

가교제 종류에 따른 접착시트 제조 및 다양한 피착재에서의 접착 특성 연구

김현지¹ · 강승인¹ · 전호균² · 이지은² · 박현주² · 이종환² · 성동기^{1,3†}

¹부산대학교 응용화학공학과

²한국소재융합연구원

³부산대학교 고분자공학과

(2024년 08월 09일 접수, 2024년 09월 03일 수정, 2024년 09월 04일 채택)

Preparation of Adhesive Sheet from Several Types of Crosslinking Agents and Their Adhesion Characteristics with Various Substrates

Hyun ji Kim¹, Seung In Kang¹, Ho Kyoon Jeon², Ji Eun Lee²,
Hyun Ju Park², Jong Hwan Lee², Dong Gi Seong^{1,3†}

¹School of Chemical Engineering, Pusan National University, Busan, Republic of Korea

²Korea Institute of Materials Convergence Technology, Busan, Republic of Korea

³Department of Polymer Science and Engineering, Pusan National University, Busan, Republic of Korea

(Received August 09, 2024, Revised September 03, 2024; Accepted September 04, 2024)

요약: 본 연구에서는 라디칼 공중합 반응을 통하여 butyl acrylate, butyl methacrylate를 기본 단량체로 하고, 관능성 단량체인 acrylic acid를 적용하여 아크릴 접착제를 합성하였다. 카복실기와 반응하는 관능성기가 함유된 가교제 3종 (isocyanate, amine, aziridine)을 이용하여 접착시트를 제작하였으며, 폴리프로필렌, acrylonitrile butadiene styrene, 스테인리스, 그리고 유리를 포함하는 4종의 피착재에 대한 접착력을 평가함으로써 접착제 및 피착재의 상관관계를 연구하였다. 가교제의 함량에 따라 접착제의 극성이 증가하게 되고, 그 영향으로 표면에너지도 증가하는 경향이 나타났다. 가교제의 종류와 관계없이 함량이 증가함에 따라 초기 접착력은 감소하였고, 겔 분율 측정을 통해 가교제의 종류가 crosslinking에 큰 영향을 미침을 확인하였다. 접착력 평가 결과, amine 가교제를 사용하였을 때 모든 피착재에 대해 우수한 접착 특성이 발현되었다.

Abstract: In this study, acrylic pressure sensitive adhesive (PSA) using butyl acrylate and butyl methacrylate as basic monomers and functional monomer such as acrylic acid was synthesized. Adhesive sheet was prepared by using three types of crosslinking agents (isocyanate, amine, aziridine) containing a functional group reacting with carboxyl group. The correlation between the PSA and substrate was studied by evaluation the peel strength according to the four substrates (polypropylene, acrylonitrile butadiene styrene, stainless steel, and glass). The polarity of the PSA increases with the amount of the crosslinking agent, and the surface energy also increases due to the influence of the crosslinking agent. Regardless of the type of crosslinking agent, the tack decreases as the content increased, and it was confirmed by the gel fraction measurement that the type of crosslinking agent had influence on the crosslinking. As a result of peel strength evaluation, excellent adhesion characteristics were expressed for all substrates when amine crosslinking agent was used.

Keywords: Pressure sensitive adhesive (PSA), Crosslinking agent, Adhesion sheet, Substrate, Peel strength

† Corresponding author: Jongbok Kim (jbkim@kumoh.ac.kr)

1. 서론

감압접착제(Pressure sensitive adhesive, PSA)란 상온에서 점착성을 가지고 물, 열, 용제, 빛 등과 같은 외적 작용을 필요로 하지 않으며 지압과 같은 작은 압력으로도 피착물에 대해 점착력을 발현하는 물질로 정의된다[1].

점착제에 관한 연구는 1845년 Shecut와 Day가 고무계 점착제를 반창고에 처음 응용함으로써 시작되었고, 1926년 Levine이 최초의 전기 테이프를 생산하였으며 1899년에는 고무에 산화아연과 coumarone-indene 수지를 넣은 점착제가 출현함으로써 이후 발전을 거듭하여 1920년대부터 절연 테이프가 생산되었다. 이러한 연구가 진행됨으로 인해 현재는 라벨, 메모지, 양면테이프 등의 제품으로 전기·전자, 자동차, 정밀화학, 포장 및 건축 분야에 널리 사용되고 있으며 수요량이 지속적으로 증가하고 있다[2-6].

아크릴계 점착제는 분자 내 이중결합이 없는 포화 탄화수소계 고분자이며 무색투명한 성질을 가지고, 다른 고분자에 비해 내후성, 내유성, 산화 저항성 및 내열성이 우수할 뿐 아니라 기능성 단량체를 이용하여 용도에 맞춰 물성을 조절할 수 있다는 장점을 가지고 있다[7-9].

