Elastomers and Composites
Vol. 49, No. 3, pp. 210~219 (September 2014)

Print ISSN 2092-9676 / Online ISSN 2288-7725
doi: http://dx.doi.org/10.7473/EC.2014.49.3.210

액상 이소프렌 고무가 자외선 경화형 아크릴 점착제의 점착 특성에 미치는 영향

이지예 · 정경호†
수원대학교 신소재공학과
접수일(2014년 7월 14일), 수정일(2014년 7월 30일), 게재확정일(2014년 8월 7일)

Effect of Liquid Isoprene Rubber on the Adhesion Property of UV Curable Acrylic Pressure-Sensitive Adhesive

Jiye Lee and Kyungho Chung†
Department of Polymer Engineering, The University of Suwon, Wauan-gil 17, Bongdam-eup, Hwaseong-si, Gyeonggi-do, 445-743, Republic of Korea
(Received July 14, 2014, Revised July 30, 2014, Accepted August 7, 2014)

요 약 : 본 연구에서는 아크릴계 점착제를 합성한 후 이소프렌 액상고무를 블렌드하여 광기능성 시트에 적용될 점착제를 제조하였다. 아크릴 점착제의 모노머로는 butyl acrylate, acrylic acid, 2-ethylhexyl acrylate, 2-hydroxyethyl methacrylate를 사용하였고 용매로는 톨루엔을 사용하였다. 고무계 모노머로는 isoprene 액상고무(LIR-50)를 사용하였고, 아크릴 점착제와의 배합량을 0 ~ 50 wt%로 하여 실험을 진행하였다. 결과에 따르면 LIR-50의 함량이 증가할수록 아크릴계 점착제의 최대 단점이었던 전사현상이 감소하였다. 그 이유는 이소프렌 액상고무의 경우 아크릴 점착제와 달리 극성기가 존재하지 않기 때문에 피착재와 이차결합이 발생하지 않아 경시변화에 따른 전사현상이 감소한 것으로 사료된다. 점착제의 자외선 경화 시 광개시제의 함량이 증가함에 따라, UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 점착제의 경화도가 높아지기 때문에 점착력과 전사현상이 감소하였다. 반면 유지력의 경우는 경화도가 증가하여 분자구조가 망상구조를 이루며 점착제 내부응집력이 증가하기 때문에 유지력은 증가하였다.

ABSTRACT : In this study, the acrylic pressure sensitive adhesive (PSA) for the optical functionality sheet was prepared by blending liquid isoprene rubber. The acrylic PSA was synthesized with butyl acrylate, acrylic acid, 2-ethylhexyl acrylate and 2-hydroxyethyl methacrylate. Toluene was used to a solvent for polymerization. Liquid isoprene rubber (LIR-50) was blended with the acrylic PSA and blend ratio was 0 ~ 50 wt%. According to the results, the adhesive transfer, which was the big problem of acrylic adhesive, was reduced with the addition of LIR-50. The secondary bonding of LIR-50 with substrate did not occurred due to absence of polar group in LIR-50. The peel strength and adhesive transfer were decreased by UV curing and the degreed of decrease depended on the amounts of photoinitiator and UV irradiation time. On the other hand holding power increased drastically by increasing amounts of photoinitiator and UV irradiation time.

Keywords : UV curable, acrylic adhesive, pressure-sensitive adhesive

Ⅰ. 서 론

보호용 테이프의 목적은 제품의 성형, 이송, 보관 중 외력에 의한 충격 및 손상으로부터 표면을 보호하여 상품 가치를 높여주는 것으로 건축, 가전은 물론 생활에 필요한 다양한 제품의 표면 보호를 위해 사용된다. 대표적인 것이 디스플레이 산업이다. 광기능성 시트 중 liquid crystal display (LCD)[1]에는 프리즘 시트와 편광 필름과 후광장치(back light unit, BLU)[2,3] 등의 부품이 있다. 후광장치는 Figure 1과 같은 구조로 되어있다. 이러한 시트는 작업 및 운반과정에서 청결도를 유지하지 못하면 투과도나 본래 기능 자체에 영향을 받게 되어 사용이 불가능하게 된다. 따라서 이러한 과정 중에 사용되는 보호용 테이프는 시트에 영향을 주지 않도록 청결도 및 적절한 점착 성능이 요구된다.

프리즘시트(prism sheet)는 일반적으로 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET) 기재 위에 아크릴레이트 올리고머(acrylate oligomer)를 UV 조사시켜 코팅한 것이고, 확산시트(diffuser sheet)는 PET에 아크릴 비드(acrylic bead)를 코팅한 것이 대부분이다.[4] 이러한 광기능성 시트를 보호하기 위해 사용하는 보호필름용 점착제 형태는 고무계 또는 아크릴레이트계로[5,6] 적용하게 되

† Corresponding Author. E-mail: *khchung@suwon.ac.kr*

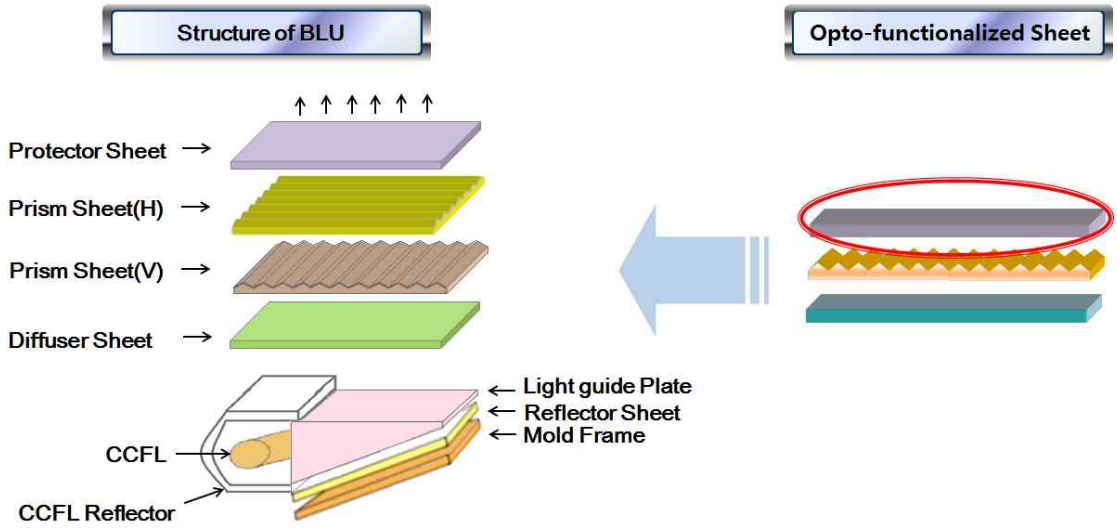


Figure 1. Structure of opto-functionalized sheet.

