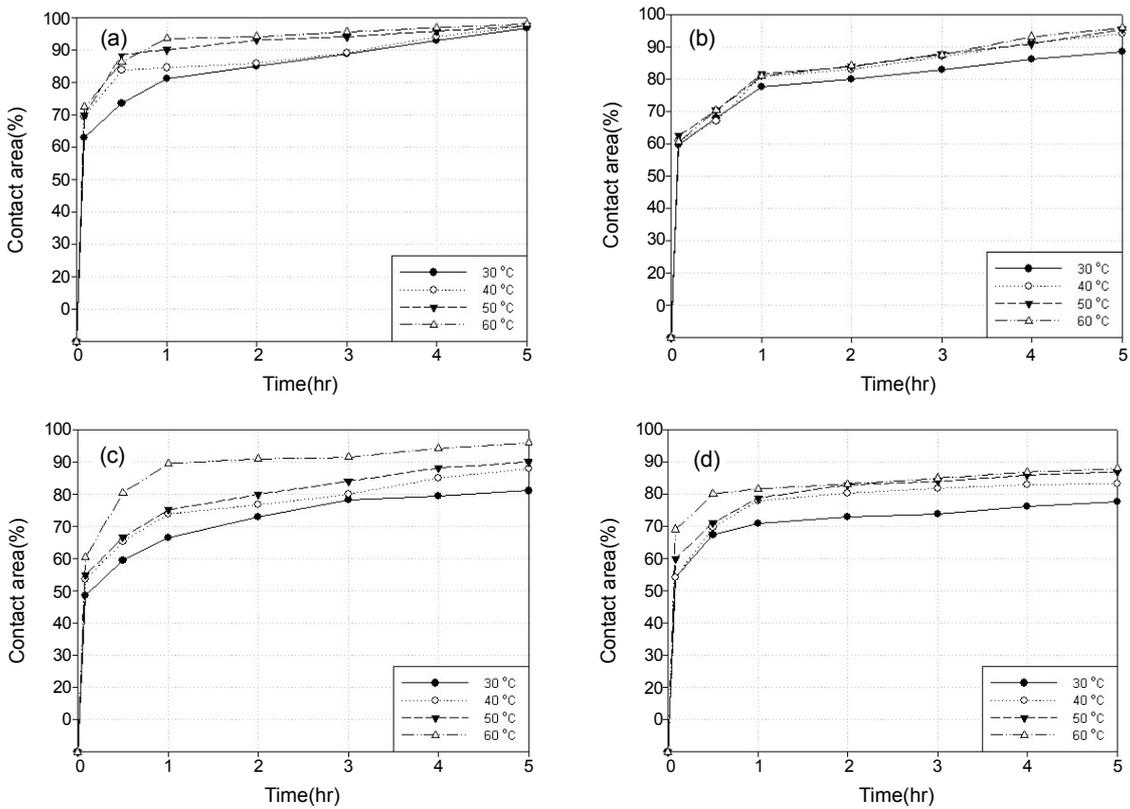
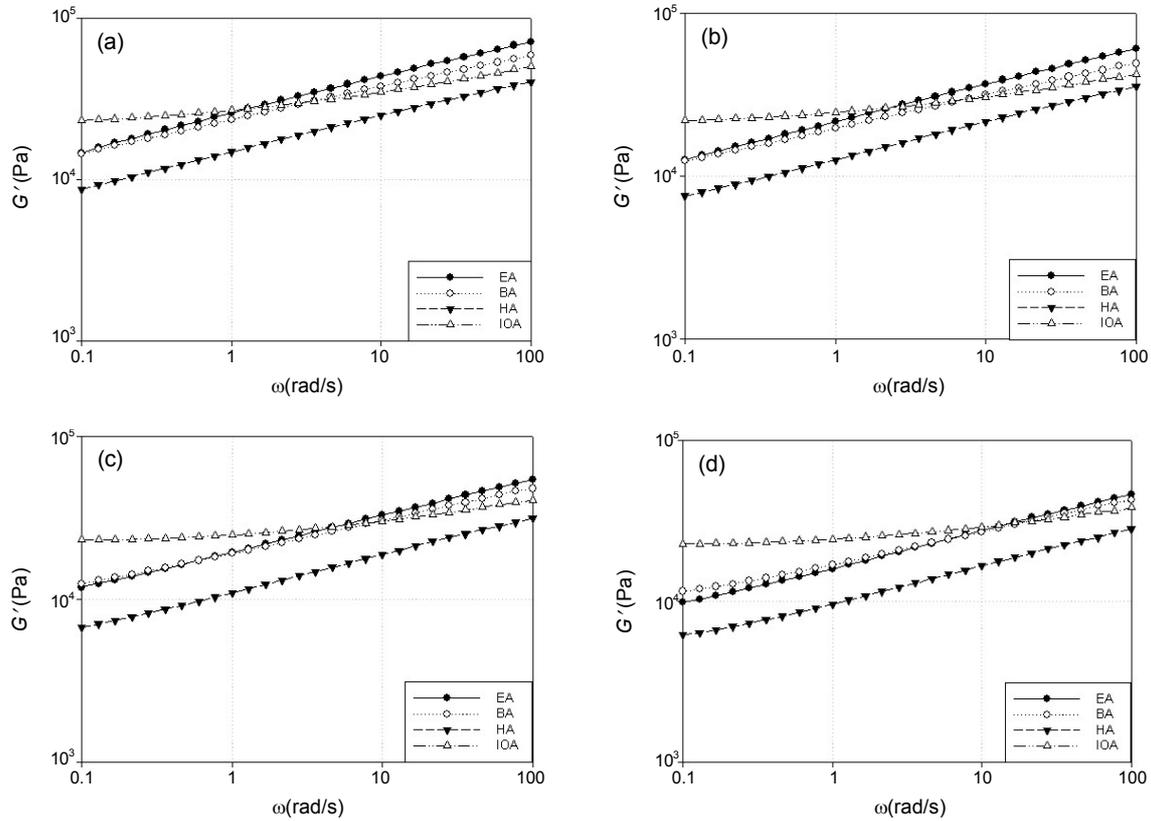