점착제 제조 방법 중 용액형의 경우 분자량이 비교적 적게 중합되기 때문에 가교제를 병용 처리하여 중합체를 부분 가교시키는 것이 일반적이다. 가교제의 종류에는 isocyanate계, amine계, aziridine계 등 여러 가지가 있으며, 각기 다른 가교제의 배합으로 점도, 분자량에 변화를 줌은 물론 점착의 3대 물성인 박리강도, 응집력, 그리고 초기 점착력에서의 차이를 발생시켜 영구형 또는 재박리형 점착제를 결정하는 데 중요한 역할을 한다[10].

본 연구에서는 적용한 가교제 종류에 따른 점착시트를 제조 후, 그에 따른 피착재별 점착특성을 연구하였다. 이를 위해 butyl acrylate (BA), butyl methacrylate (BMA)를 주 단량체로 선정하고, acrylic acid (AA)를 부단량체로 선정하여, 아크릴계 PSA를 합성하였다. 합성한 PSA의 구조는 FT-IR을 통해 측정하였으며, 점도, 분자량, 그리고 고형분을 통해 합성된 점착제의 기본 물성을 측정하였다. 여기에 작용기가 서로 다른 가교제 3종(isocyanate, aziridine, amine)을 사용하여 점착시트를 제조하였다. 선정한 3종의 가교제는 부단량체인 AA와 반응하여 각각 urethane, ester, amide 결합을 형성하여 가교되며[11-13], 가교제마다 다른 구조 및 반응성에 의해 나타나는 점착시트의 특성을 표면에너지, 젤 분율, 그리고 점착 물성 평가를 통해 비교 분석하였다. 본 연구를 통해 얻어진 결과는, PSA 기반의 점착시트를 제작하는 데 있어 사용하는 가교제와 피착재에 대한 데이터베이스를 제공할 수 있으며, 자동차 내장재의 점착, 전자기기용 점착재, 그리고 의료용 테이프 등 산업 전반에서 사용되는 PSA의 적용처 선정에 있어 시너지 효과를 발휘할 수 있을 것을 기대한다.

2. 실험

2.1. 시약 및 재료

아크릴계 점착제를 중합하기 위해 n-butyl acrylate (n-BA)와 BMA를 주단량체로, 관능성 단량체인 AA를 부단량체로 선정하였으며, Junsei Chemical 사의 1급 시약을 사용하였다. 개시제인 benzoyl peroxide (BPO)는 Junsei Chemical 사의 1급 시약으로 사용 전 상온에서 다량의 메탄올에 용해시키고 여과 후 다시 저온에서 냉각시켜 순도를 높이는 재결정법으로 정제하였으며, 용매인 ethyl acetate (EAc)는 Samchun Chemical 사의 1급 시약을 그대로 사용하였다. 점착시트 제조 시 사용된 가교제 3종은 Henkel 사의 ARF-40 (isocyanate type), Jiangsu cale new material 사의 HD-100 (aziridine type), Junsei Chemical 사의 triethylenetetramine (amine type)이며, 지지체로는 코로나 방전 처리된 polyethyleneterephthalate (PET) film을 사용하였다.

2.2. 아크릴계 점착제 합성 및 기본 물성 측정

아크릴계 점착제의 합성을 위해 Fig. 1에서 나타낸 것과 같이 실험을 준비하였다. 교반기, 적하 깔때기, 질소 도입관, 환류 냉각기가 장착된 500 mL 4구 반응기를 준비하여 활용하였으며, 여기에 일정비로 혼합시켜 놓은 단량체와 개시제 및 용매를 전체량의 30%를 넣은 후 반응기 내 용존 산소를 제거하기 위해 질소 퍼지를 5회 시행하였다. 이후 60 rpm의 교반 속도에서 반응기 내부 온도를 80°C로 승온시켜 질소 기류하에 초기 중합을 시행하였고, 30 min 간의 초기 중합 후 남은 혼합 용액 70%를 5 h 동안 일정한 유속으로 적하시키며 중합을 진행하였다. 용액 적하 종료 후 일정한 중합 온도에서 3 h 동안 교반을 시행한 뒤 30°C로 냉

