

환경친화성 SIS계 핫멜트 점착제를 이용한 무늬목 접착*1

임 동 혁*2 · 김 수 민*2 · 박 영 준*2 · 김 현 중*2† · 양 한 승*3

Environment-Friendly Bonding of Decorative Veneer by SIS-Based Hotmelt Pressure-Sensitive Adhesives*1

Dong-Hyuk Lim*2 · Sumin Kim*2 · Young-Jun Park*2 ·
Hyun-Joong Kim*2† · Han-Seung Yang*3

요 약

친환경 건축자재에 대한 관심이 높아짐에 따라서 가구 및 건축 내외장재로 사용되는 목질복합재료에 대한 친환경적 성능에 대한 요구는 점차 커져가는 추세이다. 목질 복합재료는 일반적으로 그 자체로 사용하기 보다는 표면재를 붙여서 사용하는데 이때 사용되는 요소포름알데히드 점착제를 친환경적인 SIS계 핫멜트 점착제로 대체코자 하는 데 이 연구의 목적이 있다. 본 연구에서는 기질고분자의 diblock 함량, 점착부여수지의 연화점 및 함량 등을 변화시키면서 여러 종류의 핫멜트 점착제를 제조하고 각각의 점착제에 의한 무늬목 부착성능을 평가함으로써 점착형 표면재에 대한 가능성을 제기하였다.

ABSTRACT

The overlaid panels are important materials in interior and construction with added surface layers (PVC films, decorative paper, decorative veneer). Generally, the adhesive for decorative veneer to wood-based panel is urea-formaldehyde (UF) adhesive which cause the emission of formaldehyde during not only the manufacturing process, but also service life. In this study, environment-friendly SIS-based hotmelt pressure-sensitive adhesive (PSA) was evaluated as a adhesive for bonding a decorative veneer. The various SIS-based hotmelt PSA was blended as a function of diblock content, softening point of tackifier, tackifier content, and applied to bonding the decorative veneer.

* 1 접수 2006년 4월 5일, 채택 2006년 4월 13일

* 2 서울대학교 산림과학부 환경재료과학전공 바이오복합재료 및 접착과학 연구실 Lab. of Adhesion & Bio-Composites, Major in Environmental Materials Science, Department of Forest Science, Seoul National University

* 3 Wood Materials and Engineering Laboratory, Washington State University, Pullman, WA 99164-1806, USA

† 주저자(corresponding author) : 김현중(e-mail: hjokim@snu.ac.kr)

Keywords: decorative veneer, environment-friendly adhesive, hotmelt, pressure-sensitive adhesive, internal bonding strength

1. 서 론

실내공간에서 생활시간이 늘어남에 따라 실내공기 질에 대한 관심이 고조되어 실내공기질을 향상시킬 수 있는 제품에 대한 요구가 증가하고 있다. 실내공기 질 오염의 발생원인으로는 연소과정, 실내에서의 흡연, 오염된 외부공기의 실내유입과 건축자재로부터 수많은 유해화학물질을 들 수 있다. 특히 실내공간에서 내장재와 가구는 큰 비중을 차지하고 있다(Lee, *et al.*, 2003). 일반적으로 가구는 목질복합재료로 제조되며 외적 아름다움을 위해서 나무무늬를 가지는 표면재료를 표면에 접착시킨다. 이러한 표면재로는 PVC 필름, 종이, 무늬목 등이 많이 사용되며 가구제조 시 요소포름알데히드 점착제를 사용하여 표면가공을 한다. 요소포름알데히드 점착제는 접착 후 미반응 포름알데히드가 실내공기질을 저하시킬 여지가 있기에 환경친화적인 점착제에 대한 관심이 고조되고 있으며 이러한 점착제를 위한 많은 연구가 진행 중이다(Kim and Kim, 2002).