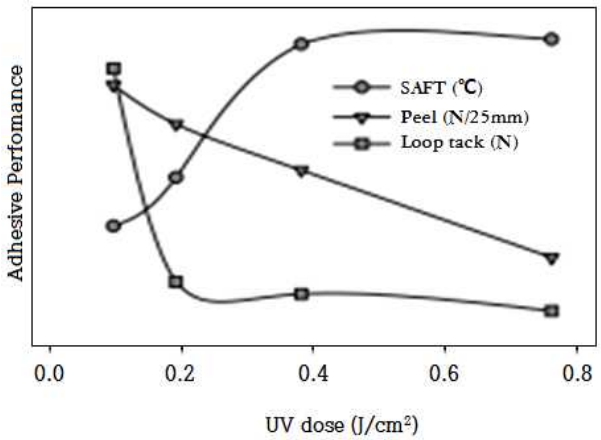


Figure 2. Peel, loop tack and SAFT as function of UV dose.[9]

는데, 점착제 내의 -COOH기 및 -OH기의 극성기와의 2차적인 결합을 유도하여 상당한 후기 경시변화가 발생하고, 점착력의 경시변화 폭이 점차 커지면서 전사(transfer)를 유발시키기도 한다.[7]

일반적으로 점착제는 가교 밀도가 증가할수록 점착 특성이 현저하게 달라진다.[8] 이러한 현상은 UV 경화형 점착제도 마찬가지인데, Figure 2에서 볼 수 있듯이 UV 조사가 진행되면 반응사이트가 서로 결합하여 초기점착력 (loop tack), 접착력 (peel), 응집력(SAFT; shear adhesion failure temperature)이 변화한다.[9]

점착제를 성분적으로 분류하면 고무계, 실리콘계 및 아크릴계 점착제 등으로 나눌 수 있는데 고무계 점착제는 내열성과 내후성이 약하고 온도 변화에 따라 유동성의 변화가 심할뿐만 아니라 피착물질에 잔유물이 많이 생기는 단점이 있다.[10] 반면 아크릴계 점착제는 최근에서야 비로소 선진 각국에서 활발한 연구가 진행되어지고 있는데, 아크릴계 점착제는 고무계 점착제에 비해 내후성 및 내유성이 우수하다. 아크릴계 모노머가 다른 비닐 모노머와 공중합이 활발하게 진행되기 위해서는 피착물질의 극성을 고려해 주고, 임의의 폴리머 분자 중에 극성기를 유도하면 목적에 맞는 점착제를 비교적 용이하게 만들 수 있는 특징을 가진다. 또한 용제형, 에멀젼형, 무용제형과 같이 유형의 선택성이 있기 때문에 아크릴계 점착제가 현재 확고한 지위를 구축하게 된 주된 이유이다. 따라서 본 연구에서는 주원료로서 아크릴산, 2-히드록시에틸메타아크릴레이트, 2-에틸헥실아크릴레이트, 부틸아크릴레이트 등의 아크릴 단량체를 조합해 점착제를 합성하였다. 또한 가교 특성과 점착특성 및 점착성 향상을 위한 방안으로 고무계와 아크릴계를 그래프트 공중합하여 아크릴계 점착제의 우수한 내후성과 고무계 점착제의 뛰어난 부착성을 함께 가지는 점착제를 합성하여 이들의 물성을 비교하였다.

Ⅱ. 실 험

1. 재료 및 점착제 합성

본 연구에서 사용한 아크릴 점착제의 조성비는 Table 1과 같다. 점착제 합성을 위한 아크릴 단량체로는 LG화학의 2-HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate), 2-EHA(2-ethylhexyl acrylate), BA (butyl acrylate), AA(acrylic acid)를 사용하였고, 액상고무로는 Kuraray사의 isoprene homopolymer 형태인 LIR-50을 사용하였다. 용매로는 삼전화학의 톨루엔을 사용하였다. 또한 개시제로는 삼전화학의 AIBN(2-2' azobisisobutyronitrile)을 사용하였

Table 1. Composition of Acrylic PSA

Materials	Contenets (wt%)	Solid content
butyl acrylate	60	40 wt%
acrylic acid	7	
2-ethylhexyl acrylate	30	
2-hydroxyethyl methacrylate	3	
AIBN	0.17	

다. 자외선 경화를 위한 광개시제로는 Sigma Aldrich사의 TRIS [trimethylolpropane tris-(3-mercaptopropionate)]를 사용하였다.

합성은 4구 둥근 플라스크에 톨루엔과 개시제인 AIBN을 투여하고 90 ℃로 승온 시키고 아크릴 단량체인 2-EHA, BA, AA를 혼합하여 3시간 동안 적하시켰다. 3시간 적하 후 1시간 동안 115 ℃에서 반응을 진행하였고, 미반응 단량체를 추가반응 시키기 위해 AIBN을 투여한 후 1시간 동안 반응을 진행한 후 온도를 40 ℃로 낮추어 반응을 정지시켰다. 점착제의 고형분을 40 wt%로 합성하였다. 자외선 경화를 위해 광개시제의 함량을 1 ~ 5 wt%, 광경화 시간을 0 ~ 80 초로 진행하였다. 고무계 점착제를 제조하기 위해 LIR-50과 톨루엔을 고형분 40 wt%로 합성하여 아크릴 점착제와 다양한 함량으로 블렌딩 하였다. 아크릴 점착제와 LIR-50의 블렌딩은 0 ~ 50 wt%로 설정한 뒤 점착물성을 측정하였다.

2. 시편 제조방법

피착재로는 CPP film(표면을 코로나 처리 한 폴리프로필렌 필름)을 사용하였다. 코로나 처리 된 폴리프로필렌 필름위에 제조된 점착제를 바코터 No.5(11.43 ㎛)를 이용하여 코팅하였다. 코팅된 필름은 80℃ 오븐에서 1분간 건조 후 2일간 상온에서 고분자 사슬의 완화를 위하여 숙성과정을 거쳐 점착테이프 시편을 제조하였다. 제조된 프리즘시트 보호필름용 점착테이프의 점착물성 측정은 모두 KS T 1028에 의거하여 실험을 진행하였다.