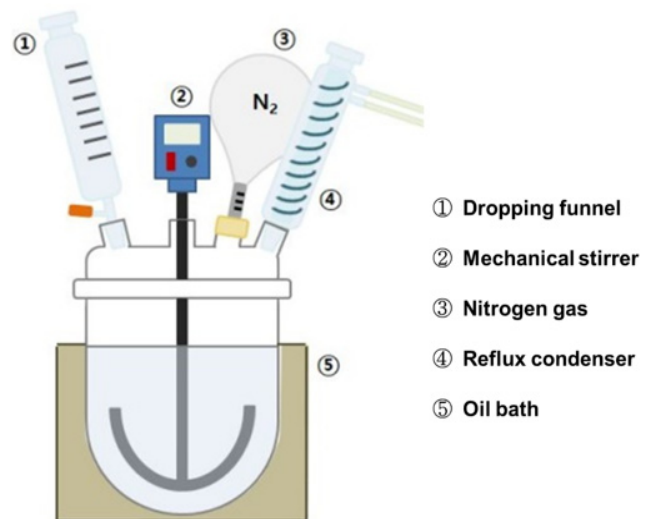


Figure 1. Apparatus for the synthesis of acrylic pressure sensitive adhesive (PSA).

각하여 반응을 종료하였다(Fig. 2). AA 도입시 점착제의 물성 변화를 알아보기 위해, 두 종류의 아크릴계 점착제를 합성하였다. n-BA, BMA의 반응과 AA의 유무에 따라 각각 BB 그리고 BBA라고 명명한 아크릴계 점착제를 합성했으며, 중합된 점착제의 조성은 Table 1에 나타내었다. 합성된 점착제의 구조분석을 위해 Jasco 사의 FT-IR (series 430)을 사용하였으며, 4000~400 cm⁻¹의 측정 범위에서 32회 scan하여 스펙트럼을 분석하였다. 합성된 점착제 BBA의 기본 물성 측정을 위해 Mettler Toledo 사의 수분 분석기(HB43-S hologen)를 이용하여 고형분을 측정하였고, 점도 측정은 25°C의 항온조에서 sample병 내부 온도를 유지시킨 다음 Brookfield사의 점도계(LVDV-1)를 이용하여 spindle no.3, 6 rpm의 조건하에서 2 min간 측정하였다. 아크릴 점착제의 중량 평균 분자량(Mw)은 GPC column (Waters Styragel HR5E)과 refractive index detector가 장착된 Water 사의 Alliance E 2695를 이용하여 측정하였으며, 측정 조건은 시료 0.1 g을 10 g의 THF에 용해하여 진행하였다.

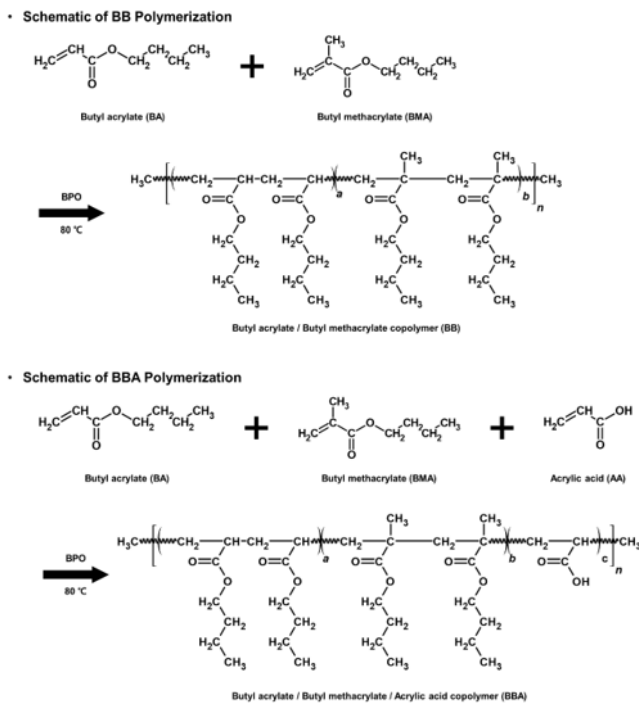


Figure 2. Schematic of polymerization process.

2.3. 가교제 종류에 따른 점착시트 제조

점착제의 물성 개선을 위해 가교제 3종(isocyanate, aziridine, amine)을 사용하여 아크릴 점착시트를 제조하였다. 코로나 방전 처리된 50 μm 두께의 PET film에 점착제 BBA와 가교제(isocyanate, aziridine)를 혼합한 용액을 Baker applicator를 이용하여 30 μm (dry)로 코팅한 후, 건조 시 기포가 발생하는 현상을 개선하기 위해 50°C dry oven에서 1 min선 건조 후 110°C에서 2 min동안 건조를 진행하였다. Amine 가교제는 코팅 방법과 선 건조 방법은 동일하며, 110°C dry oven에서 1 h 동안 건조를 진행하였으며, 점착제의 가교 반응을 위해 50°C, 24 h 조건하에서 aging시켜 점착시트를 제조하였다. 점착제와 가교제의 반응 메커니즘은 Fig. 3에 나타내었다[14,15].

