

경화제의 화학적 구조에 따른 UV 경화형 2-EHA/*n*-BA 점착제의 점착특성

김호겸[†]

경북대학교 고분자공학과

(2015년 1월 27일 접수, 2015년 3월 23일 수정, 2015년 4월 23일 채택)

Effect of Chemical Structure of Crosslinking Agent on Adhesion Properties of UV Cured 2-EHA/*n*-BA PSA

Ho-Gyum Kim[†]

Department of Polymer Science, Kyungpook National University, 80 Daehakro, Bukgu, Daegu 702-701, Korea

(Received January 27, 2015; Revised March 23, 2015; Accepted April 23, 2015)

초록: 2-Ethylhexyl acrylate(2-EHA)와 *n*-butyl acrylate(*n*-BA)를 공단량체로 하는 UV 경화형 아크릴 점착제를 제조하고 이 때 두 단량체의 함량비와 경화제의 화학적 구조 및 농도가 최종 점착물성에 미치는 영향을 조사하였다. 경화제 농도가 0.1 wt%일 때 높은 초기점착력과 박리강도를 갖는 것으로 확인되었으며 이 후 농도가 증가할수록 점착물성이 감소하였다. 또한 diethylene glycol dimethacrylate(DEGDMA)와 poly(ethylene glycol)dimethacrylate(PEGDMA)와 같이 분자 내 부피가 큰 메틸기와 상대적으로 긴 에틸렌옥사이드 사슬을 가진 경화제가 첨가되었을 때 경화 후에도 점착제의 사슬 유연성이 유지되어 높은 경화제 농도에서 기존의 1,6-hexanediol diacrylate(HDDA)를 첨가한 계에 비해 다소 높은 점착물성을 갖는 것으로 나타났다. 또한 유사한 분자 구조를 가졌으나 분자 내 반복단위의 길이가 다른 DEGDMA와 PEGDMA간의 점착물성의 차이는 미미한 것으로 확인되었다.

Abstract: Pressure sensitive adhesives (PSAs) based with 2-ethylhexyl acrylate (2-EHA), *n*-butyl acrylate (*n*-BA) and different crosslinking agents were prepared by UV radiation curing. The effect of chemical structure and amounts of crosslinking agent, and also mixing ratio of co-monomer on adhesion properties of PSAs were presented. The results showed that the improvement of tack and peel strength of PSAs with 0.1 wt% of crosslinking agent was observed without cohesive failure and decreased with a higher concentration of crosslinking agent. A more increase in adhesion properties for PSAs with poly(ethylene glycol)dimethacrylate (PEGDMA) and diethylene glycol dimethacrylate (DEGDMA) was also investigated, which may be due to sustaining the chain flexibility by longer ethylene oxide chain and bulky methyl group in molecular backbone of crosslinking agent during the crosslinking process. It can be also found that the effect of repeating unit chain length on the adhesion properties between DEGDMA and PEGDMA system was insignificant in spite of their similar chemical structure.

Keywords: pressure sensitive adhesive, adhesion properties, acrylic copolymer, UV radiation curing, crosslinking agent.

서 론

감압성 점착제 또는 점착제(pressure sensitive adhesives, PSAs)는 점탄성 물질로서 영구적으로 끈적함을 유지하고 고체 표면에 가벼운 압력 하에서 단 시간에 결합할 수 있는 것을 말한다.¹⁻³ 점착제는 전자부품, 건축, 자동차 및 의료제품 등 다양한 분야에 사용되고 있으며 핫멜트, 용액 및 에멀전

중합, 자외선(ultraviolet, UV) 조사에 의한 광 중합 등의 방법을 통해 제조된다. 특히 기존 중합방법에 비해 상대적으로 환경 친화적이고 속 경화가 가능하며 낮은 전력소모와 경화 온도 등 공정 상의 특성 때문에 광 중합 또는 경화반응에 의한 점착제의 제조기술이 최근 더 많은 관심을 받고 있다.⁴

점착제의 점착 거동은 초기 점착력(tack), 박리 강도(peel strength) 및 전단 강도(shear strength)의 크게 3가지 성질에 의존하며, 이들은 사용하는 고분자의 특성에 크게 영향을 받는다.^{4,5}

탄화수소계 아크릴레이트 단량체는 1928년부터 점착제 용도로 사용되었으며 아크릴 또는 메타크릴산과 같은 극성의

[†]To whom correspondence should be addressed.

E-mail: relayer@chol.com

©2015 The Polymer Society of Korea. All rights reserved.