3. 자외선 경화 조건

자외선 경화 조건에 따른 점착물성 시험을 위해 광개시제의 함량을 다르게 하여 점착물성의 변화에 대한 실험을 진행하였다. 또한 점착제가 UV에 노출되는 시간을 다르게 하여 최적의 경화조건을 도출하였다. 광개시제의 함량은 1, 3, 5 wt%였다. UV 노출시간은 20, 40, 60, 80 초로 각각 다르게 하여 자외선 경화 조건에 따른 점착물성을 측정하였다. 본 연구에서 사용된 UV 램프는 LICHTZEN사의 UVCURE 60PH인 간이 핸드형 장비와 서랍식-SOLAR CELL 장비를 사용하였다. 간이 핸드형 UV 장비의 램프는 high pressure mercury UV lamp로써 power: 300 MW/cm^2, overall length: 100 nm 이다. 서랍식 UV 장비 램프는 middle/high pressure 램프로써 250 ~ 420 nm 영역의 강한 자외선을 발생하는 자외선 조사 장치이다.

4. 표면 분석

주사 전자 현미경(JSM-5600, JEOL Co.)을 사용하여 코팅된 점착제의 표면을 전자선으로 scan하여 관찰함으로써 아크릴계 점착제와 LIR-50간의 상용성을 조사하였다. 시편은 CPP 필름에 LIR-50의 함량별로 블렌딩 한 아크릴 점착제를 바코터 No.5 (11.43 ㎛)로 코팅한 후 가로, 세로 25 mm × 25 mm로 준비하여 상온에서 표면을 관찰하였다.

5. 점착물성 측정

5.1 점착력 시험(peel strength test)

점착력을 측정하기 위하여 인장시험기로는 코아테크코리아의 180° peel tester를 사용하였으며 피착재로는 PET 필름을 사용하였다. 먼저 PET 필름에 25 mm의 너비로 자른 점착테이프를 고무롤러를 이용하여 부착 시킨 후 인장 시험기를 이용하여 박리속도를 300 mm/min의 속도로 점착테이프를 박리시켜 점착력을 측정하였다. 추가적으로 속도에 따른 점착력 및 전사특성을 관찰하기 위하여 박리속도를 200 ~ 450 mm/min로 설정하여 실험을 진행하였다.

5.2 초기점착력 시험(ball tack test)

초기점착력 시험은 코아테크코리아의 ball tack tester를 이용하여 측정하였다. 30°의 경사면에서 점착제면을 위로하여 점착테이프를 붙이고, 일정한 높이에서 쇠구슬을 굴려 10 cm의 보조 주행구간을 지나 점착제가 코팅되어있는 10 cm 구간 안에 정지하는 최대 지름의 쇠구슬의 크기를 이용해 초기점착력을 평가하였다. 크기는 ball의 지름 1/32 ~ 32/32 inch를 사용하며 1/32 inch를 No.1, 32/32 inch를 No.32 로 하여 ball을 위에서 굴린 후 부착되는 가장 큰 ball의 크기를 점착력으로 표시한다. 쇠구슬의 지름이 증가할수록 질량이 증가하기 때문에 정지하는 쇠구슬의 최대 지름이 클수록 초기점착력이 좋은 점착제이다.

5.3 유지력 시험(holding power test)

유지력 측정을 위해 위드랩의 WL-3800 실험기기를 사용하였다. 제조된 점착테이프의 유지력 측정 방법은 피착재인 PET 필름에 가로, 세로 25 mm × 25 mm로 잘라진 점착테이프를

고무롤러를 이용하여 압착시킨 후 500 g의 하중을 주어 일정 시간 경과 후 테이프가 떨어질 때까지의 시간을 측정하여 유지력을 측정하였다.

6. 전사 특성 시험(Transfer test)

제조된 점착제의 전사 특성을 관찰하기 위하여 광학현미경(XI-CAM, Shinhanoptics Co., Ltd)을 이용하였다. 시험 방법은 박리강도 시험 후 피착재로 사용되어진 PET 필름의 표면을 광학현미경을 이용해 300배율로 확대하여 관찰하였다. PET 필름 표면에 점착제 성분이 많이 관찰될수록 전사에 취약한 점착제로 판단하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

1. 광개시제 함량에 따른 점착물성

광개시제 함량에 따른 초기점착력 결과를 Table 2에 나타내었다. 광개시제의 함량과 UV 노출시간에 따른 점착물성 및 전사특성을 관찰하기 위해 간이 핸드형 장비인 UVCURE 60PH를 사용하였으며 조사거리는 260 mm로 고정하였다. Table 2에 나타난 바와 같이 광개시제의 함량과 UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 초기점착력이 감소하였다. UV에 노출되는 시간이 0 초인, 즉 경화가 되지 않은 점착제의 경우에는 초기점착력이 광개시제의 함량이 3 wt%를 제외하고는 No.8을 나타내었으나 UV 노출시간이 증가함에 따라 초기점착력이 감소하였다. 광개시제 3 wt%가 첨가된 경우는 80 초의 UV 노출시간에서 No.2까지 감소하였다. 이는 광개시제 함량이 증가하고 UV 노출시간이 증가할수록 점착제 도막의 경화도가 증가하여 피착재인 PET와의 젖음성이 떨어지기 때문에 초기점착력은 감소한다고 사료되었다.

Table 3에는 광개시제 함량과 UV 노출시간에 따른 박리강도를 나타내었다. 초기점착력의 결과와 마찬가지로 광개시제의 함량이 증가할수록 또한 UV 노출시간이 증가할수록 점착제 도막의 경화도가 증가하여 박리강도는 감소하였다. Table 3에 나타난 바와 같이 UV 노출시간이 60 초 이상이 되면 광개시제의 함량과 무관하게 박리강도가 일정해진 것을 보아 60 초 정도면 경화가 거의 완료된다는 것을 알 수 있었다.

Table 4는 유지력 시험 결과이다. 유지력 실험결과 광개시제의 함량과 UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 유지력이 증가하였다. 경화를 시키지 않는 점착제의 경우 유지력은 260 ~ 300 min인 반면에 경화가 진행됨에 따라 유지력은 350 ~ 400 min 정도로 증가하였다. 이는 경화도가 증가함에 따라 점착제의 내부응집력이 증가하였기 때문에 유지력이 증가하였다고 사료되었다.

UV 노출시간에 따른 전사특성을 Figure 3에 나타내었다.