2.4. 점착시트의 겔 분율 측정

피착재와 점착제의 계면접합특성을 알아보기 위해 Phenix 300 (Surface Electro Optics Co.)을 이용한 접촉각 측정으로 표면에너지를 구하였다[16,17].

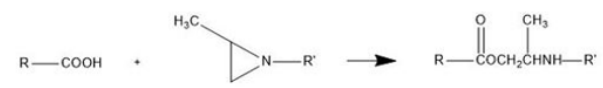
2.5. 점착시트의 겔 분율 측정

PET film에 25 μm (dry) 두께로 점착제를 도포한 후 5 cm × 5 cm 크기로 샘플링하여 무게를 측정한 뒤 25°C에서 24 h 동안 EAc에 침지하였다. 그 후 PET 필름을 꺼내 110°C, 30 min의 조건으로 dry oven에서 건조하여 EAc를 제거하고, 무게를 측정하였다. 이렇게 얻은 결과를 가지고 초

• Amine crosslinking agent



• Aziridine crosslinking agent



• Isocyanate crosslinking agent



Figure 3. Reaction of crosslinking agents.

Table 1. Polymerization conditions for synthesis and physical properties of acrylic pressure sensitive adhesives

Name	Materials			Reaction conditions		Physical properties			
	BA	BMA	AA	Monomer/ solvent ratio	BPO (phr)	Soild content (%)		Mw (g/mol)	
						Theoretical	Measured		
BB	70	30		0.82	0.5	45.0	44.6	1350	540800
BBA	70	27	3				44.2	6020	689800

기 샘플의 무게와 남은 샘플 무게의 백분율 비를 계산하여 젤 분율로 나타내었다.

2.6. 점착시트의 점착력 시험

점착력 측정 시험은 한국공업규격 KS T 2018 (점착테이프 및 점착시트의 점시험방법)에 따라 진행하였다[18].

2.6.1. 박리강도(Peel strength) 측정

제작한 점착시트를 폭 1 inch, 길이 15 mm의 규격으로 자른 후, 폭 50 mm, 길이 125 mm의 피착재 4종(폴리프로필렌(PP), acrylonitrile butadiene styrene (ABS), 스테인리스(SUS), 유리(Glass))에 부착시키고 2 kg의 고무 롤러로 5 mm/min 속도로 1회 왕복시켜 압착하여 상온에서 24 h 방치 후 평가를 시행하였다. 점착력 측정 장비는 Dackyung Tech 사의 universal testing machine (UTM), DTU-900MHA를 사용하였고, 300 mm/min의 속도로 180° 방향으로 총 3번 시행하여 점착력의 평균값을 취하였다.

2.6.2. Ball tack 측정

J. DOW 법[19]에 의해 30°의 경사각의 경사판 위에 점착시트를 고정하고 보조 주행로 5 cm, 측정부 10 cm로 설정하여 ball을 굴려서 측정부(점착시트) 내에서 완전히 정지하는 ball의 크기로 tack을 표시하였다. 이때 사용되는 ball은 KS D 3525에서 규정한 고탄소 크롬 베어링 강재로 하며, ball의 크기는 1/32 inch부터 32/32 inch까지로 사용하며 1/32 inch를 no.1, 2/32 inch를 no.2로 하여 이러한 방식으로 ball의 크기를 기록하였다.

2.6.3. 응집력 측정

제작한 점착시트를 피착재 4종(PP, ABS, SUS, Glass)에 부착시키고 2 kg의 고무 롤러로 5 mm/min 속도로 1회 왕복시켜 압착하여 상온에서 40 min 방치 후 각도를 0°로 유지하며 1 kg의 하중을 걸어 70°C, 1 h 동안 dry oven에서 평가를 시행하였다. 측정 결과는 점착시트가 피착재에서 미끄러진 거리를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. Acrylic acid 도입에 따른 물성 변화

AA의 도입 여부에 따라 합성된 BB와 BBA의 FT-IR spectrum을 Fig. 4에 나타냈다. 분석 결과 아크릴의 특성 peak인 2960 cm^{-1} 에서의 $-\text{CH}_3$ 신축진동, 1450 cm^{-1} 의 $-\text{CH}_2-$ 변각진동 및 1750 cm^{-1} 부근의 C=O 신축진동을 확인할 수 있었다[20-22]. Acrylic acid가 도입된 BBA의 경우 3300~2500 cm^{-1} 에 걸쳐 carboxylic acid의 O-H 신축진동이 있음을 확인하였다. 합성된 점착제의 기본 물성은 Table 1에 나타내었다. BA와 BMA만으로 합성된 BB는 AA가 도입된