Figure 9. Contact area of PSA samples as a function of temperature (crosslinking agent: DEGDMA): (a) EA; (b) BA; (c) HA; (d) IOA.



**Figure 10.** Storage modulus of PSA samples in frequency sweep mode (crosslinking agent: HDDA): (a) 30 °C; (b) 40 °C; (c) 50 °C; (d) 60 °C.

착 직후 급격하게 증가하다가 시간이 경과하면서 서서히 상승하는 경향을 보였다. 특히, HDDA보다 DEGDMA를 가교제로 사용한 접착제의 점착면적이 전 온도범위에 걸쳐 더 높은 것으로 나타났다. Figure 7은 가교제 종류에 따른 가교 반응열의 차이를 나타낸 것으로 DEGDMA를 가교제로 사용한 계가 HDDA를 사용한 계에 비해 더 큰 반응열을 나타내는 것을 알 수 있다. 이것은 DEGDMA에 존재하는 ether기에 의한 분자 유연성 및 가교제-공중합체 간의 상용성의 차이에 기인하는 것으로 추정된다.

또한, 가교제의 종류와 관계없이 공단량체로 IOA를 도입한 접착제의 점착면적이 가장 낮게 나타났으며 가교제로 HDDA를 사용한 계에서는 HA가, DEGDMA를 사용한 계에서는 EA를 공단량체로 사용한 경우 가장 높은 점착면적을 나타내었다. 공단량체로 IOA를 도입한 경우 낮은 젖음성이 나타나는 것은 IOA의 긴 결사슬에서 형성된 물리적 가교에 의한 것으로 추측된다.<sup>15</sup>

**온도에 따른 변화:** Figures 8과 9는 각각 동일한 계에서 온도에 따른 접착제의 점착면적의 변화를 나타낸 것이다. 공단량체와 가교제 종류와 상관없이 온도가 증가함에 따라 분자 유동성의 증가로 점착면적이 상승하는 것을 알 수 있다. 증가 폭은 가교제로 HDDA를 사용한 계가 DEGDMA를 사용한 계보다 큰 것을 알 수 있으며 특히 DEGDMA를 가교제로 사용한 계는 HDDA를 사용한 계와 달리 모든 온도 범위에 걸쳐 높은 점착면적을 나타냄으로써 온도 변화에 따른 접착제의 젖음성의 변화가 크지 않다는 것을 알 수 있다. 이는 앞서 결과와 마찬가지로 가교제와 공중합체 간의 상용성의 차이에 기인하는 것으로 판단

되며 공단량체의 종류보다 가교제의 선택이 접착제의 젖음성에 더 큰 영향을 준다는 것을 추론할 수 있다.

**점탄성 거동:** Figures 10과 11은 주파수 변화 시험에서 공단량체 및 가교제의 종류에 따른 접착제의 저장 탄성률의 변화를 나타낸 것이다. 모든 계에서 저장 탄성률은 주파수에 따라 증가하고 있으며 그래프의 기울기를 통해 DEGDMA를 경화제로 사용한 계의 변화폭이 더 큰 것을 알 수 있다. 공단량체나 가교제의 종류에 상관없이 온도가 상승할 경우 분자 유동성의 증가로 내부 응집력이 약해져 탄성률이 감소하는 것을 알 수 있다.