Table 2. Ball Tack of UV Cured PSA with Varying UV Exposure Time and Photoinitiator Content

Amount of Photoinitiator (wt%)	UV exposure time (sec.)				
	0	20	40	60	80
1	No. 8	No. 7	No. 7	No. 6	No. 6
2	No. 8	No. 6	No. 5	No. 5	No. 5
3	No. 6	No. 4	No. 3	No. 2	No. 2

Table 3. Peel Strength of UV Cured PSA with Varying UV Exposure Time and Photoinitiator Content (Unit : g_f/2.5cm)

Amount of Photoinitiator (wt%)	UV exposure time (sec.)				
	0	20	40	60	80
1	349	312	298	293	291
2	338	294	284	279	275
3	301	268	243	240	239

Table 4. Holding Power of UV Cured PSA with Varying UV Exposure Time and Photoinitiator Content (Unit : min.)

Amount of Photoinitiator (wt%)	UV exposure time (sec.)				
	0	20	40	60	80
1	260	290	330	350	350
2	270	320	350	360	360
3	300	340	370	390	400

Figure 3은 UV 노출시간이 20 초 일 때와 60 초 일 때의 광개시제 함량에 따른 전사특성 결과이다. 점착력 시험후의 피착재로 사용 된 PET 표면을 광학현미경을 이용해 관찰한 사진이다. UV 노출시간이 20 초인 경우는 점착제의 경화가 완전히 되지 않아 광개시제의 함량과 관계없이 전사가 모두 발생하였지만 광개시제의 함량이 증가할수록 전사현상이 줄어든 것을 볼 수 있다. 그러나 UV 노출시간이 60 초인 점착제의 경우 모두 경화반응이 진행되어 점착제의 내부응집력이 증가하였기 때문에 피착재 계면과의 2차적인 반응을 하지 않아 전사가 발생하지 않았다. 이러한 현상은 앞서 언급한 Table 3과 비교하여 보면 더욱 자세히 알 수 있다. UV 노출시간이 20 초인 점착제는 파괴형태가 응집파괴 형태로 파괴가 진행되어 점착력이 매우 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 UV 노출시간이 60 초인 점착제는 파괴형태가 응집파괴에서 계면파괴 형태로 전환되어 점착력이 감소하였다. 또한 UV 노출시간이 60 초 이후부터 점착력, 초기점착력, 유지력의 물성변화가 크지 않

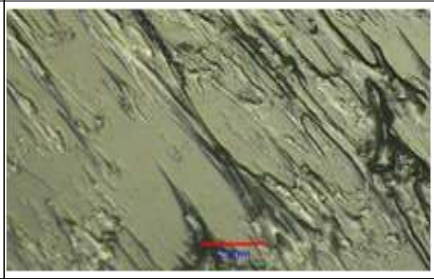
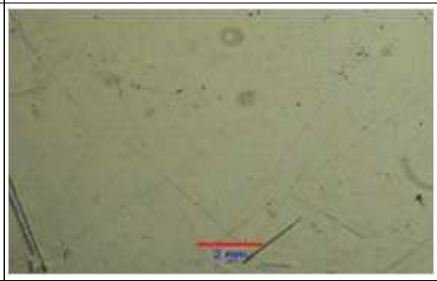
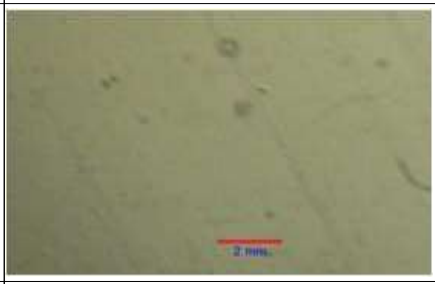
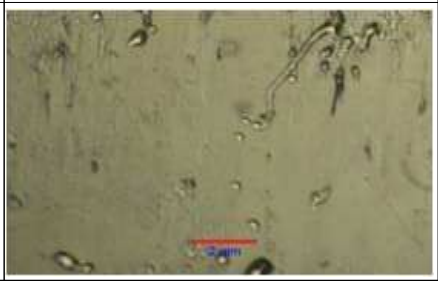
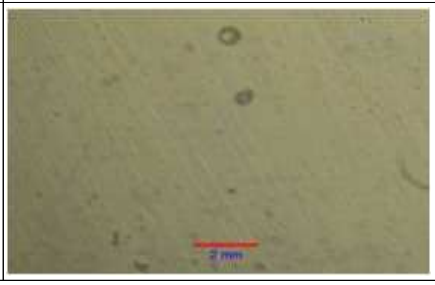
	x300	
	20 sec	60 sec
1 wt%		
2 wt%		
3 wt%		

Figure 3. Surface of PET film after peel test 20 and 60 sec of UV exposure time.

은 것으로 미루어보아 UV 노출시간은 60 초 정도면 경화반응이 거의 진행된다는 것을 알 수 있었다.

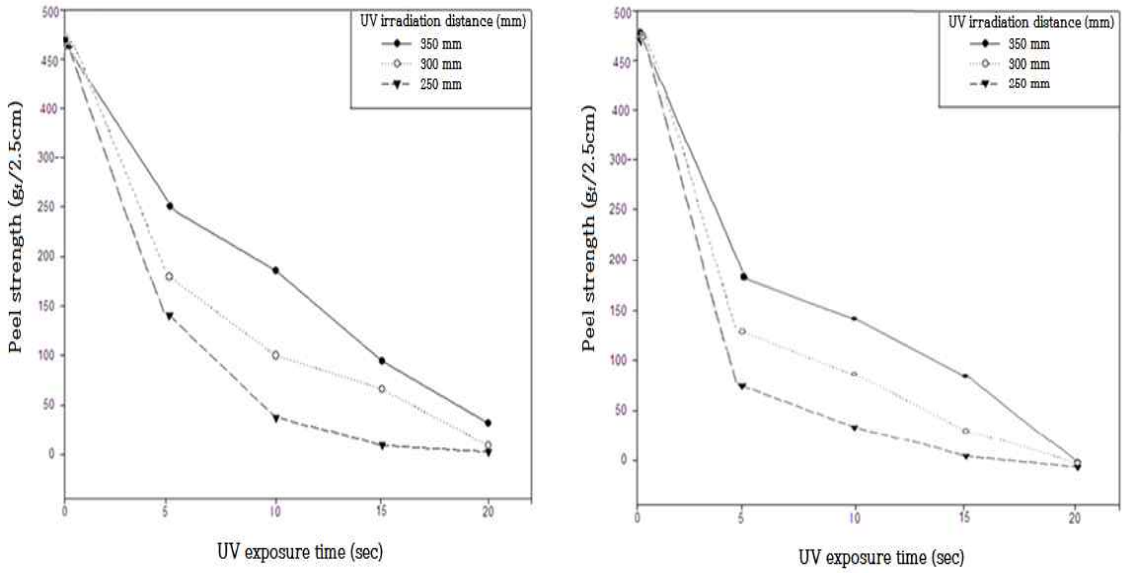
2. 서랍식 UV 경화기를 사용한 UV 경화조건에 따른 점착물성

광출력, UV 조사거리, UV 노출시간을 조절할 수 있는 서랍식-SOLAR CELL 장비를 사용하였다. 광개시제 함량은 3 wt%로 고정한 뒤 점착물성을 측정하였다.