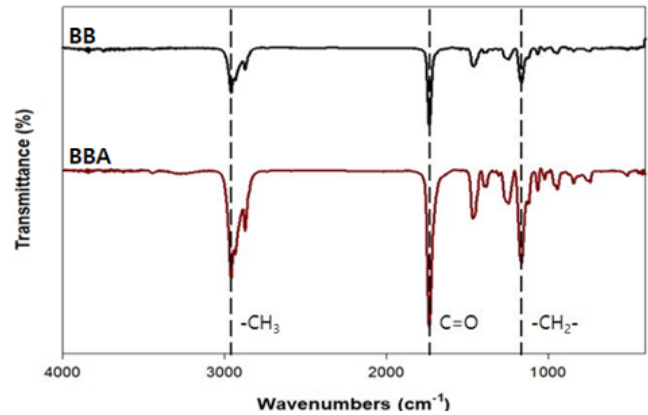


Figure 4. FT-IR spectra of the synthesized polymers.

BBA보다 점도 및 분자량이 낮게 측정되었다. 이를 통해 관능성 단량체의 존재는 합성된 고분자의 점도 증가에 영향을 미치며, 분자량과 점도는 상관관계에 있음을 확인하였다.

3.2. Crosslinking agent 종류에 따른 가교도 변화

점착시트 6종에 대한 젤 분율 측정 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 가교제의 함량이 증가할수록 모든 부분에서 가교도가 증가하는 경향이 나타났으며, 가교제 종류별로 crosslinking을 진행한 결과 aziridine > isocyanate > amine 순으로 가교도가 감소하였다. Aziridine계 가교제의 경우 93.55%의 매우 높은 가교도를 나타낸 것으로 보아 카복실기와 가교도가 우수하다는 것을 알 수 있었다[23,24].

3.3. Crosslinking agent 함량에 따른 표면에너지 변화

가교제의 함량을 달리하여 제조된 점착시트의 표면에너지 측정 결과를 Table 2에 나타내었다. Isocyanate와 amine 가교제를 사용한 점착시트의 경우 가교제의 함량이 증가할수록 표면에너지가 증가하는 경향이 나타났으며, 이는 AA 내의 카복실기와 가교제의 반응을 통해 중합된 고분자가

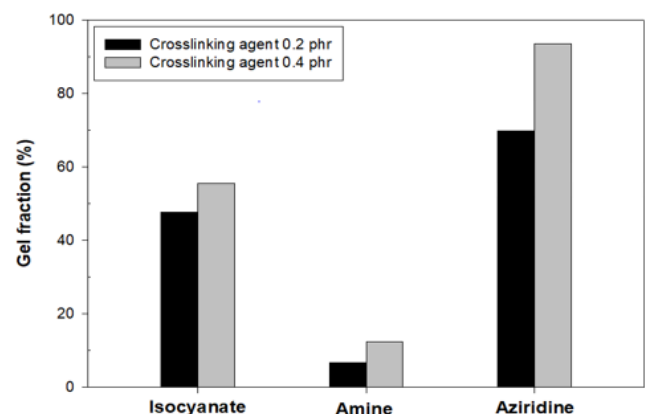


Figure 5. Gel fraction of various adhesive sheets.

Table 2. Surface free energy values and their polar and dispersion component of substrate

Sample name		Surface free energy (mJ/m ²)			
		Water / diiodomethane			
		γ_s^p	γ_s^d	γ_s	
Substrate	PP	32.9	0.4	33.3	
	ABS	48.6	0.2	48.8	
	SUS	36.9	3.2	40.1	
	Glass	31.7	37.6	69.3	
Adhesive sheets	Isocyanate	0.2 phr	39.5	5.3	44.8
		0.4 phr	42.3	4.7	47.0
	Amine	0.2 phr	43.9	3.6	47.5
		0.4 phr	44.3	5.9	50.2
	Aziridine	0.2 phr	43.3	7.7	51.0
		0.4 phr	42.1	5.9	48.0

amide 구조를 가지게 되었고, 이러한 영향으로 표면에너지는 감소함을 확인하였다. Aziridine 가교제의 경우 카복실기의 소모로 인해 극성이 감소되며 표면에너지는 감소하는 경향이 나타났다.