본 연구에서는 표면재를 붙이는 요소포름알데히드 점착제를 사용하지 않고 점착제(pressure sensitive adhesive)를 이용하여 표면재의 접착 가능성을 살펴보고자 하였다. 점착제는 일반적으로 감압 점착제라 하며 점착제의 범주에 한 부분으로 분류된다. 점착제는 액상으로 적용되어 경화과정을 거친 후 고체상이 되는 반면, 점착제는 반고체상태로 적용되며 경화과정이 필요하지 않아서 쉽게 붙일 수 있으며 자동화 공정에 유리한 장점을 가지고 있다(I. Benedek, 2004). 이런 장점 때문에 점착제의 사용범위가 점점 커지고 있으며 점착제를 사용하는 많은 부분들이 점착제로 대체하기 위한 노력이 행해지고 있다. 점착제는 일반적으로 유기용매를 섞어 적용이 되는데 최근 환경적 관심의 고조로 광경화형 점착제와 수용성 점착제 그리고 핫멜트 점착제로 대표되는 친환경적 점착제가 크게 각광을 받고 있다. 특히 실내용품에 사용되는 점

착제는 이러한 점착제를 사용해야할 필요성이 있다. 본 연구에서는 친환경적 점착제 중 핫멜트 점착제를 이용하여 무늬목의 접착성능을 파악해 보았다. 핫멜트 점착제는 타 점착제에 비해 빠른 생산속도와 편리한 작업성뿐만 아니라 생산시설의 규모가 작다는 장점으로 인하여 최근 그 영역이 확대되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 SIS (Styrene-Isoprene-Styrene block copolymer)를 이용하여 점착부여수지(tackifier)를 혼합하여 여러 가지 배합비로 물성을 조사하고 이를 기초로 무늬목 접착 시 적용하여 평면인장강도를 통하여 그 적용가능성을 알아보았다.

2. 실험

2.1. 원료

점착제는 일반적으로 기질고분자와 점착부여수지(tackifier)와 각종 첨가제를 혼합하여 제조한다. 본 실험에서는 기질 고분자로 Kraton Polymer사의 Kraton D1107 (Linear SIS copolymer, styrene content 15%, diblock content 15%)과 ExxonMobil Chemical사의 Vector 4111 (Linear SIS copolymer, styrene content 15%, diblock content 1% 이하)을 사용하였다. D1107과 Vector 4111의 유리전이온도(T_g)는 -60.6°C 로 고무상의 물질이다. 점착부여수지는 hydrogenated dicyclopentadiene (H-DCPD) 수지인 코오롱유화(주)의 Sukorez SU90 (T_g : 39.1°C), SU110 (T_g : 64.3°C), SU130(T_g : 75.4°C)을 사용하였으며, 연화점은 각각 $85\sim 95^{\circ}\text{C}$, $110\sim 115^{\circ}\text{C}$, $126\sim 135^{\circ}\text{C}$ 이다. 산화를 방지하기 위한 항산화제는 Ciba Specialty Chemicals의 Irganox 1010을 사용하였다.

혼합비는 기질고분자/점착부여수지 비율이 30/70, 40/60, 50/50, 60/40, 70/30(wt.%)로 점착제를 제조하였으며 산화방지제는 0.5파트 첨가하였다. 점착제는 internal mixer를 이용하여 $170\sim 180^{\circ}\text{C}$, 45 rpm으로

로 30~40분 동안 블렌딩을 하여, 자동 필름 어플리케이션을 사용하여 150°C 열판에서 20.6 μm의 두께로 실리콘이형지 위에 코팅을 하였다. 점착물성을 측정하기 위해서는 점착제를 PET 필름(SKC, 75 μm 두께)에 전사를 하여 점착실험시편을 준비하고, Maple 견식무늬목((주)인목, 두께 0.5~0.7 mm)에 전사하여 무늬목 적용실험시편을 준비하였다. 피착체는 동화기업(주)에서 분양받은 HDF (high density fiberboard, 고밀도 섬유판)를 사용하였다.

2.2. 측정

2.2.1. 기기분석

시차주사열량계(differential scanning calorimeter, DSC)를 이용하여 핫멜트 점착제의 열적 특성을 측정하였다. DSC는 시료와 기준물질의 온도를 똑같이 유지하기 위한 필요 에너지 양을 측정함으로써 재료의 열적거동에 대한 연구를 할 수 있는 기기이다. 핫멜트 점착제를 4~6 mg을 취한 후 질소상태에서 -50~180°C범위에서 분당 10°C 승온하면서 second scan하여 점착제의 유리전이온도를 측정하였다.