Figures 4와 5는 서로 다른 광출력을 갖는 램프를 사용하여 다양한 UV 노출시간 및 UV 조사거리에서 점착력을 측정한 결과이다. 동일한 UV 조사거리에서 Figure 4의 (a)에 나타난 바와 같이 80 W의 광출력을 갖는 경우가 (b)의 광출력 100 W 경우의 점착력보다 전체적으로 높음을 확인 할 수 있다. 이는 광출력이 증가할수록 더 강한 UV 빛이 조사되기 때문에 점착제에 더 효과적으로 경화가 발생하기 때문에 점착력이 감소한다고 사료되었다. 또한 Figure 4에서 UV 조사거리와 UV 노출시간에 따른 결과를 보면 광출력과 무관하게 UV 조사거리가 짧아질수록, UV 노출시간이 증가할수록 점착력이 감소하였다. 이 역시 경화도가 증가하여 피착재와의 젖음성이 떨어지기 때문에 점착력이 감소하였다고 사료된다.

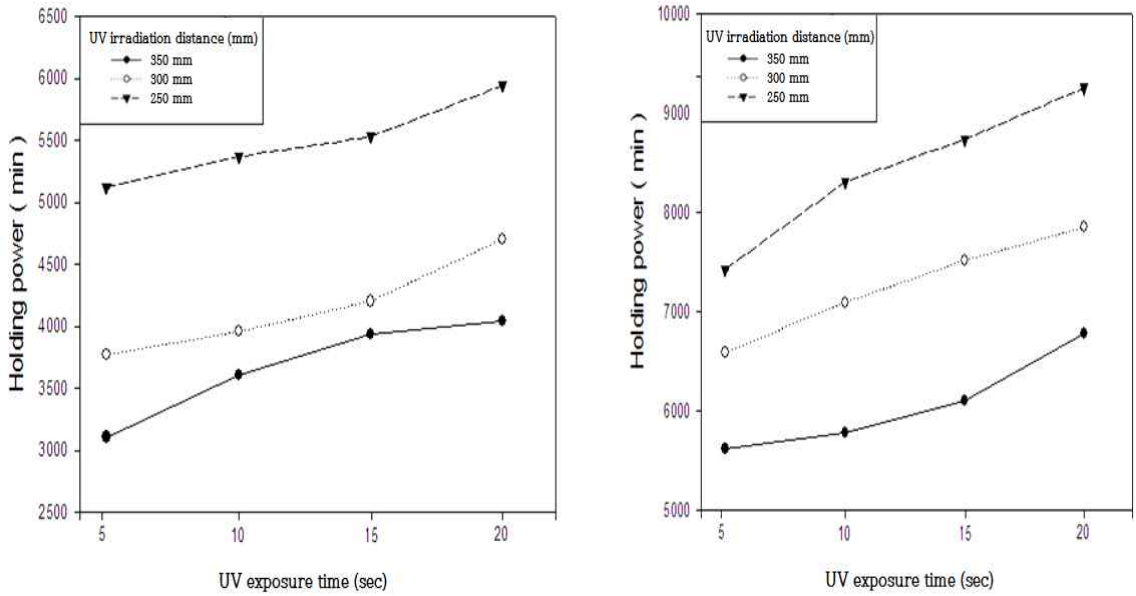
유지력 측정 결과를 통해 더 효과적인 UV 경화가 발생했다는 것을 확인 할 수 있었다. Figure 5의 (a)는 광출력 80 W, (b)는 100 W의 램프를 사용하여 다양한 UV 조사거리 및 노출시간에 따른 유지력 결과이다. Figure 5(a), (b)에 나타난 바와 같이 광출력이 증가함에 따라 유지력이 증가하였다. 또한 광출력과 무관하게 UV 조사거리가 짧아지고 UV 노출시간이 증가함에 따라 유지력이 증가하였다. 이는 경화도의 증가로 인해 점착제 내 분자구조가 망상구조로 연결되어 점착제의 내부응집력이 증가하였기 때문이라 사료된다.

본 연구에서 사용되었던 서랍식-SOLAR CELL 경화기기가 광출력의 조절을 통해 강한 UV를 방출할 수 있기 때문에 노출시간을 단축시켜 경화공정이 더욱이 편리하며 핸드형 UVCURE 60PH 장비를 사용했을 때 보다 더욱 효과적으로 경화를 진행할 수 있었다.



(a) (b)

Figure 4. Peel strength of UV cured PSA with varying UV exposure time and irradiation distance; (a) optical power of 80 W, (b) optical power of 100 W.



(a) (b)

Figure 5. Holding power of UV cured PSA with varying UV exposure time and irradiation distance; (a) optical power of 80 W, (b) optical power of 100 W.

3. 액상이소프렌 첨가량에 따른 점착물성

아크릴 점착제에 이소프렌 액상고무 LIR-50을 0 ~ 50 wt% 블렌드 하였다. 블렌딩 비율에 따른 분산 및 혼합 정도를 SEM을 이용하여 분석하였고 그 결과를 Figure 6에 나타내었다. Figure 6의 (a) ~ (d)에 나타난 바와 같이 액상고무의 함량이 증가할수록 분산된 고무계 점착제의 입자형태가 뚜렷해지는 것을 확인 할 수 있었다. 또한 Figure 6(d)의 경우에는 아크릴 점착제에 대한 액상고무의 함량이 30 wt%로써 고무계 점착제의 입자들이 뭉치는 현상을 확인할 수 있었다.

이소프렌 액상고무가 아크릴 점착제의 점착특성에 미치는 영향을 조사하기 위해 LIR-50의 함량을 달리하여 실험을 진행하였고 그에 따른 점착력, 초기점착력 유지력의 변화를 Figures 7 ~ 9에 나타내었다.