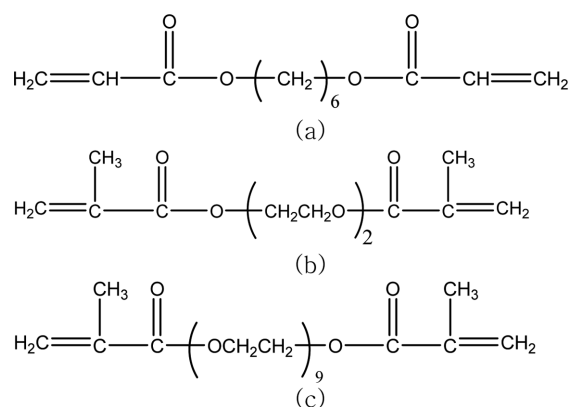
유기 산으로부터 합성되는 것들이 일반적이다. 아크릴계 점착제는 특히 추가적인 점착부여제(tackifier)의 첨가가 필요없고 산소 및 자외선에 민감하지 않으며 장시간 고온 방치에도 점착물성이 저하되지 않는 장점을 가지고 있다. 아크릴계 점착제는 기본적으로 단일 단량체보다는 공단량체와 공중합시켜 합성한다. 주단량체로는 2-ethylhexyl acrylate(2-EHA, $T_g = -70^\circ\text{C}$)와 *n*-butyl acrylate(*n*-BA, $T_g = -54^\circ\text{C}$) 등을 사용하며, 이들은 낮은 유리전이온도에 기인하는 높은 초기점착력과 유연성을 부여한다. 반면, 상온에서 일반적인 박리속도 하에서의 박리강도를 높이기 위해서는 높은 유리전이온도의 공단량체가 필요하며, vinyl acetate($T_g = -30^\circ\text{C}$), ethyl acrylate($T_g = -22^\circ\text{C}$) 그리고 acrylic acid($T_g = 106^\circ\text{C}$)와 같은 단량체들이 여기에 포함된다.^{1,6} 이들은 또한 가교반응을 일으켜 전단 저항력(shear resistance)을 높일 수 있는 반응형 관능기를 갖기도 한다.

점착제의 제조 시 경화제에 의한 가교는 고분자의 사슬 유동성을 감소시켜 전단 및 인장 탄성률을 증가시키고, 이로 인해 전단 및 박리강도의 향상을 가져오는 반면 초기점착력의 저하를 야기시키기도 한다.^{6,7} UV경화에 의한 경화반응은 환경친화적이고 높은 가교밀도에 의한 경도, 광택, 내스트래치성 및 화학적 저항성과 같은 우수한 특성을 부여하는 것으로 알려져 있다. 특히 1,6-hexanediol diacrylate(HDDA)나 divinyl benzene같은 divinyl monomer들은 소량 첨가 시 낮은 가교밀도가 가능하고 점착제의 인장 및 응집강도와 내수성 등이 향상되기 때문에 많이 사용되는 경화제들이다.^{1,2,8}

현재까지 2-EHA나 *n*-BA, 또는 IOA(isooctyl acrylate) 등 유리전이온도가 낮은 주단량체에 반대로 유리전이온도가 높은 아크릴레이트 단량체를 공단량체로 도입하는 UV경화형 아크릴 점착제의 점착물성과 공단량체의 화학적 특성간의 상관관계에 대한 연구는 지속적으로 진행되어 왔으나, 경화 후에도 적당한 초기 점착력을 유지하기 위해 유리전이온도가 낮은 아크릴 공단량체를 사용한 아크릴계 점착제에 대한 연구는 많지 않다.⁹⁻¹¹ 본 연구는 주단량체로 보통 사용되는 낮은 유리전이온도의 2-EHA 및 *n*-BA 단량체를 각각 주단량체 및 부단량체로 혼합하고, 함량별로 제조된 이들 공중합체에 대표적인 divinyl계 경화제인 HDDA와 유사한 화학구조를 갖고 있지만 분자 내 서로 다른 길이의 반복단위를 가진 두 종류의 경화제를 도입했을 때 최종 점착제의 점착물성, 특히 박리 및 전단강도를 측정하여 경화제의 화학적 구조와 경화제 내 사슬 길이의 차이가 점착물성에 미치는 영향을 서로 비교하였다.

실 험

시약. 점착제 제조를 위한 주단량체인 2-EHA와 부단량체인 *n*-BA는 Sigma-Aldrich(St. Louis, MO)사로부터 구매하여



Scheme 1. Chemical structure of crosslinking agent (a) HDDA; (b) DEGMA; (c) PEGDMA.

별도의 정제 과정 없이 사용하였다. 광 개시제인 bis(2,4,6-trimethyl benzoyl) phenyl phosphine oxide(Irgacure® 819)는 BASF(Floham Park, NJ)사로부터 구입하였으며, 최대 흡수파장대가 360 nm 부근의 장파장 영역으로 본 실험에 사용된 UV램프의 방출 스펙트럼과 잘 겹치는 것으로 확인되었다. 경화제로는 다관능성 단량체로 아크릴계 점착제에 많이 사용되는 1,6-hexanediol diacrylate(HDDA)와 서로 다른 분자량의 에틸렌 옥사이드 분자가 존재하는 diethylene glycol dimethacrylate(DEGMA) 및 poly(ethylene glycol)dimethacrylate(PEGDMA)의 3가지를 사용하였으며 모두 Sigma-Aldrich사로부터 공급받았다. Scheme 1은 사용된 경화제의 화학적 구조를 나타낸 것이다.

점착제 제조. 주단량체인 2-EHA와 부단량체인 *n*-BA를 90:10, 80:20, 70:30(wt%)의 함량비로 200 mL 비이커에 투입하고 세 종류의 경화제를 각각 0.1, 0.3, 0.5 wt%로 도입한 다음, 0.1 wt% 광 개시제를 첨가한 뒤 노출이 최대한 차단된 암실에서 기계식 교반기로 10분간 50 rpm으로 혼합하였다. 이후 bar coater를 이용하여 PET 필름 위로 50 μm 두께로 혼합물을 도포한 다음 중압 수는 램프(UVA SPOT 400/T, Dr.Hönle, Gräfelfing, Germany)로 10분간 UV 조사를 실시하여 최종 점착제를 제조하였다. UV 램프의 최대 방출 파장대는 365 nm 부근이고 UV 강도는 31 mW/cm²이다.