2.2.2. 점착물성

점착제의 택(tack)은 Texture Analyzer를 이용하여 프로브 택(probe tack)방법으로 측정하였다. 일반적으로 점착제의 택을 측정하는 방법은 볼택(ball tack), 루프택(loop tack), 프로브 택 등 여러 가지 방법이 있지만 이중 프로브 택은 측정온도, 박리속도, 접촉압력 등 많은 변수를 쉽게 조절할 수 있어 택의 학문적 접근 및 제품의 품질관리 측면에서 다양하게 적용되는 택 측정방법이다. 프로브 택의 측정은 Fig. 1과 같은 그래프를 얻을 수 있다(Lim, *et al.*, 2003). (a) 프로브가 점착제 표면으로 일정 속도(pretest speed)로 다가간다. (b) 프로브가 점착제 표면에 접촉하면 일정한 힘(bonding force)으로 일정한 시간(dwel time)동안 점착제 표면에 부착이 된다. (c) 프로브는 일정한 속도(debonding speed)로 점착제 표면에서 떨어지며 이때 최대의 힘을 일반적으로 프로

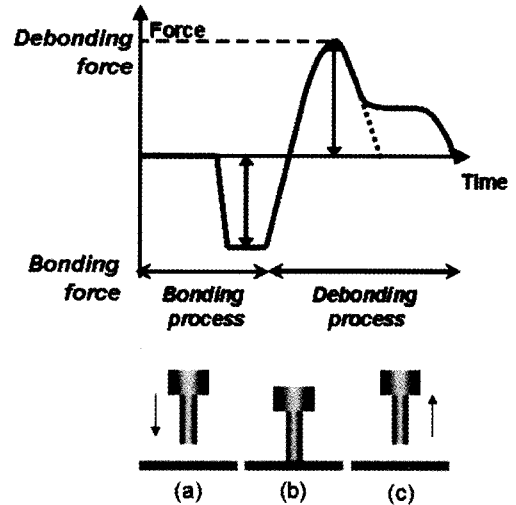


Fig. 1. Schematic diagram of the force and displacement curves of a probe tack test.

브 택값으로 취한다. 본 실험에서는 직경 5 mm의 스테인리스 스틸 프로브를 점착테이프 표면에 100 g의 힘으로 1초간 접촉시킨 후 표면으로부터 수직방향으로 박리 시킬 때 요구되는 최대강도를 초기점착력 (F_{max})으로 하였다. 박리속도는 60 mm/min였으며 25°C, 상대습도 50% 항온항습 조건에서 실험하였다.

2.2.3. 평면인장강도

실질적으로 무늬목을 목질복합재료에 핫멜트 점착제를 이용하였을 때 점착강도를 측정하기 위해서 평면인장강도를 측정하였다. Fig. 2와 같이 고밀도 섬유판과 무늬목사이에 필름상의 핫멜트 점착제를 넣고 압착을 시켜 만든 박리강도 시편을 Fig. 3과 같은 치구를 이용하여 압축력을 가하면 점착제의 접합부에서 인장력으로 작용하여 파괴가 일어날 때의 평면인장강도를 측정하였다. 박리강도는 2 mm/sec 속력으로 측정하며 최대 파괴강도를 평면인장강도로 하였다. 핫멜트 점착제의 기질 고분자인 SIS 공중합체는 스티렌(styrene)과 이소프렌(isoprene)이 열열학적으로 섞이지 않고 구성성분이 각각의 블록으로 존재하며 스티렌 블록의 물리적 가교로 점착제의 응집력을 높여주며 고무상의 블록은 유연성을 부여하는 역할을

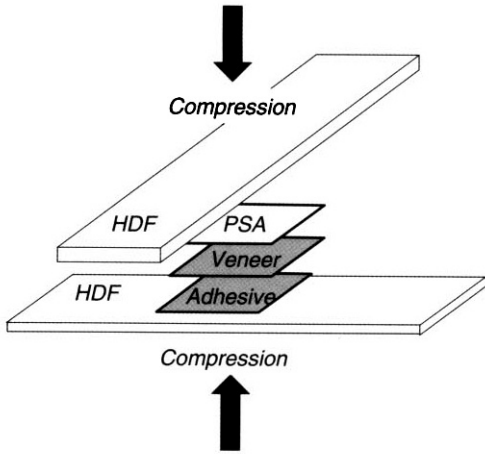


Fig. 2. Sample preparation of internal bond strength.