3.4. 피착재 종류에 따른 박리강도 변화

3.4.1. 피착재 종류에 따른 박리강도 변화

Isocyanate 가교제를 사용하여 제조된 점착시트의 박리강도 결과를 Fig. 6에 나타내었으며, 그래프 위의 %는 점착시트로부터 피착재로 전이된 점착제의 전사율을 나타내었다. 점착제 BBA만을 사용하여 제조된 점착시트의 경우 PP에서만 점착제의 전사가 일어나지 않았는데, 이는 높은 분자량의 영향으로 점착제 자체 응집력을 지니고 있으며 표면에너지가 낮은 PP의 자체적인 특성으로 인해 나타난 결과로 판단된다. 가교제 도입에 따라 모든 피착재에 대해 점착제의 전사는 일어나지 않았으며, 가교제의 함량이 증가

할수록 점착력이 감소하는 경향이 나타났다.

3.4.2. BBA+amine 점착시트

Amine 가교제를 사용하여 제조된 점착시트의 박리강도 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 가교제가 도입된 점착시트의 경우 ABS에서 점착제의 일부가 피착재로 전사되는 결과가 나타났다. 이는 가교도와 연관되는 결과로써, 가교제 함량이 0.2 phr일 때 6.7%의 가교도가 진행됨에 따라 고분자 사슬 간의 crosslinking이 제대로 일어나지 않았으며, 이러한 영향으로 일부 피착재에서 전사가 일어난 것으로 판단된다.

3.4.3. BBA+aziridine 점착시트

Aziridine 가교제를 사용하여 제조된 점착시트의 박리강도 결과를 Fig. 8에 나타내었다. 가교제가 도입된 점착시트의 경우 모든 피착재에 대해 점착제의 전사가 일어나지 않았으며, 카복실기와 aziridine의 높은 반응성으로 인해 가교

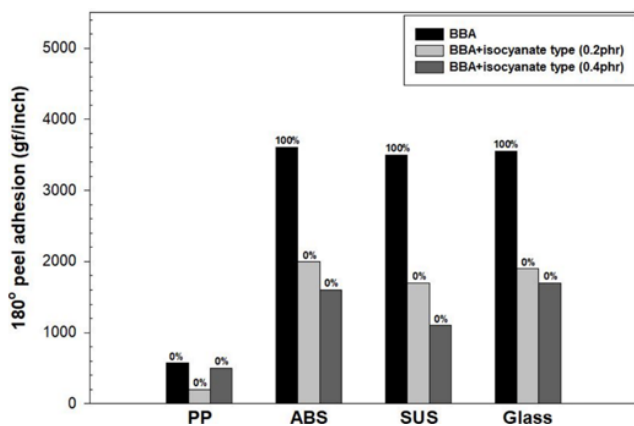


Figure 6. 180° peel strength of BBA+isocyanate sheet.

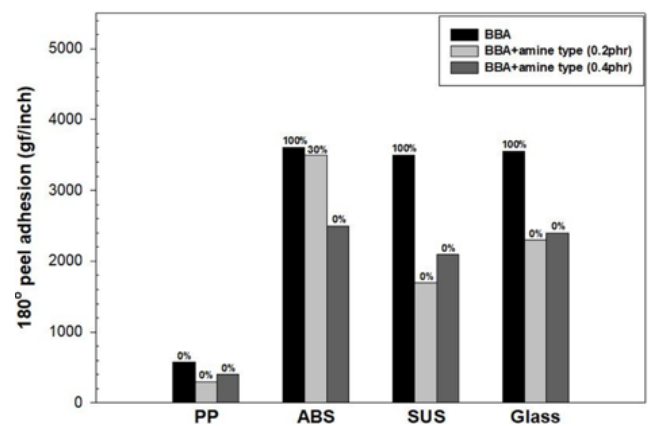


Figure 7. 180° peel strength of BBA+amine sheet.

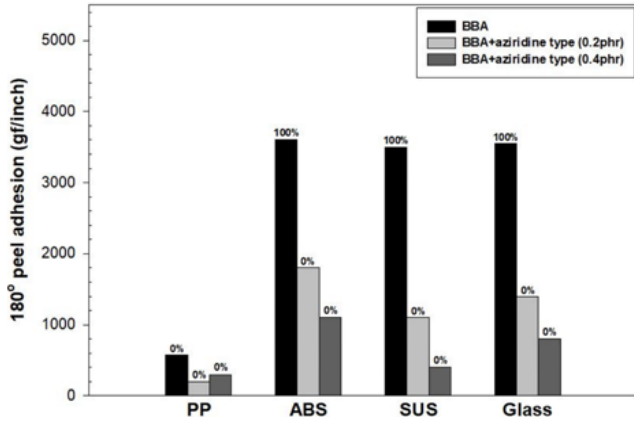


Figure 8. 180° peel strength of BBA+iAziridine sheet.

제의 함량이 증가함에 따라 점착력이 급격히 감소함을 확인하였다.