분석. 점착제의 UV조사 시간에 따른 전환율을 측정하기 위해 Jasco ATR PRO450-S 감쇠 전반사 흡수 분광기(attenuated total reflectance spectroscopy, ATR, Jasco International Co. Ltd., Tokyo, Japan)를 이용하여 UV조사 전후 810 cm⁻¹에서의 아크릴 이중결합의 비틀림 진동(twisting vibration)특성 피크의 변화를 분석하여 구하였다. 정확한 측정을 위해 모든 시편제조 및 측정 과정은 완전히 차폐된 암실에서 진행되었다. 점착제의 경화도에 대한 경화제의 종류 및 함량의 영향을 확인하기 위하여 젤 함량(gel content)(%)을 측정하였다. 젤 함량은 tetrahydrofuran(THF)(Sigma-Aldrich

Co., St. Louis, MO)을 용매로 사용하여 soxhlet 추출장치를 통해 구하였다. 추출 전 후의 시편의 질량을 각각 W_b 및 W_a 로 하였을 때 젤 함량은 식 (1)을 통해 직접 구하였다.

$$\text{Gel content(\%)} = \frac{W_a}{W_b} \times 100 \quad (1)$$

점착제의 유리전이온도(glass transition temperature, T_g)는 TA instrument(New Castle, DE)사의 Q200 시차주사열량계(differential scanning calorimetry, DSC)로 측정하였으며, 질소분위기 하에서 2 mg의 시편을 채취하여 -100~50 °C까지 승온시키면서 열 용량의 변화를 관찰하였다. 승온 속도는 10 °C/min로 고정하였다.

점착특성. 점착제의 초기점착력(tack)은 ASTM D2979-01 규격에 따라 TE-6001 probe tack tester(Tester Sangyo Ltd., Saitama-ten, Japan)을 이용하여 측정하였다. 1초 동안 200 g/cm의 점착 압력으로 점착제 표면에 알루미늄 팁을 가한 다음 0.1 cm/s의 속도로 제거하는 데 요구되는 힘을 초기점착력 결과로 취하였다. 점착제의 박리강도(peel strength)는 ASTM D903-49규격을 참조하여 만능시험기(universal testing machine, UTM, Instron, Norwood, MA)를 이용하여 180° peel test를 통해 측정하였다. 점착제를 25×200 mm크기로 절단하고 알루미늄 패넌 위에 부착시킨 다음 2 kg의 압축롤러를 3회 왕복시켜 단단히 고정하였다. 이어서 305 mm/s의 박리속도로 100 mm 박리 시켰을 때의 최대강도를 결과값으로 취하였다. 점착제의 동적 전단 강도(dynamic shear strength)는 ASTM D-1002규정에 따라 역시 Instron사의 만능시험기를 이용하여 측정하였다. 시편은 24시간 동안 진공 오븐에서 숙성시킨 후 5개의 시편 결과의 평균값을 결과로 취하였으며, crosshead 속도는 20 mm/min로 고정하였다.

결과 및 토론

Figure 1은 2-EHA/n-BA 점착제의 UV 조사 시간에 따른 ATR분석 결과를 나타낸 것이다. 810 cm^{-1} 에서의 아크릴 단량체의 -C=C- 이중결합 특성피크의 감소 정도를 통해 전환율을 환산한 결과를 Table 1에 정리하였다. 전환율 값은 1720 cm^{-1} 에서 나타나는 일정한 PET 필름의 에스터 기 내 C=O 결합 특성피크를 참조하여 식 (2)에 각각의 피크세기를 대입하여 얻은 것이다.⁶

$$\text{Conversion(\%)} = \frac{[I_0]_{810 \text{ cm}^{-1}} - [I]_{810 \text{ cm}^{-1}}}{[I_0]_{810 \text{ cm}^{-1}}} \quad (2)$$

여기서, $[I_0]$ 와 $[I]$ 는 각각 UV 조사 전후의 피크세기를 의미한다. 결과에서 경화제의 종류와 관계없이 조사 시간 5분 이내에 70~80%에 도달하여 10분 경과 후 90% 전후의 최종 전환율을 갖는 것을 알 수 있다. 또한 최종 전환율은 2-EHA/n-

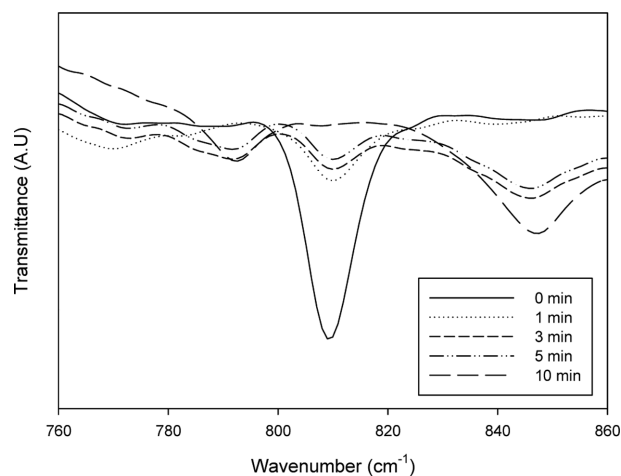


Figure 1. Transmittance of 2-EHA/n-BA PSAs as a function of UV irradiation time.