공단량체의 종류에 따른 저장 탄성률의 변화를 보면 가교제 종류와 관계없이 HA가 공단량체로 사용된 접착제의 탄성률이 가장 낮게 나타났으며 BA, EA순으로 증가하고 있다. 즉, 공단량체의 결사슬의 길이가 감소함에 따라 저장 탄성률이 증가하며 이것은 그래프의 기울기로 잘 알 수 있다. 그러나 IOA를 공단량체로 사용한 계의 경우, 가교제 종류에 상관없이 다른 공단량체를 사용한 계에 비해 주파수 변화에 따른 저장 탄성률의 변화폭이 매우 작다는 것을 알 수 있다. 접착제의 결합 (bonding)과 관계되는 저주파수에서 다른 계에 비해 상대적으로 높은 저장 탄성률을 가진다는 것은 낮은 젖음성을 나타낸다는 것을 의미하며 온도에 따른 탄성률의 변화도 거의 나타나지 않는 것을 알 수 있다.

Figure 12는 저주파수 영역( $\omega=0.1$  rad/s)에서 접착제의 저장탄성률과 젖음성과의 상관관계를 나타낸 것으로 가교제의 종류와 관계없이 저장 탄성률이 증가하면서 접착제의 점착면적은 감소하는 경향을 알 수 있다. 이것은 저주파수 영역에서 접착제의 저장 탄성률이 접착제의 결

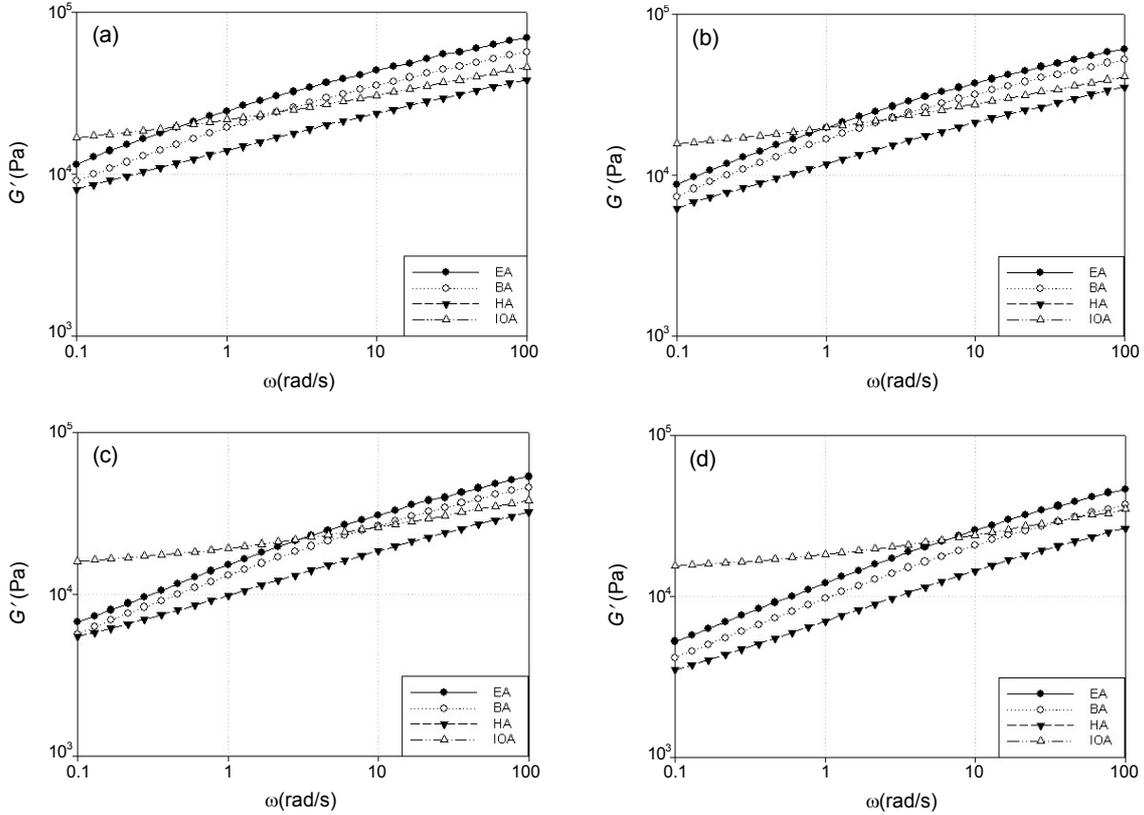


Figure 11. Storage modulus of PSA samples in frequency sweep mode (crosslinking agent: DEGDMA): (a) 30 °C; (b) 40 °C; (c) 50 °C; (d) 60 °C.

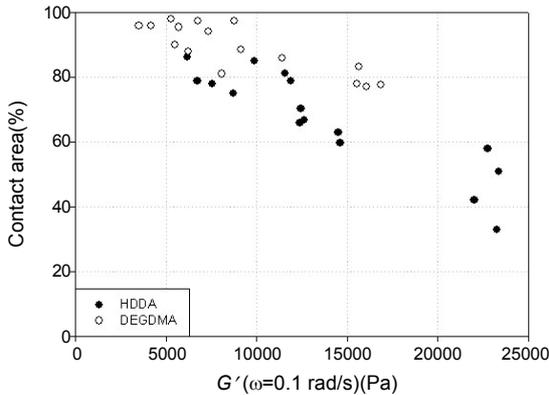


Figure 12. Relationship between contact area of PSA samples with storage modulus at  $\omega=0.1$  rad/s.