가교제 종류에 상관없이 피착재에 대한 박리강도는 ABS > Glass > SUS > PP 순으로 감소하였는데, Glass보다 표면 에너지가 낮은 ABS에서 박리강도가 더 높게 측정된 결과는 crosslinking을 통해 생성된 점착시트 내 amide 구조가 ABS와 접촉됨에 따라 수소결합이 강하게 일어나 피착재와의 2차 결합력이 증가하며 일어난 결과로 판단된다.

3.4.4. 점착시트의 ball tack 측정

제조된 점착시트의 초기 점착력을 확인하기 위해 ball tack 실험을 진행하였고, 이러한 결과를 Table 3에 나타내었다. 일반적으로 가교도가 증가하게 되면 초기 점착력은 감소하는 경향을 나타내는데, Fig. 5의 결과에서 보이는 것과 같이 가교제의 함량이 증가함에 따라 가교도가 향상되었고, 이러한 영향으로 초기 점착력은 감소하였다.

3.4.5. 점착시트별 피착재 4종에 대한 응집력 측정

피착재 4종에 대한 점착시트 별 응집력 측정 결과를 Table 4에 나타내었다. Amine 가교제를 사용한 점착시트의 경우 Fig. 5의 겔 분율 측정 결과를 통해 다른 점착시트에 비해 가교도가 낮음을 확인하였다. 이러한 영향으로 인해 점착제 내부 응집력이 약해 모든 피착재에서 점착시트가 떨어진 것으로 판단된다. Aziridine 가교제를 사용한 점착시트의 경우 가교제 함량이 증가함에 따라 일반적이 경

Table 3. Ball tack test of adhesive sheets

Adhesive sheets	Crosslinking agent	
	0.2 phr	0.4 phr
Isocyanate	no.6	no.5
Amine	no.8	no.8
Aziridine	no.6	no.5

Table 4. Cohesion test of adhesive sheets with different substrates

Adhesive sheets		Substrates			
		PP	ABS	SUS	Glass
Isocyanate	0.2phr	25	25	0	0
	0.4phr	25	0	0	0
Amine	0.2phr	25	25	25	25
	0.4phr	25	25	25	25
Aziridine	0.2phr	25	25	0	0
	0.4phr	25	25	0	25

향과 달리 응집력이 감소하는 경향을 보였는데, 이는 점착제의 가교도가 매우 높아지면서 점착제 내 분자 사슬의 복잡한 엉킴 현상으로 인해 중요 물질인 tack과 응집력의 balance가 깨지면서 응집력이 감소함을 확인하였다.

4. 결론

본 연구에서는 BA와 BMA를 주단량체로, AA를 부단량체로 사용하여 사슬 말단에 카복실기를 포함한 아크릴 점착제를 합성하였다. 이후, 아크릴 점착제 내 관능기에 가교가 가능한 가교제(isocyanate, amine, aziridine)를 도입하여 점착시트를 제조하고, 이를 통해 점착 성능을 평가하였다.

먼저, 라디칼 공중합 반응을 통해 3원 공중합체, BBA를 성공적으로 합성하였으며, 고휘분, 점도 및 분자량 측정을 통해 합성된 점착제의 기본 물성을 확인하였다. 또한, FT-IR 분석을 통해 사슬 말단에 관능기를 포함한 아크릴 중합체의 제조가 이루어졌음을 확인하였다.

제작한 아크릴 점착시트와 피착재의 표면에너지를 접촉 각 분석을 통해 평가한 결과, 피착재의 표면에너지는 PP < SUS < ABS < Glass 순으로 확인되었으며, 점착시트의 경우에는 가교제의 함량 증가에 따라 점착제의 극성이 변화하면서 점착시트의 표면 에너지도 함께 변화하는 것을 확인하였으며, 특히 극성이 증가하게 되면 그 영향으로 표면에너지가 증가하는 거동을 나타내었다. 반면에, 가교제의 함량 변화에 따른 아크릴 점착제의 가교도 및 초기 점착력의 평가에서는 가교제 함량이 증가할수록 초기 점착력이 감소하는 경향을 보였다. 특히, 가교제 종류에 따른 crosslinking 결과, amine < isocyanate < aziridine 순으로 가교도가 증가하였으며, carboxyl group과 상대적으로 반응성이 낮은 isocyanate 및 amine계 경화제 대비, aziridine계 가교제가 carboxyl기와의 우수한 가교성을 나타내는 것을 확인하였다. 나아가, 아크릴 점착제의 응집력 역시 가교도와 밀접한 관계가 있음을 확인하였다. BBA+amine 조성에서는 6.74%의 낮은 가교도가 관찰되었으며, 이는 점착제 내부 응집력의 향상을 제한하였다. 반면, BBA+aziridine 조성에서