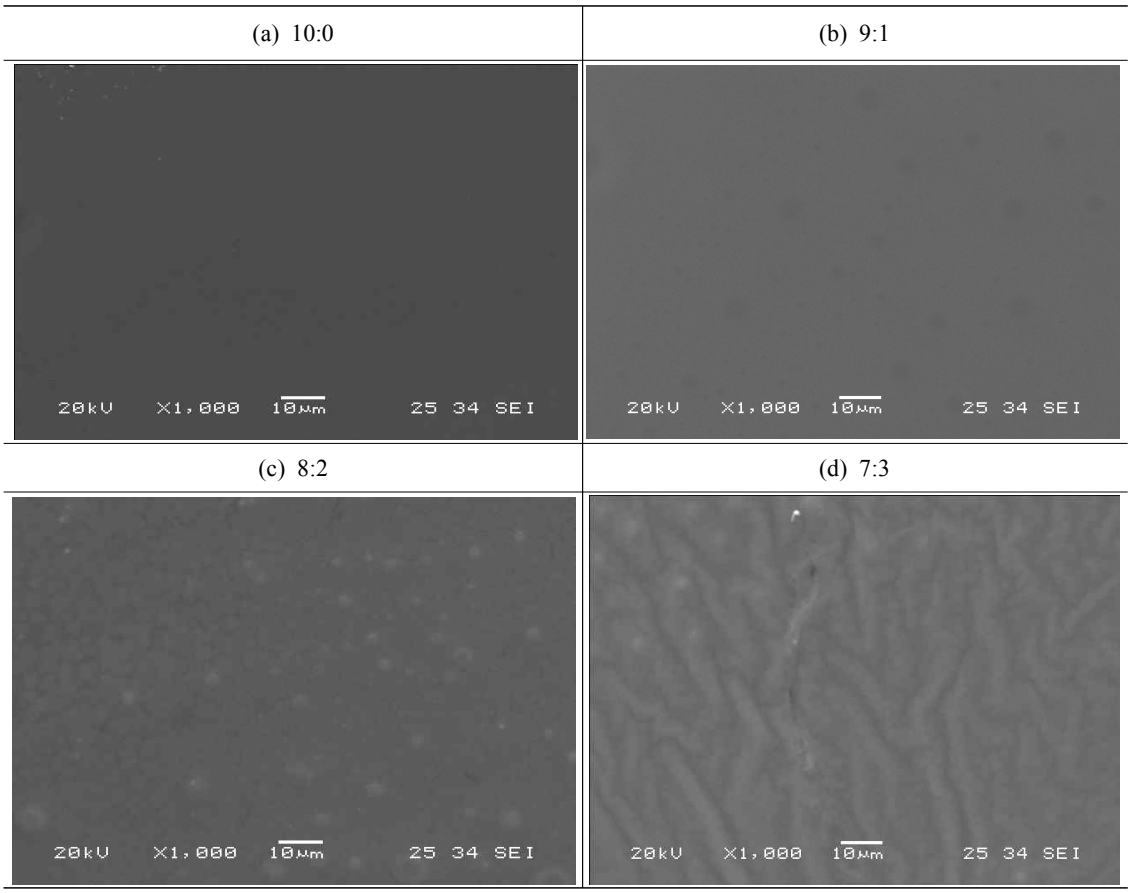


Figure 6. SEM micrographs of fracture surface of Acryl/LIR-50 PSA ; (a) 10:0, (b) 9:1, (c) 8:2, (d) 7:3.

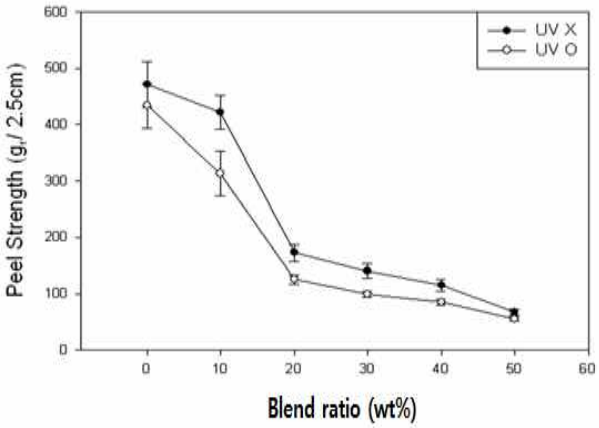


Figure 7. Peel strength of UV cured PSA with varying LIR-50 content.

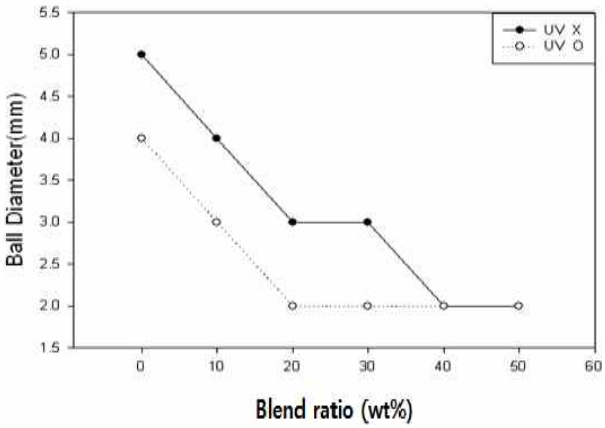


Figure 8. Ball tack of UV cured PSA with varying LIR-50 content.

UV 경화조건으로는 광개시제의 함량 3 wt%, UV 노출시간 60 초로 고정하였다. Figure 7에 나타난 바와 같이 LIR-50의 함량이 0에서 50 wt%로 증가할수록 점착력이 감소하였다. Figures 8과 9에서도 마찬가지로 UV 경화와 무관하게 LIR-50의 함량이 증가함에 따라 초기점착력과 유지력이 감소되었다. 이와 같이 점착물성들이 감소하는 현상은 아크릴 점착제와 달리 극성기가 존재하지 않는 이소프렌 액상고무의 존재로 PET 필름과의 이차결합이 발생하지 않아 점착물성이 감소한 것으로 사료된다. UV 경화를 시키게 되면 점착제의 응집력이 증가하여 이소프렌 액상고무의 동일한 블렌드 비에서 점착력, 초기점착력이 감소하고 유지력은 증가함을 알 수 있었다.