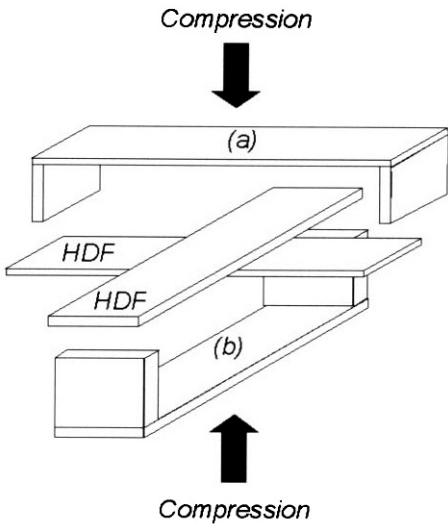


Fig. 3. Schematics of internal bond test.

한다(D. Satas, 2002). 이러한 이유로 핫멜트 접착제는 온도의 영향에 민감하며 접착 시 온도의 영향과 파괴 시 온도의 영향을 각각 알아보기 위해서 다음의 실험을 행하였다. 접착 시 온도가 강도에 미치는 영향을 알아보기 위해서 60°C에서 접착시킨 시편을 상온(22°C)에서 평면 인장 시험을 하였고, 파괴 시 온도가 강도에 미치는 영향을 알아보기 위해서 상온에서 접착 후 고온(42°C)에서 파괴시킨 결과를 각각 상온에서 접착 후 상온에서 평면인장강도와 서로 비교하였다.

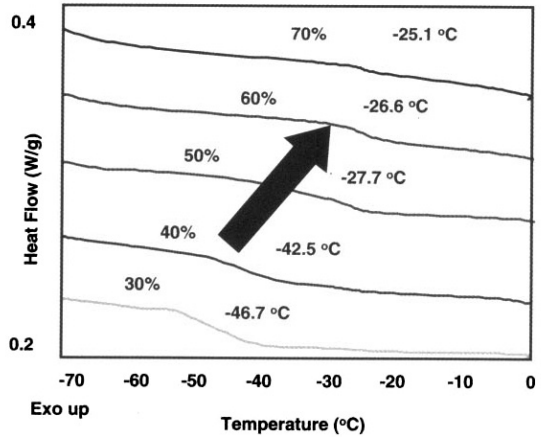


Fig. 4. DSC results of Kraton/SU110 blends as a function of tackifier content (30~70%).

3. 결과 및 고찰

3.1. 기기분석

3.1.1. 시차주사열량계

접착제 물성을 조절하는 데 중요한 인자 중 하나는 접착제의 유리전이온도(T_g)이다. 시차주사열량계는 온도의 변화에 따른 물질의 흡열 및 발열에 의한 에너지의 차이를 이용하여 물질의 유리전이온도를 측정하는 기기이다. 접착제는 상온에서 탭을 가져야하기 때문에 일반적으로 유리전이온도가 낮아야하며 사용목적에 따라서 유리전이온도를 조절해줄 필요가 있다. 뿐만 아니라 접착제 제조 시 들어가는 기질 고분자와 접착부여수지의 상용성(miscibility)을 연구하는 데에도 접착제의 유리전이 온도는 중요한 의미가 있다(Kim and Mizumachi, 1995, Kim and Mizumachi, 1995). Fig. 4는 Kraton 공중합체와 SU110로 만든 접착제의 유리전이온도를 DSC를 이용하여 측정한 것이다. 접착제의 유리전이온도는 유리전이온도를 가지는 접착부여수지의 함량이 증가함에 따라 증가함을 보인다.