서는 93.55%의 높은 가교도가 관찰되었으나, 분자 사슬의 복잡한 엉킴 현상으로 인해 점착제의 tack과 응집력 간의 균형이 깨져 응집력이 오히려 감소하는 결과를 초래하였다. 마지막으로, 피착재의 종류에 따른 점착시트의 박리강도 평가에서는 가교제 종류와 무관하게 ABS > Glass > SUS > PP 순으로 박리강도가 감소하는 경향을 보였다. 특히, Glass보다 표면에너지가 낮은 ABS에서 박리강도가 높게 나타난 이유는 crosslinking을 통해 생성된 점착시트 내 amide 구조가 ABS와 접촉하여 강한 수소결합을 형성함으로써 피착재와의 2차 결합력이 증가했기 때문으로 분석된다.

이상의 연구 결과는 아크릴 점착제의 물성과 성능에 미치는 가교제의 영향과 사용할 피착재 선정에 있어 중요한 데이터베이스를 제공하며, 향후 고성능 아크릴 점착제의 설계, 개발 및 산업 전반에서의 적용에 있어 중요한 기초 자료로 활용될 수 있을 것을 기대한다.

Acknowledgments

본 논문은 산업핵심기술개발사업(과제번호: 10077505)의 지원으로 수행되었기에 이에 감사드립니다.

References

1. 점착제 및 점착 제품 기술논문집, 한국계면활성제 및 점착제 활동조합 (2002).
2. W.H. Shocut, and H.H. Day, U.S, Patent No. 3965 (1845).
3. J. Delgado, L.M. Clemmens, M.M. Sheridan, *Proc. of the International PSA Technoforum*, 33 (1997).
4. J. Delgado, D.J. Kinning, Y.Y. Lu, T.V. Tran, *Proc. of the 19th Adhesion Society Meeting*, 342 (1996).
5. J.Y. Charneau, R. Berthet, C. Grigreau, Y. Holl, E.J. Kleieitz, *Int. J. Adhes. Adhes.*, **17**, 169 (1997).
6. S.D. Tobing A. Klein, *J. Appl. Polym. Sci.*, **79**, 2230 (2001).
7. 2000 New Technology Trends Report, *Korean Intellectual Property Office* (2000).
8. G.N. Babu, S.F. Xavior, T.C. Goel, *J. Polym. Sci.*, **15**, 1473 (1977).
9. Z. Czech, M. Wojciechowicz, *Eur. J. Polym.*, **42**, 2153 (2006).
10. M.W. Uffiner, *Adhes. Age*, **10**(12), 30 (1967).
11. D. Satas, *Handbook of Pressure Sensitive Adhesive and Technology*, Van Nostrand Reinhold, (1989).
12. A.I. Everaerts, L.M. Clemens, *Chapter 11 - Pressure Sensitive Adhesives*, Elsevier Science B.V., Amsterdam, **465** (2002).
13. A. Pizzi, K.L. Mittal, *Handbook of Adhesive Technology*, CRC Press, (2018).
14. H.S. Choi, H.Y. Hwang, S.K. Jeong, S.G. Lee, K.Y. Lee, *J. Polym.*, **36**, 1 (2011).
15. H. Osamu, *Three Bond Technical News*, Decemeber 20, 32 (1990).
16. T. Young, *Philos. Trans. R. Soc. Lond*, **95**, 65 (1805).
17. D.K. Owens, R.C. Wendt, *J. Appl. Polym. Sci.*, **13**, 1741 (1969).
18. Testing Methods of Pressure Sensitive Adhesive Tapes and Sheet, KS T 2018 (2018).
19. J. Dow, M. Gainsly, *Adhesion and Adhesives Fundamentals and Practice*, 1st ed, p.127 (1954).
20. R. Shanti, F. Bella, Y.S. Salim, S.Y. Chee, S. Ramesh, K. Ramesh, *Mater. Des.*, **108**, 560 (2016).
21. Y. Zheng, D. Xu, S. Tian, M. Li, W. Wang, K. Liu, *Fash. Text.*, **8**, 4 (2021).
22. J. Walkowiak, M. Gradzielski, S. Zauscher, M. Ballauff, *Polymers*, **13**, 122 (2021).
23. A.J.P. Bückmann, Q. Chen, G.C. Overbeek, P.J.M. Stals, D. van der Zwaag, *J. Coat. Technol. Res.*, **19**, 1345 (2022).
24. R. Wang, Z. Zhang, X. Bai, Z. Xu, J. Zheng, F. Pan, C. Yuan, *Coatings*, **12**, 1293 (2022).