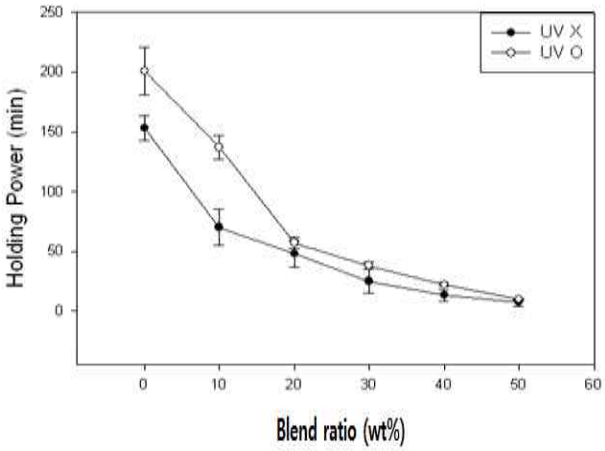


Figure 9. Holding power of UV cured PSA with varying LIR-50 content.

Figure 10은 이소프렌 액상고무의 함량과 UV 노출시간에 따른 전사특성을 확인하기 위해 점착력 시험 후의 피착재로 사용 된 PET 표면을 광학현미경을 이용해 관찰한 사진이다. Figure 10에 나타난 바와 같이 동일한 UV 노출시간 조건에서 LIR-50의 함량이 증가함에 따라 전사현상이 감소하였다. 앞서 언급한 바와 같이 액상고무에 극성기가 존재하지 않아 피착재 계면과 2차 결합반응을 하지 않았기 때문이라 사료된다. 또한 LIR-50의 함량을 고정한 뒤 UV 유·무에 따른 전사특성을 비교해본 결과 UV 노출시간이 0 초인 경우 비교적으로 전사가 모두 발생하였지만 UV에 60 초 동안 노출을 시킨 경우 전사현상이 크게 줄어든 것을 볼 수 있었다. 이러한 현상은 UV 조사에 의해 점착제 내의 경화반응이 진행되어 점착제의 내부응집력의 증가로 인해 전사가 발생하지 않았다고 사료되었다.

	x300	
UV exposure time / Content of LIR-50	0 sec	60 sec
0 wt%		
10 wt%		
20 wt%		

Figure 10. Surface of PET film after peel test with varying LIR-50 content and UV exposure time.

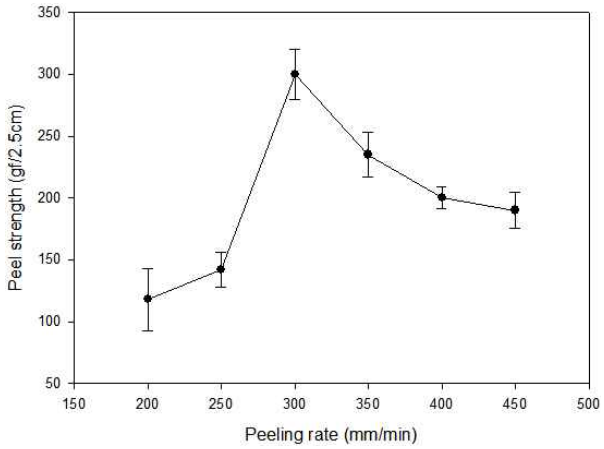


Figure 11. Peel strength of UV cured PSA with varying peeling rate.

4. 박리속도에 따른 점착력 및 전사특성

박리속도에 따른 점착력 및 전사특성을 측정하였고 그 결과를 Figures 11와 12에 나타내었다. 점착제의 경우는 아크릴 점착제에 LIR-50을 10 wt% 블렌드시킨 점착제를 사용하였다. 경화를 시키기 위해 핸드형 UV 기기를 이용하였으며 광개시제의 함량은 3 wt%, UV 조사시간은 60 초였다. Figure 11에 나타난 바와 같이 박리속도가 증가함에 따라 점착력이 증가하다가 350 mm/min 이상의 박리속도에서 점착력이 감소하였다. 또한 Figure 12에 나타난 바와 같이 박리속도에 따른 전사특성을 확인하였다. 점착력 시험 후의 피착재로 사용 된 PET 필름 표면을 광학현미경을 이용해 관찰하였으며 그 결과 박리속도가 200 ~ 250 mm/min에서는 점착제의 파괴형태가 응집파괴로