접착제는 상온에서 끈적임을 발현하기 위해서는 -30°C 정도의 유리전이온도를 가져야한다. 따라서 SIS 공중합체와 접착부여수지를 섞을 때 접착제에 알

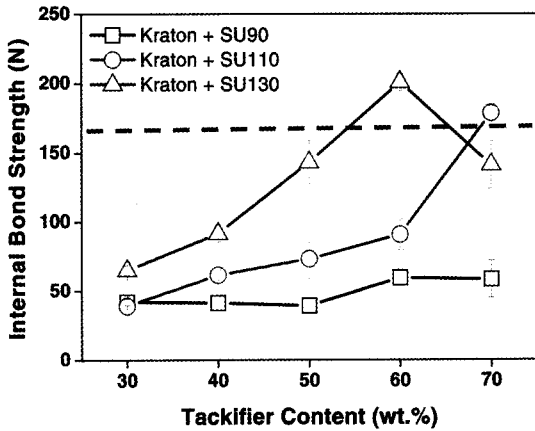


Fig. 5. Internal bond strength for Kraton blends according to tackifier (---- : IB strength suggested by KS).

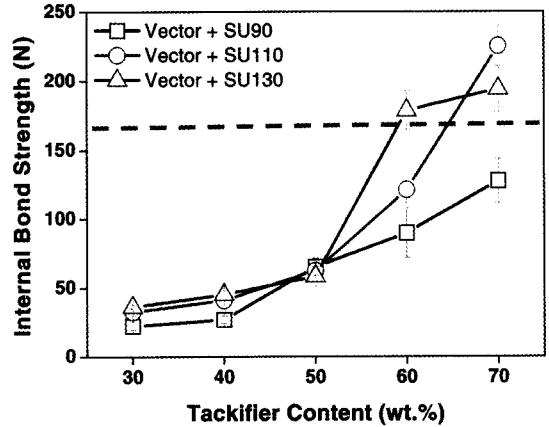


Fig. 6. Internal bond strength for Vector blends according to tackifier (---- : IB strength suggested by KS).

맞은 유리전이온도를 가지며 또한 올리고머 수준의 분자량을 가지는 점착부여수지가 분자사슬의 mobility를 증가시켜 점착제로써 사용가능하게 된다. 특히 SIS 공중합체의 이소프렌 영역의 유리전이온도가 크게 변화하는 것을 보아 DCPD계 점착부여수지는 이소프렌 영역과 상용성을 가짐을 알 수 있다(Class and Chu, 1985).

3.2. 무늬목 적용실험

무늬목을 목질복합재료에 점착하는 것과 관련된 구체적인 특수가공치장합관(KS F 3106)에 따르면, 천장판용, 건축물의 내구 벽면용 또는 가구용, 건축물의 일반 벽면용 및 건축물의 특수 벽면의 평면 인장 시험에서 점착력의 평균값이 0.4 N/mm^2 이상이 품질의 기준이 된다고 밝히고 있다(KS F 3106). 본 실험에서는 $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ 면적에서 평면인장강도를 측정하였으므로 0.4 N/mm^2 은 160 N/4 cm^2 로 환산될 수 있으며 이는 Fig. 5와 6에서 점선으로 표시하였다. Fig. 5와 6은 Kraton과 Vector 점착제를 SU90, SU110, SU130의 점착부여수지의 함량을 30~70%까지 블렌딩하여 각각의 블렌드를 이용하여 무늬목과 HDF를 부착시킨 후 평면인장강도를 측정된 결과이다.

전체적으로 평면인장강도는 점착부여수지의 함량이 증가함에 따라 증가함을 나타내며 KS F 3106 규

격에 근접하는 강도를 보이는 점착제는 Kraton/SU110 (3/7)과 Kraton/SU130(5/5~3/7), 그리고 Vector/SU110(3/7)과 Vector/SU130(4/6, 3/7)이다.