합에너지와 밀접한 관계가 있다는 Satas의 이론과 잘 일치하고 있다.<sup>1</sup>  
**초기접착력(Tack).**

**공단량체의 종류에 따른 변화:** Figure 13은 단량체와 가교제의 종류에 따른 점착제의 초기 접착력의 변화를, Figure 14는 공중합체의 유리전이온도에 따른 초기 접착력의 변화를 각각 나타낸 것이다. 유리전이온도는  $F_{ox}$ 가 제한한 공중합체의 단량체 질량 분율과 유리전이온도와의 관계식을 통해 이론적으로 구한 것으로 Table 1에 나타내었다.<sup>16</sup>

Figure 13을 보면 DEGDMA를 가교제로 사용한 점착제의 경우 공단량체의 결사슬의 길이가 증가할수록 초기 접착력이 감소하는 경향을 나타냈으며, HDDA를 가교제로 사용한 계의 경우도 50 °C 이상에서

공단량체로 HA를 사용한 것을 제외한 모든 계에서 DEGDMA를 가교제로 사용한 점착제와 거의 동일한 경향을 나타내는 것을 알 수 있다.

점착제의 초기접착력은 점착제의 젖음성과 관련이 있으며 점착제의 젖음성은 고분자의 결사슬 길이가 길어져 유리전이온도가 낮아질 경우 증가하게 된다.<sup>1</sup> 본 실험에서는 Figure 14에서 알 수 있듯이 정반대의 결과가 나타났으며 이것은 점착제의 두께가 3 mm로 비교적 두꺼워 계의 종류와 관계없이 젖음성의 차이가 거의 없고, 따라서 초기 접착력은 젖음성의 영향보다 박리과정에서 박리저항성의 영향이 오히려 더 클 것으로 생각된다.<sup>17,18</sup> 동일한 점착면적에서 박리저항성은 고분자의 유리전이온도가 높아 분자 내부 응집력이 커질수록 증가하므로 이론적인 유리전이온도가 가장 높은 2-EHA/EA 공중합체를 주제로 사용한 점착제의 박리저항성이 가장 높을 것이다. 한편, 초기접착력은 고분자의 유리전이온도가 -40 °C 정도일 때 즉 측정 온도(상온)보다 약 70 °C 정도 낮은 유리전이온도를 가질 때 가장 우수하다는 이전 연구결과와도 일치한다고 본다.<sup>1,19</sup>

**온도에 따른 변화:** Figure 15는 온도에 따른 점착제의 초기 접착력의 변화를 관찰한 것으로 가교제의 종류에 관계없이 HA를 공단량체로 도입한 계를 제외한 모든 계에서 온도 상승에 따라 초기 접착력은 감소하는 것을 알 수 있다. 공단량체의 결사슬의 길이가 짧은 EA를 도입한 경우 역시 가장 좋은 초기 접착력을 나타냈으며, 측정온도가 증가하면 고분자의 유리전이온도와의 차이가 70 °C 이상으로 커지게 되어 초기 접착력이 감소하는 것으로 판단된다.