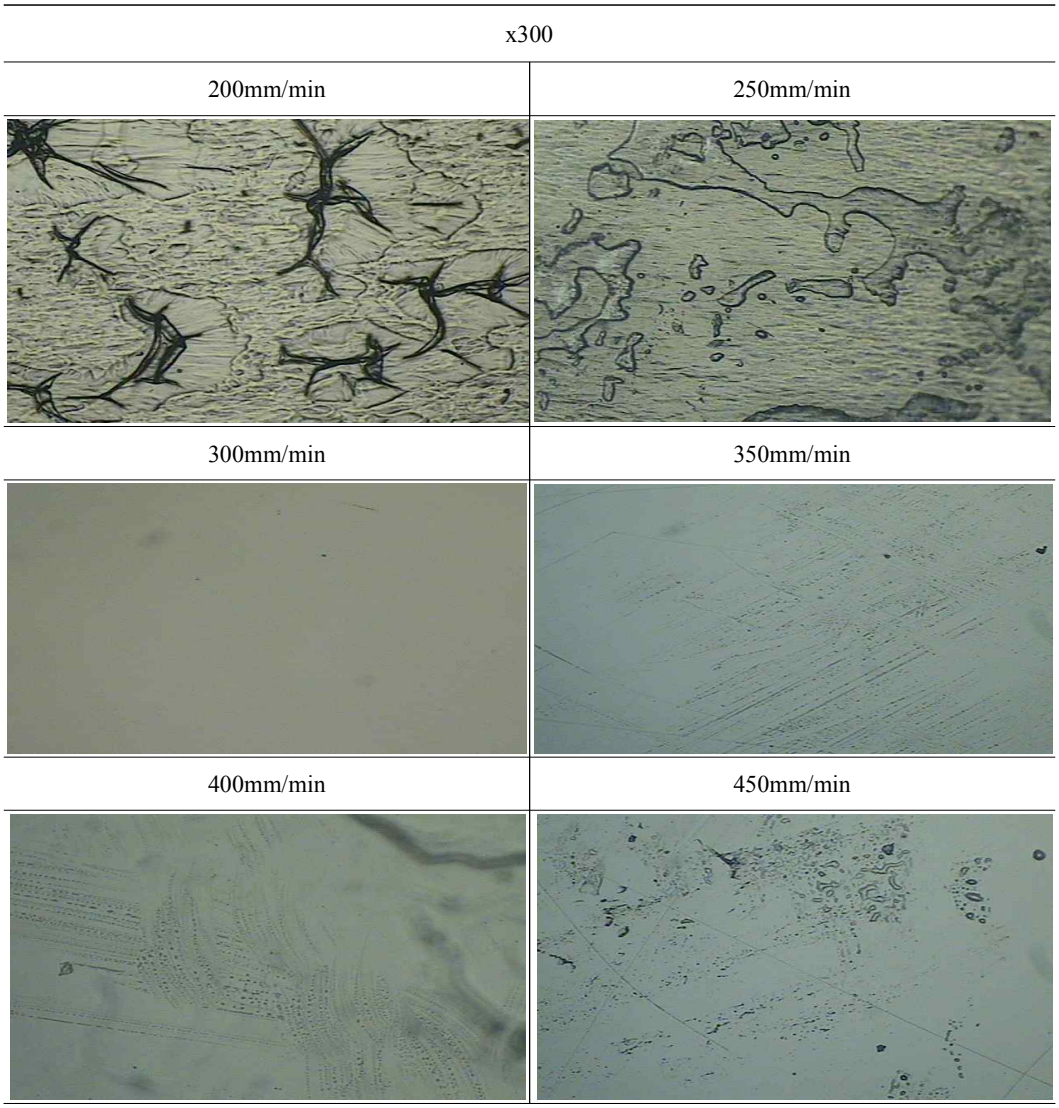


Figure 12. Surface of PET film after peel test with varying peeling rate.

전사현상이 두드러지게 발생하였다. 그러나 300 mm/min의 박리속도에서 전사현상이 감소하고 있는 것을 확인할 수 있었으며, 파괴유형 역시 응집파괴에서 계면파괴로 전환되어 그 이상의 박리속도에서 점착력이 감소함을 알 수 있었다. 이는 박리속도가 빠를수록 분자들의 완화가 어려워 점착제 자체가 강인해 짐으로써 전사현상이 감소하였다고 사료된다. 이는 점착제의 전형적인 점탄성 특성이며 본 시스템의 경우 300 mm/min 전후의 박리속도에서 파괴유형이 달라짐을 확인할 수 있었다.

Ⅳ. 결 론

본 연구를 통해 액상고무의 함량, UV 경화의 유·무에 따라 점착물성의 변화를 관찰하여 다음과 같은 결론을 도출하였다.

1. 아크릴 점착제는 고분자 자체가 점착성을 가지고 있어 단독으로 사용되지만 주 사슬의 극성기의 존재로 전사현상의 문제점이 발생하였다.
2. 액상고무 (LIR-50)의 함량이 증가함에 따라 점착제와 피착재와의 2차 결합을 방지함으로써 상대적으로 전사현상이 감소하였다. 본 연구를 통해서 아크릴 점착제와의 액상고무 블렌딩 비율은 9 : 1이 최적임을 알 수 있었다.
3. 점착제의 자외선 경화 시 광개시제의 함량이 증가함에 따라, 점착제가 UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 점착제 도막의 경화도가 높아지기 때문에 점착력이 감소하였다. 초기점착력 또한 광개시제의 함량이 증가함에 따라, UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 감소하였다. 반면 유지력은 광개시제 및 UV에 노출되는 시간이 증가함에 따라 경화도가 증가하여 분자구조가 망상구조를 이루며 점착제 내부 응집력이 증가하기 때문에 유지력이 증가하였다. 핸드형 UVCURE 60PH 장비를 사용했을 때의 최적의 UV 경화 조건으로는 경화가 거의 완료 되는 UV 노출시간은 60 초 정도이며 이때의 광개시제의 함량은 3 wt%이다. 서랍식 UV 경화기를 사용함으로써 경화공정의 편리함과 효과적인 경화효과를 얻을 수 있었다. 서랍식 UV 경화기를 사용할 때의 최적의 경화 조건으로는 광출력 100W, UV 노출시간은 20 초, UV 조사거리는 250 mm였다.
4. 박리속도에 의한 점착력의 영향으로는 박리속도가 증가함에 따라 점착력은 증가하다가 350 mm/min 이상의 속도에서 감소하였으며, 파괴유형은 응집파괴에서 계면파괴로 전환되었다.

References

1. I. Nam, K. Ha, K. Lee, L. J. Kim, M. Kim, I. Seong and T. Chang, "Novel versatile pressure-sensitive adhesives for polarizing film of TFT- LCDs: Viscoelastic characteristics and light leakage performance", *Int. J. Adhes. Adhes.*, **31**, 708 (2011).
2. C. H. Lim, Y. J. Jung and U. R. Cho, "A Study on Synthesis of Acrylic Pressure Sensitive Adhesive for Polarizer Film by Solution Polymerization", *Elast. Compos.,* **44**, 175 (2009).
3. H. Song, H. J. Kwon, Y. J. Park, D. H. Lim and H. J. Kim, "Technical Status and Market Trend of Protective Tapes and Adhesions for Optical Sheets or Plates for Display", *Kor. Ind. Chem. News.*, **10**, 40 (2007).
4. Y. J. Park, D. H. Lim, H. J. Kim, H. S. Song and H. J. Kwon, "Adhesion Performance of Natural Rubber-based Pressure-Sensitive Adhesives for Protecting of Opto-functionalized Sheet", *J. Adhes. Int.*, **8**, 15 (2007).
5. Z. Czech and R. Milker, "Development trends in pressure-sensitive adhesive systems", *Mat. Sci. Poland.*, **23**, 1015 (2005).
6. F. Sosson, A. Chateauminois and C. Creton, "Investigation of Shear Failure Mechanisms of Pressure-Sensitive Adhesives", *J. Polym. Sci.,* **43**, 3316 (2005).
7. E. S. Park, J. W. Park and H. J. Kim, "Adhesive and Pressure Sensitive Adhesive Materials for Displays", *Polym. Sci. Technol.*, **23**, 47 (2012).
8. A. Zosel, "The effect of fibrilation on the tack of pressure sensitive adhesives", *Int. J. Adhes. Adhes.*, **18**, 265 (1998).
9. Jurgen K. L. Schneider, "Styrenic copolymers boost heat resistance in PSAs", *Adhes. Seal. Ind.*, **34**, 34 (2001).
10. M. Fujita, M. Kajiyama, A. Takemura, H. Ono, H. Mizumachi and S. Hyasima, "Effects of Miscibility on Peel Strength of Natural Rubber Based Pressure Sensitive Adhesives" *J. Appl. Polym. Sci.*, **70**, 777 (1998).