앞에서 사용한 Kraton과 Vector를 이용하여 제조한 핫멜트 점착제는 점착부여수지 함량이 50~60%에서 가장 높은 택(tack)과 박리강도(peel strength) 값을 가짐에 반해 평면인장강도에서는 대체적으로 점착부여수지가 60~70% 영역에서 높은 값을 가짐을 알 수 있다. 일반적으로 유리전이온도가 높은 점착부여수지의 함량이 증가됨에 따라 점착제의 유리전이 온도가 높아져서 상온에서 유동성이 저하된다. 이는 약한 압력(약 100 gf)을 가하여 측정하는 프로브 택에서는 기재에 충분히 붙지 않아 낮은 프로브 택 값을 보이지만 어느 정도 압력이 높아지면 피착체 표면에 젖는 것이 가능해져 강도의 최대 값을 보이는 점착부여수지의 함량이 점착물성보다 더 많은 점착부여수지 함량에서 나타나는 것으로 보인다. 이를 알아보기 위해서 Kraon/SU130(3/7)의 점착제를 점착압력에 따른 프로브 택을 측정하여 Fig. 7에 나타내었다. 프로브 택은 평면인장강도와 같이, 면의 수직인 방향으로 박리력이 주어지며 점착압력을 기기적으로 정확히 변화시킬 수 있기 때문에 프로브 택을 이용하여 압력의 영향을 유추해보았다. Fig. 7은 프로브의 재질을 stainless steel (SUS), 고밀도 섬유판(HDF), 무늬목(veneer)으로 바꿔가며 점착압력에 따른 프로브 택을

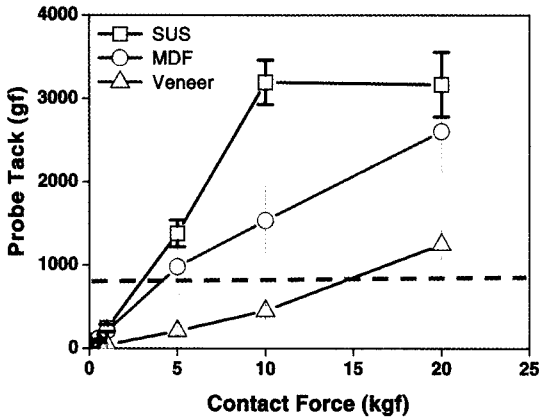


Fig. 7. Probe tack as a function of contact force of low tacky PSAs by stainless steel, veneer, and HDF probe (---- : IB strength suggested by KS).

측정한 결과이다. 또한 KS F 3106에 명시된 0.4 N/mm^2 기준값을 5 mm 지름의 원통형 실린더의 면적으로 환산하여 점선으로 나타내었다. 점착압력이 증가됨에 따라서 프로브 택의 결과는 증가하며 점착제는 어느 정도의 압력 이상에서는 KS를 만족시키는 값을 나타낼 수 있다. 이로써 평면인장강도에서도 점착제를 고밀도 섬유판에 붙이는 압력을 조절함으로써 점착강도를 조절할 수 있음을 유추할 수 있다.

압착하중과 접촉시간에 따라서 프로브 택이 달라질 수 있다는 것은 기존의 연구결과에서 살펴볼 수 있다. 점착압력과 접촉시간이 증가함에 따라 프로브 택이 증가하다가 임계점을 보이며 일정해지는 경향은 기존에 보고된 바가 있다(Lim *et al.*, 2003). 이는 스테인레스 스틸 프로브와 점착제 표면이 완벽히 접촉하지 않았기 때문에 보이는 현상이며 원인으로서는 점착제의 흐름성의 부족을 지적하였다. 하지만 본 실험에서는 프로브의 종류에 따라서 같은 점착제라 할지라도 압력에 따라 다른 결과를 보이는 것은 프로브 자체가 가지는 표면장력과 프로브 표면의 porosity에 의한 것으로 추정된다. 스테인레스 스틸의 경우 낮은 압력에서도 점착압력의 증가에 따른 임계점을 보이고 일정해졌지만 나머지 기재의 프로브에서는 계속 증가하는 경향을 찾아볼 수 있다. 이들은 더 큰 압력에서 임계점을 보이리라 예상을 하지만 기기적 한계로 인하여

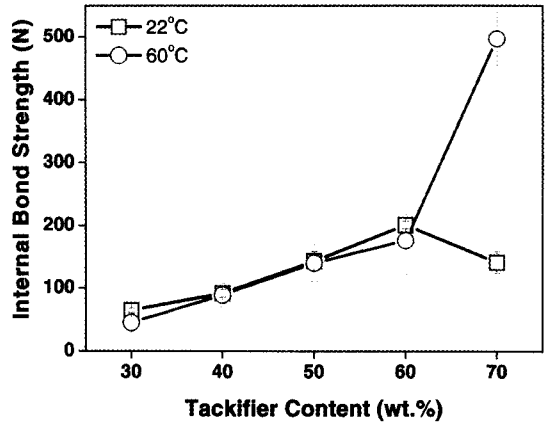


Fig. 8. Internal bond strength as a function of tackifier content compared with temperature of bonding process (Kraton : SU130).