**점탄성 거동:** Figure 16은 주파수 변화에 따른 점착제의 초기 접착력의 변화를 아래의 Yang의 관계식에 대입하여 도식화한 것으로,

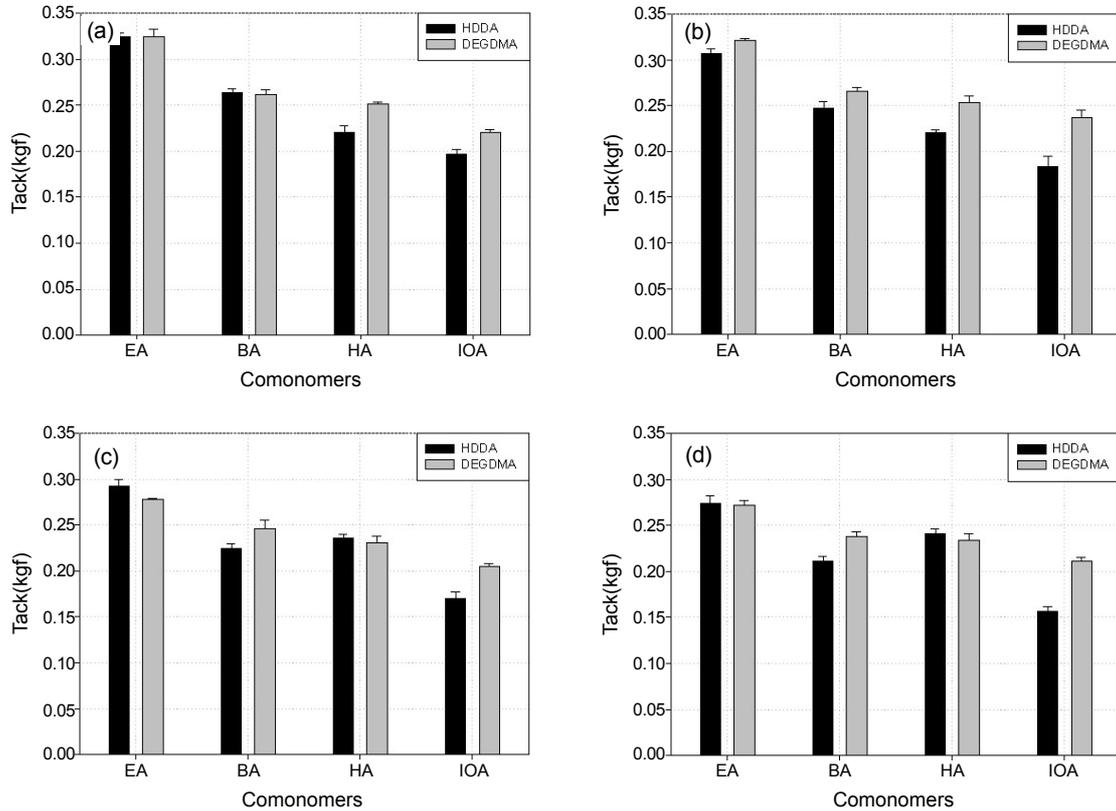


Figure 13. Tack of PSA samples containing various comonomers: (a) 30; (b) 40; (c) 50; (d) 60 °C.

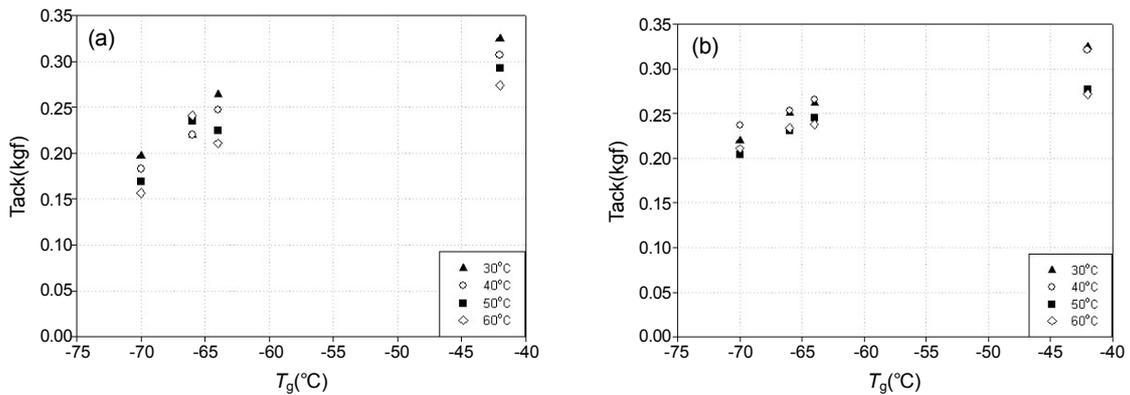


Figure 14. Plots of tack versus glass transition temperature of PSA samples: (a) HDA; (b) DEGDMA crosslinking agent.

Table 1. Glass transition Temperature of Acrylic Copolymers

Comonomers	EA	BA	HA	IOA
$T_g$ (°C)	-42	-64	-66	-70

접착제의 초기점착력과 주파수 100 rad/s에서의 손실 탄성률( $G''$ ), 0.1 rad/s에서의 저장 탄성률의 비( $G''_{\omega=100}/G'_{\omega=0.1}$ )를 나타낸 것이다.<sup>20</sup>

$$P \propto I \times G''(\omega_1) / G'(\omega_2)$$

여기서,  $I$ 는 고유점착력이고  $G''(\omega_1=100 \text{ rad/s})$ 는 debonding 주파수 영역에서의 손실 탄성률이며  $G'(\omega_2=0.1 \text{ rad/s})$ 는 bonding 주파수

영역에서의 저장 탄성률이다. 대체로 점착제의 탄성률의 비와 초기 점착력이 서로 비례하는 것을 알 수 있다. Yang이 주장한 관계식은 점착제의 점탄성 거동과 박리 에너지와의 상관관계를 밝히기 위해 고안된 식이지만, 본 실험에서는 점탄성 거동과 초기 점착력 간에도 상관관계가 성립됨을 알 수 있다. 이것은 초기 점착력과 박리 에너지는 서로 다른 메커니즘으로 진행되지만 근본적으로 결합과 탈결합(debonding) 과정이 두 물성에 동시에 관여되기 때문에 유사한 결과가 나온 것으로 추측된다.