Table 1. Conversion(%) of 2-EHA/n-BA PSAs according to UV Irradiation Time

(a) 2-EHA/n-BA=90/10					
Crosslinking agent	Conversion (%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	46	61	77	90
DEGDMA	0	54	66	79	88
PEGDMA	0	56	70	80	90
(b) 2-EHA/n-BA=80/20					
Crosslinking agent	Conversion (%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	51	64	78	93
DEGDMA	0	59	69	80	89
PEGDMA	0	61	70	81	90
(c) 2-EHA/n-BA=70/30					
Crosslinking agent	Conversion (%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	45	60	71	88
DEGDMA	0	60	73	81	93
PEGDMA	0	63	78	82	92

BA 공단량체의 혼합비와 뚜렷한 상관관계가 없는 것으로 확인되었다. 이것은 경화제의 화학적 구조가 점착제의 전환율에 별다른 영향을 미치지 않는 것을 의미한다.

Soxhlet 추출 장치를 이용하여 측정한 점착제의 경화제 농도에 따른 젤 함량의 변화와 UV 조사 시간에 따른 젤 함량 변화를 각각 Figure 2와 Table 2에 나타내었다. 동일한 공단량체 함량비에서 경화제 농도가 증가할수록 젤 함량이 증가하며 세 경화제의 종류에 따른 차이는 미미한 것으로 확인되

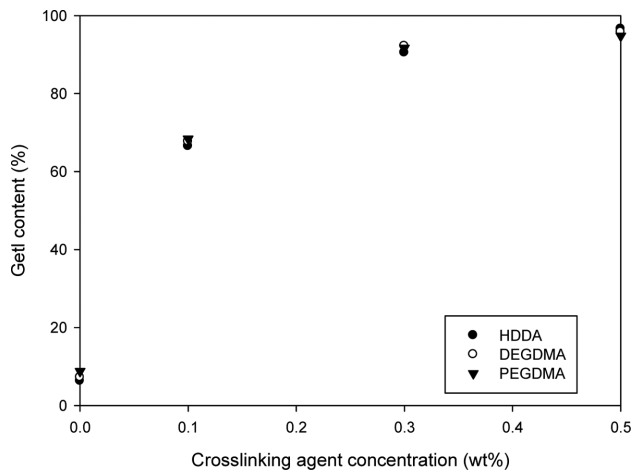
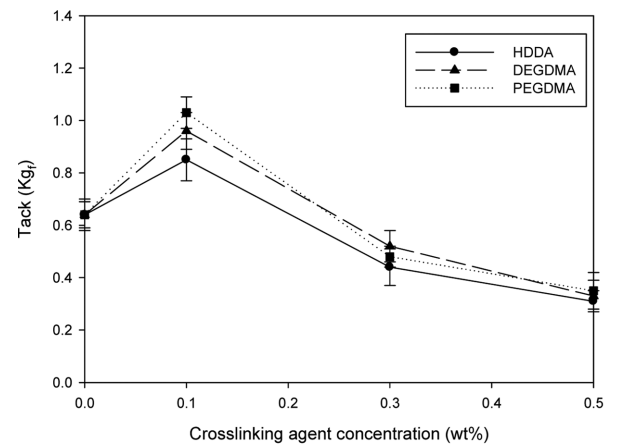


Figure 2. Gel content of 2-EHA/*n*-BA PSAs as function of crosslinking agent concentration (2-EHA/*n*-BA=80/20).

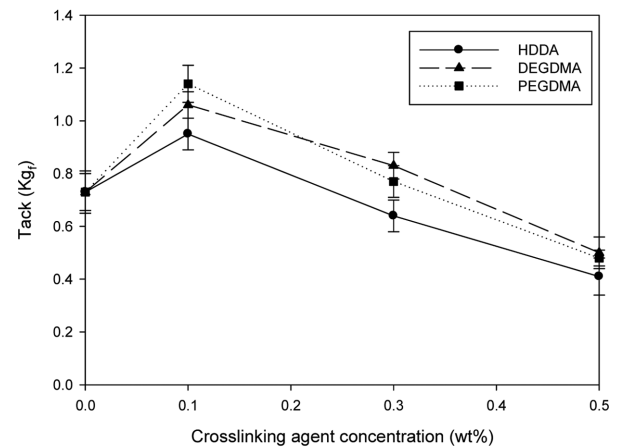
Table 2. Gel Contents of 2-EHA/*n*-BA PSAs according to UV Irradiation Time

2-EHA/ <i>n</i> -BA=90/10					
Crosslinking agent	Gel content (wt%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	31	56	77	86
DEGDMA	0	50	67	71	85
PEGDMA	0	55	69	70	84
2-EHA/ <i>n</i> -BA=80/20					
Crosslinking agent	Gel content (wt%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	41	60	89	91
DEGDMA	0	54	69	83	92
PEGDMA	0	56	70	80	92
2-EHA/ <i>n</i> -BA=70/30					
Crosslinking agent	Gel content (wt%)				
	0 min	1 min	3 min	5 min	10 min
HDDA	0	21	50	61	80
DEGDMA	0	36	47	56	79
PEGDMA	0	40	49	51	82