측정은 불가하였다.

핫멜트 점착제는 상온에서도 택을 가지지만 어느 정도 높은 온도에서는 더욱 접착이 용이하다. 얼마나 접착 시 온도가 평면인장강도에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위해서 두 가지 군의 시편을 제작하였다. 상온에서 압력만 주어 접착을 시킨 시편과 60°C에서 압력을 주어 접착을 시킨 시편을 상온에서 1일 후에 만능강도시험기(UTM)를 이용하여 평면인장강도를 측정하였다.

Kraton/SU130의 평면인장강도의 결과는 Fig. 8에 나타내었다. 점착부여수치가 30~60%까지는 상온접착과 60°C 접착이 큰 차이를 보이지 않았다. 이는 점착부여수치가 30~60% 사이에서는 충분히 무늬목과 HDF 표면에 핫멜트 점착제가 부착되었다는 것을 의미한다. 점착부여수치 함량이 70%에서는 60°C에서 접착시킨 시편의 평면인장강도가 크게 증가하였다. 이는 상대적으로 높은 함량의 점착부여수치로 인하여 상온에서 유동성이 부족한 Kraton/SU130(3/7)이 60°C에서는 분자운동이 활발해짐에 따라서 부착이 용이해졌으며 상온상태에서 상대적으로 높은 강도를 보이는 것으로 추정된다. Vector/SU130의 결과는 Fig. 9에서 살펴볼 수 있으며 전체적으로 조금씩 평면인장강도가 증가하였으며 점착부여수치의 함량이 증가함에 따라서 증가의 폭이 커짐을 알 수 있다. Kraton은 diblock을 가지는 반면에 Vector는 triblock copolymer

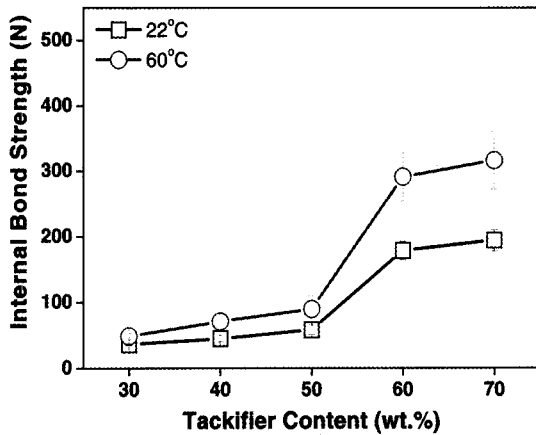


Fig. 9. Internal bond strength as a function of tackifier content compared with temperature of bonding process (Vector : SU130).

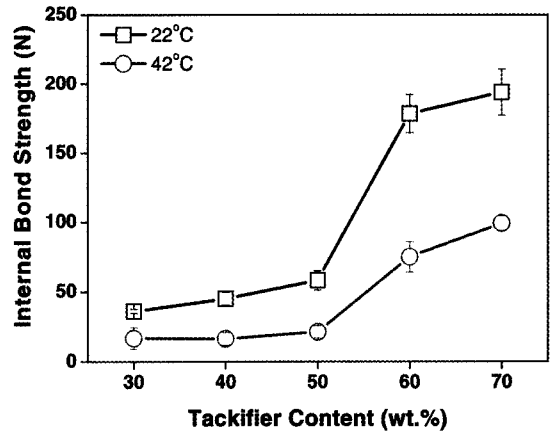


Fig. 11. Internal bond strength as a function of tackifier content compared with temperature of debonding process (Vector : SU130).