**박리 에너지(Peel Energy).**

**공단량체 종류에 따른 변화:** Figures 17과 18은 각각 공단량체의 종류 및 점착제의 유리전이온도와 박리 에너지와의 관계를 나타낸

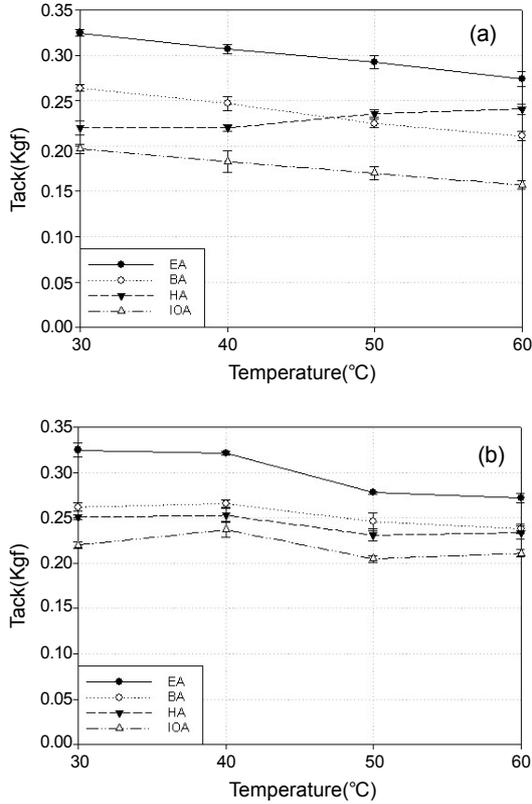


Figure 15. Tack of PSA samples as a function of temperature: (a) HDDA; (b) DEGDMA crosslinking agent.

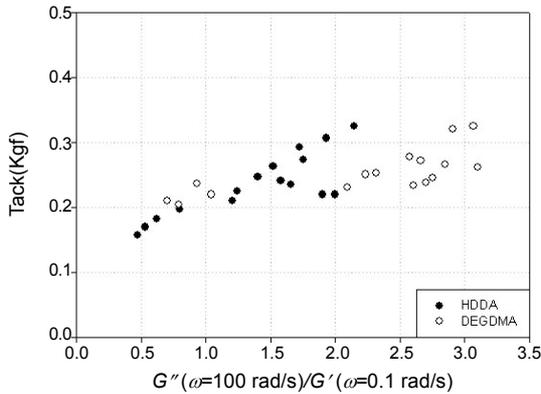


Figure 16. Plots of tack versus  $G''/G'$  of PSA samples.

것으로 가교제 종류와 관계 없이 공단량체의 결사슬 길이가 증가할수록, 즉 유리전이온도가 감소할수록 점착제의 박리 에너지는 감소하는 것을 알 수 있다. 이는 앞서 공단량체의 종류와 초기 접착력의 관계에서와 마찬가지로 유리전이온도의 감소에 따른 점착제 내부 응집력의 저하가 영향을 준 것으로 판단된다. 한편, 가교제의 차이에 따른 박리 에너지의 변화를 보면 측정 온도 30 °C를 제외한 모든 온도에서 DEGDMA를 가교제로 사용한 계가 더 높은 박리 에너지를 갖는 것으로 나타났다. Table 2는 측정 온도, 공단량체 및 가교제의 종류와 점착제의 박리 시 파괴 형태를 비교한 것으로, HA와 IOA와 같이 결사슬 길이가 긴 공단량체를 도입하고 가교제로 HDDA를 사용한 경우 50 °C 이상에서 응집 파괴