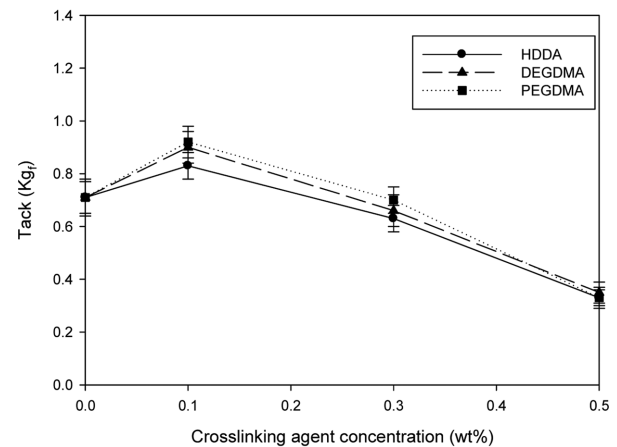
었다. 이어서 경화제 양이 0.3 wt%로 고정된 조건에서 UV 조사 시간에 따른 젤 함량의 변화 역시 경화제의 종류에 관계없이 조사 시간이 길어질수록 젤 함량도 함께 증가하는 것을 알 수 있다. 특히 2-EHA/*n*-BA 공단량체의 혼합비가 80:20 일 때 가장 높은 젤 함량을 갖는 것을 알 수 있으며, 조사 시간에 따른 젤화 속도는 앞서 전환율의 결과와 유사하게 PEGDMA와 DEGDMA를 경화제로 각각 사용하였을 때가 HDDA보다 더 빠른 것을 알 수 있다.



(a)



(b)



(c)

Figure 3. Tack of 2-EHA/*n*-BA PSAs as a function of crosslinking agent concentration: (a) 2-EHA/*n*-BA=90/10; (b) 2-EHA/*n*-BA=80/20; (c) 2-EHA/*n*-BA=70/30.

경화제의 종류 및 공단량체의 함량비에 따른 점착제의 초기 점착력을 측정된 결과를 Figure 3에 나타내었다. 점착제의 초기 점착력은 경화제 종류에 관계없이 0.1 wt%가 첨가되었

을 때 가장 큰 값을 나타낸 후 함량이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였다. 또한 모든 경화제 농도에 걸쳐 2-EHA와 *n*-BA 공단량체의 함량비가 80:20일 때 가장 높은 초기 접착력을 갖는 것으로 확인되었다. 낮은 탄성률과 이에 따른 적당한 초기 접착력을 갖기 위해서는 점착제에 사용되는 고분자의 유리전이온도가 충분히 낮아야 하며 본 실험에 사용된 2-EHA와 *n*-BA의 경우 단독 중합 시 각각 -70, -54 °C로 낮은 유리전이온도를 갖는다.^{2,5} 따라서 경화제 함량이 0.3 wt% 이상 증가할 경우 유리전이온도 및 사슬 경직성의 증가로 인해 초기 접착력이 감소하는 것으로 판단된다. 경화제 종류에 따른 점착제의 초기 접착력은 각각 PEGDMA와 DEGDMA를 도입한 점착제의 경우 초기 접착력이 서로 유사한 반면, HDDA를 도입한 계는 모든 경화제 농도에서 상대적으로 낮게 나타났으며, 이것은 분자 내 포함된 메틸기와 주사슬 내 상대적으로 긴 에틸렌옥사이드 기가 경화 후에도 사슬 유연성을 부여하기 때문인 것으로 추측된다.^{5,12}

2-EHA/*n*-BA 점착제의 공단량체 조성별 경화제 함량에 따른 박리강도 측정 결과를 Figure 4에 나타내었다. 공단량체의 함량비와 관계없이 경화제가 포함되지 않은 시편의 박리강도가 가장 높게 나타났으나 응집파괴(cohesive failure)가 일어났으며, 경화제가 도입됨에 따라 분자간 가교에 의해 응집파괴에서 계면파괴로 바뀌면서 박리강도는 서서히 감소하는 것을 알 수 있다. 앞서 초기 접착력의 결과와 유사하게 공단량체의 함량비가 80:20일 때 모든 경화제 농도에 걸쳐 박리강도가 가장 높게 나타났다. 일반적인 아크릴 점착제는 50~90%의 주단량체와 10~40%의 부단량체의 공중합체로 구성되어 낮은 유리전이온도를 가진 부단량체의 도입은 분자 유연성의 증가로 점착제의 초기 접착력을 높이는 반면 상온에서 박리강도를 저하시키는 결과를 초래할 수 있기 때문에 적절한 함량비를 찾는 것이 중요하다. 본 연구에서 *n*-BA는 대표적인 낮은 유리전이온도의 아크릴 단량체로 20%의 함량에서 접착물성의 고른 향상이 관찰되어 최적의 함량비로 판단되며 30% 이상의 농도에서는 10%가 첨가된 계보다 낮은 접착물성을 보이는 것으로 보아 유리전이온도의 상승이 접착물성의 저하를 초래한 것으로 추측된다.