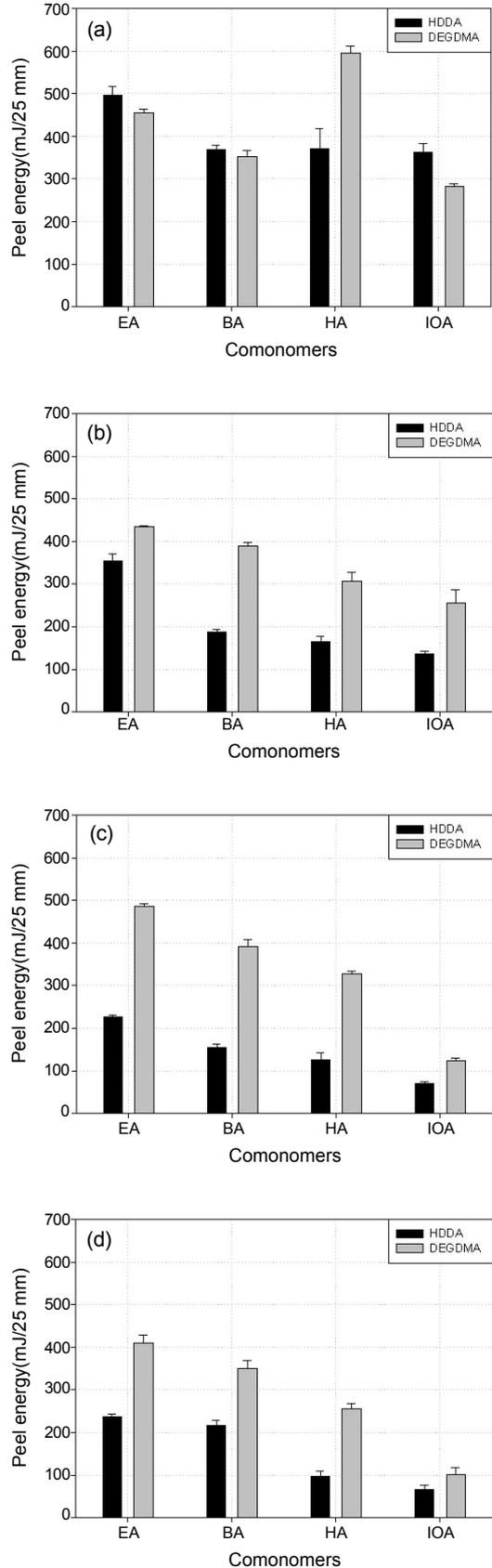


Figure 17. Peel energy of PSA samples containing various comonomers: (a) 30; (b) 40; (c) 50; (d) 60 °C.

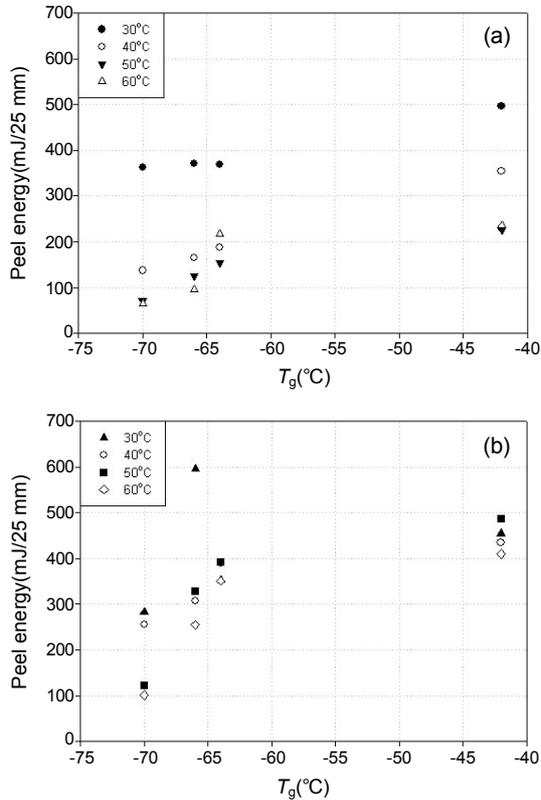


Figure 18. Plots of peel energy versus glass transition temperature of PSA samples: (a) HDDA; (b) DEGDMA.

Table 2. The Effect of Temperature and Comonomer on the Failure Mode of PSA Samples

		Temperature (°C)			
Monomers		30	40	50	60
HDDA	EA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.
	BA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.
	HA	A.F.	A.F.	C.F.	C.F.
	IOA	A.F.	A.F.	C.F.	C.F.
DEGDMA	EA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.
	BA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.
	HA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.
	IOA	A.F.	A.F.	A.F.	A.F.

Note: AF: adhesive failure. CF: cohesive failure.

(cohesive failure)가 일어나는 것을 확인할 수 있다.

**온도에 따른 변화:** Figure 19는 온도에 따른 점착제의 박리 에너지의 변화를 나타낸 것으로 DEGDMA를 가교제로 사용한 경우 EA나 n-BA를 공단량체로 사용한 계는 온도 증가에 따른 박리 에너지의 변화가 거의 없는 반면, HDDA를 가교제로 사용한 경우 동일한 n-BA가 공단량체로 도입된 계의 박리 에너지가 온도에 따라 불규칙적인 거동을 나타내는 것을 알 수 있다.

**점탄성 거동:** 앞서 언급한 Yang의 관계식을 이용하여 점착제의 박리 에너지와 점탄성 거동 간의 상관관계를 Figure 20에 나타내었다. 초기 점착력과 관계와 마찬가지로 박리 에너지 역시 탄성률의 비( $G''_{\omega=100}/G'_{\omega=0.1}$ )와 비례관계에 있음을 알 수 있다. 또한, DEGDMA