선행된 연구 결과에 따르면 경화제의 농도가 증가하면 분자 내 3차원 망상구조의 증가로 사슬 움직임이 제한되므로 박리강도는 감소하는 것으로 알려져 있다.^{2,6,12} 본 실험결과에서 초기 점착제의 결과와 마찬가지로 PEGDMA와 DEGDMA가 경화제로 도입된 점착제의 박리강도가 HDDA를 첨가한 계에 비해 다소 높거나 유사한 값을 갖는 것은 초기 접착력의 증가에 기여했던 PEGDMA 및 DEGDMA 분자 내 메틸기와 유연한 에틸기기를 포함한 긴 사슬이 동일한 경화제 농도에서 분자 강직성을 떨어뜨리고 점착제와 피착제간 계면 접촉(interfacial contact)을 유지하는데 기여하기 때문인 것으로 판단된다.¹³⁻¹⁶ 한편, 유사한 메타크릴레이트 화학구조를 가

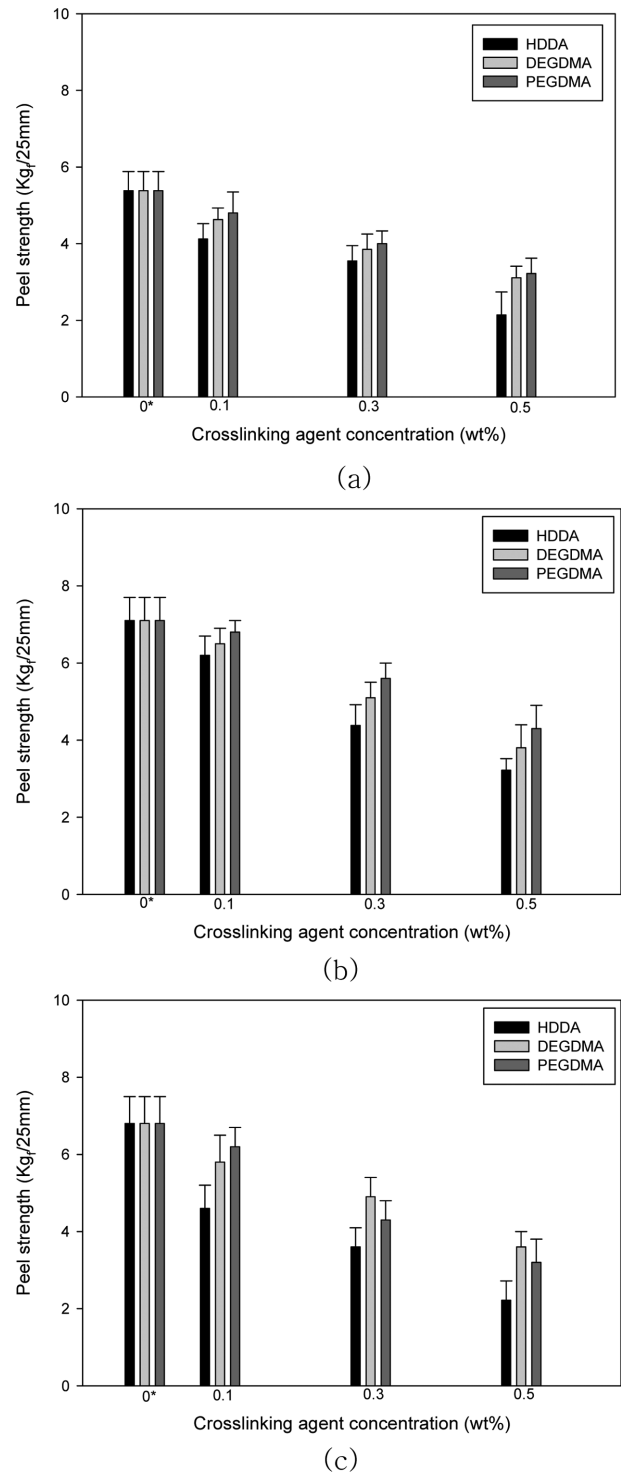


Figure 4. Peel strength of 2-EHA/*n*-BA PSAs as a function of crosslinking agent concentration: (a) 2-EHA/*n*-BA=90/10; (b) 2-EHA/*n*-BA=80/20; (c) 2-EHA/*n*-BA=70/30 (*means cohesive failure).

졌으나 분자 내 반복단위인 에틸렌옥사이드 기의 길이가 서로 다른 DEGDMA와 PEGDMA를 경화제로 사용한 점착제

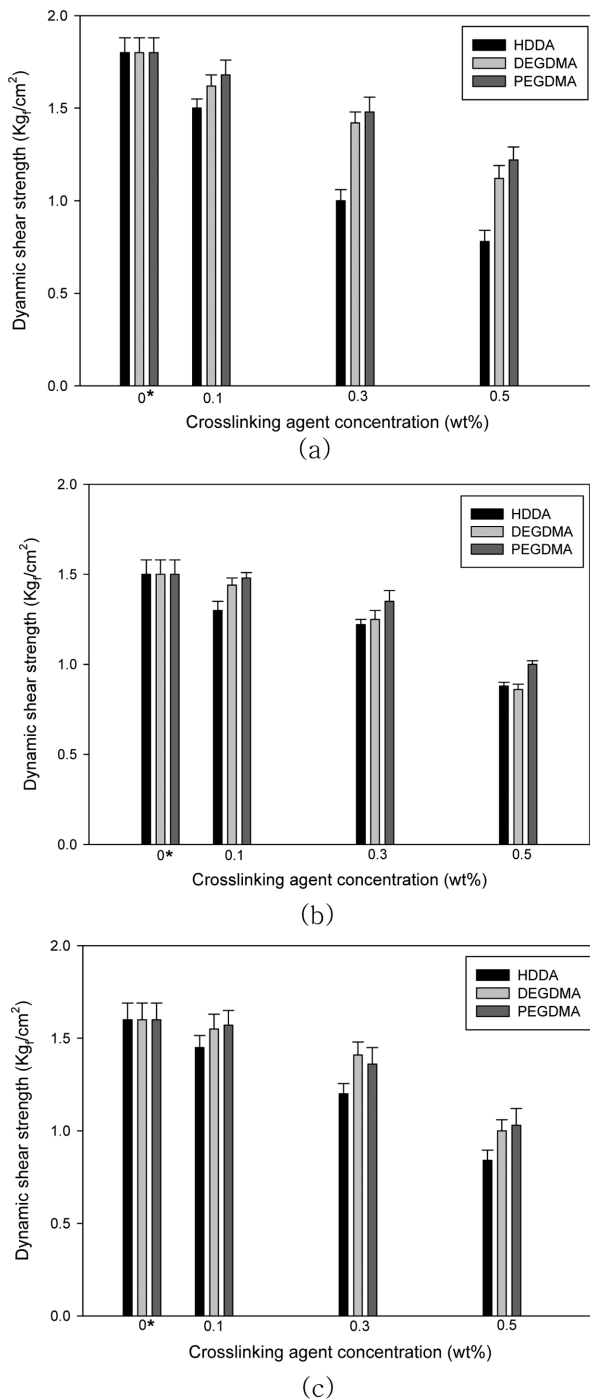


Figure 5. Dynamic shear strength of 2-EHA/*n*-BA PSAs as a function of crosslinking agent concentration: (a) 2-EHA/*n*-BA=90/10; (b) 2-EHA/*n*-BA=80/20; (c) 2-EHA/*n*-BA=70/30 (*means cohesive failure).

간의 점착물성의 차이가 화학구조가 상대적으로 크게 다른 HDDA계와의 차이에 비해 미미한 것으로 나타났다. 이것은 본 연구와 같은 낮은 경화제 농도의 조건에서 경화제 내 반복단위의 길이는 점착제의 점착물성에 별다른 영향을 미치지

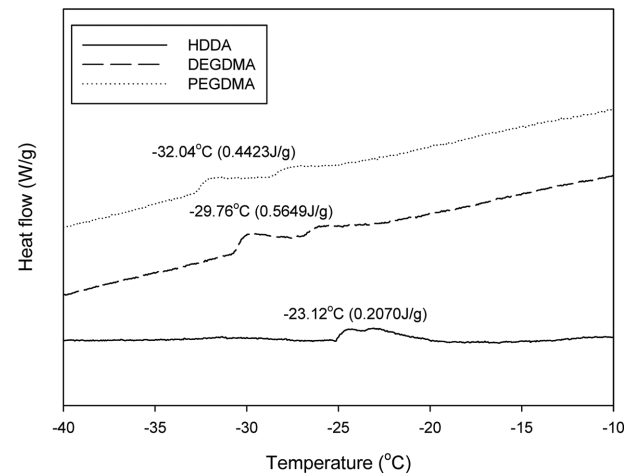


Figure 6. DSC thermograms for 2-EHA/*n*-BA PSAs with various crosslinking agent (0.1 wt%).

못한다는 것을 의미하며 추가적인 연구를 통해 다양한 경화제 농도에서의 결과와 비교해 볼 필요가 있다고 생각된다.

점착제의 동적 전단강도는 표면특성보다 고분자 사슬간 응집력에 의존하며, 응집력은 hard monomer의 도입, 분자량 증가 또는 가교 등에 의해 향상될 수 있다.^{2,12,13} Figure 5의 동적 전단강도 측정결과에서 경화제가 첨가되지 않은 시편의 경우 모든 공단량체 함량비에서 응집파괴가 일어났으며, 0.1 wt%의 경화제 농도에서 가장 높은 값을 나타낸 뒤 서서히 감소하는 것을 알 수 있다. 또한 앞서 박리 강도 측정결과와 유사하게 각각 PEGDMA와 DEGDMA를 경화제로 도입된 점착제의 전단강도가 HDDA를 첨가한 계에 비해 약간 높다는 것을 확인할 수 있다. 결과로부터 0.1 wt%의 경화제가 도입된 경우 초기 점착력의 손실 없이 가교에 의해 고분자 내부 응집력을 유지하여 응집파괴 없는 높은 박리강도 및 전단강도를 갖는 것으로 판단된다.