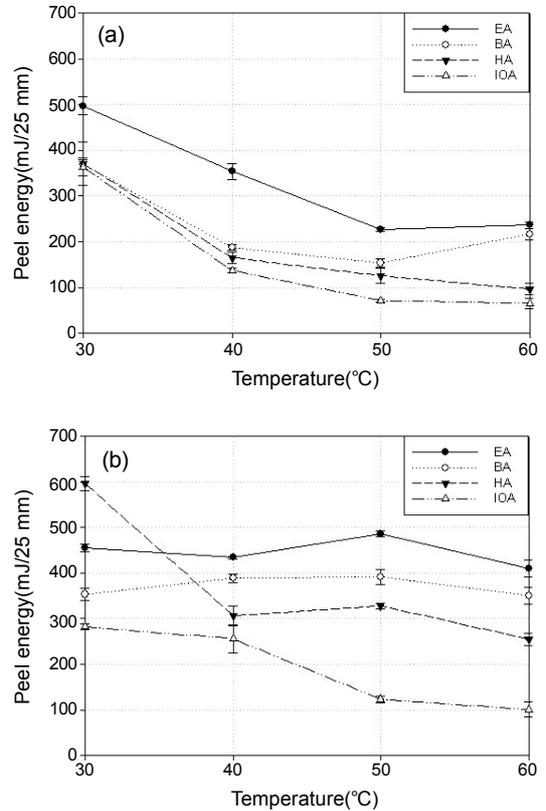


Figure 19. Peel energy of PSA samples as a function of temperature: (a) HDDA; (b) DEGDMA crosslinking agent.

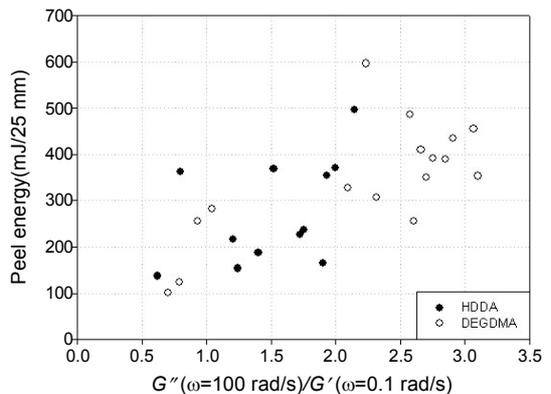


Figure 20. Plots of peel energy versus  $G''/G'$  of PSA samples.

를 가교제로 사용한 계가 HDDA를 사용한 계보다 전반적으로 탄성률의 비가 더 높다는 것을 알 수 있으며 이것은 박리 에너지의 차이에 기인하는 것으로 생각된다.

## 결론

PDP 방열패드용 점착제는 무용제 형태의 높은 점착면적이 요구되며 높은 온도에서도 점착물성의 큰 저하가 없어야 한다. 본 연구에서는 UV조사에 의한 아크릴계 공중합체를 제조하고 공단량체의 화학적 구조, 특히 결사슬의 길이와 가교제 종류가 점착제의 점착물성에

미치는 영향을 조사하였다. 공단량체의 겔사슬 길이가 짧을수록 단량체 간 상용성의 증대와 젖음성의 향상에 의해 접착제의 점착면적이 증가하는 것을 알 수 있었다. 이것은 초기 접착력과 박리 에너지와 같은 다른 점착물성에서도 동일한 경향이 나타났으며 가교제로 주사슬에 ether기가 포함된 DEGDMA를 사용한 계가 높은 박리 에너지와 우수한 점착물성을 보이는 것으로 확인되었다.

### 참 고 문 헌

1. D. Satas, *Handbook of Pressure Sensitive Adhesives Technology*, 2nd edition, Van Norstrand Reinhold, New York, 1989.
2. I. Benedek, *Pressure-Sensitive Adhesives and Applications*, 2nd edition, Marcel Dekker, New York, 2004.
3. Y.-O. Seo and S.-D. Seol, *J. Korean Ind. Eng. Chem.*, **11**, 335 (2000).
4. A. Pizzi and K. L. Mittal, *Adhesive Technology and Application*, Marcel Dekker, New York, 2003.
5. A. J. Kinloch, *Adhesion and Adhesives: Science and Technology*, Chapman and Hall, London, 1986.
6. Z. Czech, *J. Appl. Polym. Sci.*, **81**, 3212 (2001).
7. A. V. Pocius, *Adhesion and Adhesives Technology*, Carl Hanser Verlag, Munich, 2002.
8. H.-S. Park, *Polymer(Korea)*, **16**, 693 (1992).
9. J.-S. Bae, E.-K. Park, H.-S. Park, and M.-S. Pyun, *Polymer(Korea)*, **17**, 203 (1993).
10. ASTM D 907-05.
11. J. Asahara and N. Hori, *J. Appl. Polym. Sci.*, **87**, 1493 (2003).
12. Z. Czech, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **24**, 503 (2004).
13. A. Aymonier and D. Leclercq, *J. Appl. Polym. Sci.*, **89**, 2749 (2003).
14. V. Eveloy, *IEEE Trans. Device Mater. Reliabil.*, **4**, 650 (2004).
15. J. D. Tong, *Polymer*, **41**, 4617 (2000).
16. T. G. Fox, *Bull. Am. Phys. Soc.*, **1**, 123 (1956).
17. P. Tordjeman, *J. Polym. Sci. Part B: Polym. Phys.*, **38**, 1201 (2000).
18. P. Tordjeman, *J. Colloid Interface Sci.*, **280**, 374 (2004).
19. A. E. O'Conner and N. Willenbacher, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **24**, 334 (2004).
20. H. W. H. Yang, *J. Appl. Polym. Sci.*, **55**, 645 (1995).