Figure 6은 경화제 종류 및 함량에 따른 2-EHA/*n*-BA (80:20) 점착제의 DSC측정 결과를 나타낸 것으로, 점착제의 유리전이온도는 경화제로 PEGDMA와 DEGDMA가 도입된 계의 유리전이온도가 HDDA를 첨가한 시편에 비해 약간 낮다는 것을 확인할 수 있다. 고분자 내 화학적 또는 물리적 가교는 분자량 증가나 이차결합과 마찬가지로 분자 유동성을 떨어뜨려 유리전이온도 상승을 야기시키는 것으로 알려져 있다.^{6,12,13} 본 실험에서 PEGDMA와 DEGDMA가 도입된 점착제의 경우 앞서 점착 특성의 결과와 마찬가지로 상대적으로 긴 분자 내 에틸렌옥사이드 및 메틸기의 존재로 인해 HDDA가 첨가된 계에 비해 상대적으로 낮은 온도에서 유리전이온도가 관찰되는 것으로 추측된다.^{6,12,13}

결과를 종합해 볼 때 2-EHA와 *n*-BA를 공단량체로 하는 UV 경화형 점착제를 제조하는 경우 경화제의 도입으로 두 공단량체의 함량비와 관계없이 박리 시 응집파괴를 억제할

수 있으며, 경화제로 PEGDMA와 DEGDMA를 각각 사용한 계가 HDDA를 사용한 계에 비해 다소 높은 초기 접착력과 박리강도를 나타내는 것을 알 수 있다.

결 론

유리전이온도가 낮은 대표적인 아크릴계 단량체인 2-EHA와 *n*-BA를 공단량체로 하여 서로 다른 함량비로 혼합한 뒤 UV 경화에 의한 접착제를 제조하고, 이 때 사용된 경화제의 화학적 구조와 농도가 최종 접착물성에 미치는 영향에 대하여 조사하였다. 경화제가 첨가되지 않은 접착제는 모든 공단량체 함량비에서 박리 시 응집파괴가 일어났으며, 경화제로 화학적 구조가 유사한 PEGDMA와 DEGDMA를 각각 사용했을 경우 두 접착제간 접착물성의 차이는 미미했으나, HDDA를 첨가한 시편에 비해서는 이들이 다소 높은 접착물성을 갖는 것으로 확인되었다. 또한 경화제 농도는 0.1 wt%일 때 초기접착력과 박리강도의 균형적인 향상을 얻을 수 있으며, 공단량체의 함량비는 80:20일 때가 가장 우수한 접착 물성을 갖는 것으로 나타났다. PEGDMA와 DEGDMA의 경우 분자내 길고 유연한 에틸렌옥사이드기와 부피가 큰 메틸기를 포함하고 있어 경화 후에도 상온에서 사슬 유연성을 부여하여 낮은 경화제 농도에서 응집파괴 없이 접착물성을 향상시킬 수 있는 것으로 추측되며, 주사슬에 결합된 에틸렌옥사이드기의 길이는 본 연구의 실험 조건에서 접착물성에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 이들 경화제 역시 HDDA와 마찬가지로 농도가 증가할수록 사슬 경직성이 증가하고 접착제와 피착제간 계면 접촉 면적이 줄어들면서 접착물성이 크게 감소하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. J. Kajtna, B. Alic, M. Krajnc, and U. Sebenik, *Int. J. Adhes.*, **49**, 103 (2014).
2. S. Sun, M. Li, and A. Liu, *Int. J. Adhes.*, **41**, 98 (2013).
3. Y. Peykova, O. V. Levedeva, A. Diethert, and P. M. Buschbaum, *Int. J. Adhes.*, **34**, 107 (2012).
4. J. Kajtna and U. Krajnc, *Int. J. Adhes.*, **31**, 822 (2011).
5. D. Satas, *Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology*, Van Nostrand Reinhold, New York, 1989.
6. I. M. Cho, H. G. Kim, D. H. Lee, J. C. Lim, and K. E. Min, *Polym. Korea*, **34**, 226 (2010).
7. M. D. Gower and R. A. Shanks, *J. Appl. Polym. Sci.*, **93**, 2909 (2004).
8. B. Pang, C. M. Ryu, and H. I. Kim, *J. Mat. Sci. Eng. B*, **178**, 1212 (2013).
9. J. D. Zhang, M. J. Yang, Y. R. Zhu, and H. Yang, *Polym. Int.*, **55**, 951 (2006).
10. W. Jiang, F. L. Jin, and S. J. Park, *J. Ind. Eng. Chem.*, **18**, 1577 (2012).
11. A. B. Foster, P. A. Lovell, and M. A. Rabjohns, *Polymer*, **50**, 1654 (2009).
12. C. M. Ryu, B. L. Pang, H. I. Kim, J. W. Park, S. W. Lee, H. J. Kim, and K. M. Kim, *Polym. Korea*, **36**, 315 (2011).
13. D. B. Kim, *Polym. Korea*, **38**, 397 (2014).
14. P. Kröger and W. Schimmel, *Vernetzung von Copolymerisaten auf Acrylatbasis*, in Coating, 11th Munich Adhesives and Finishing Seminar (1984), **2**, 66 (1985).
15. M. Novak, *American Ink Maker*, **10**, 44 (1983).
16. R. Milker and Z. Czech, *Solvent Based Pressure Sensitive Adhesives*, 16th Munich Adhesive and Finishing Seminar, Munich, Germany, 134 (1991).