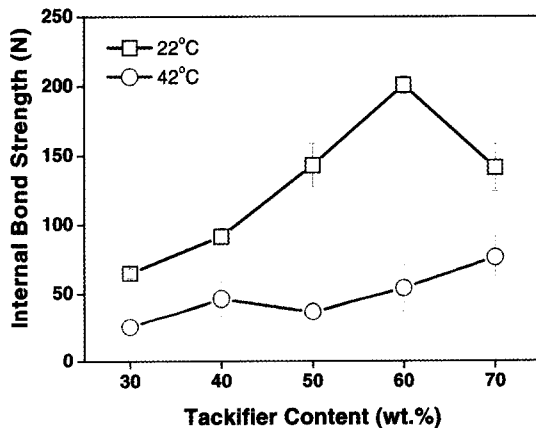


Fig. 10. Internal bond strength as a function of tackifier content compared with temperature of debonding process (Kraton : SU130).

로 이루어져 있기 때문에 상온에서 유동성이 Kraton 보다 떨어진다. 이러한 이유로 점착부여수지의 함량 30~50% 영역에서 온도의 영향을 거의 받지 않는 Kraton 블렌드에 반해 Vector 블렌드는 온도에 의한 무늬목과 HDF에 부착이 용이하게 되어 어느 정도의 강도 증가를 가져오는 것으로 해석된다.

무늬목 점착 시 사용되는 요소포름알데히드 점착제는 열경화성 점착제로 열경화 과정을 거친 후에는 무늬목보다 높은 강도를 지닌다. 또한 온도에 의한 강도의 저하에 대한 걱정이 없는 반면 본 연구에서 요소포

름알데히드 점착제를 대체하여 사용된 핫멜트 점착제는 그 강도의 기원이 블록 공중합체에 의한 물리적 가교이므로 고온에서 사용 시 주의가 요구된다. SIS의 물리적 가교를 일으키는 스티렌 블록의 유리전이 온도는 100°C 이상이지만 앞서 살펴본 것처럼 60% 근방에서도 유동성이 증가되는 것을 보아 고온에서 강도저하를 예상하여 다음의 실험을 행하였다. 여름철 높은 대기온도를 40°C 정도로 가정하고 이 온도에서의 평면인장강도를 측정하였다. Kraton/SU130과 Vector/SU130의 결과를 Fig. 10과 Fig. 11에서 각각 나타내었다. Diblock을 함유하는 Kraton 점착제의 경우 전체적으로 평면인장강도가 저하되었다. 하지만 Vector의 경우 평면인장강도가 저하되기는 했지만 점착부여수지가 Kraton 점착제보다 강도의 감소 폭이 작음을 알 수 있다. 따라서 무늬목 제품이 고온에서 사용될 시에는 diblock의 함량이 적은 SIS공중합체를 사용하는 것이 안전하다는 것을 알 수 있다.

4. 결론

환경에 대한 소비자의 욕구가 계속되는 한 친환경적인 제품의 개발 및 공급은 필수불가결한 사항이다. 본 연구에서는 무늬목의 점착을 기존의 요소포름알데히드 점착제를 대신하여 친환경적 핫멜트 점착제를

이용하여 그 대체 가능성에 대해서 논하였다. SIS계 핫멜트 점착제는 SIS 공중합체의 diblock 함량과 점착부여수지에 따라서 성능이 크게 달라진다. Diblock은 점착제의 유동성을 증가시켜 무늬목과 HDF에 점착제가 잘 붙게 하는데 도움을 주지만 고온에서 평면인장강도를 저하시키는 역할을 하며 높은 유리전이온도를 가지는 점착부여수지의 블랜드가 상대적으로 무늬목을 점착하는데 좋은 물성을 나타내었으며 그중에서도 점착부여수지의 함량이 높은 영역(60~70%)에서 높은 강도와 내열성을 보였다. 국내에서는 일반적으로 PVC 필름이나 종이로 기재로 한 데코시트라는 이름으로 점착형 표면재가 사용되고 있지만 무늬목에 있어서는 그 시도가 이루어지지 않고 있다. 기존의 목질복합재료의 표면재료로써의 무늬목 시장이 점점 냉각되고, 에어콘을 비롯한 많은 에코형 가전제품과 다양한 기재를 가지는 실내인테리어 시장으로 확대되고 있는 실정을 감안할 때, 무늬목 점착에 대한 연구는 다양한 기재에 용이한 점착성능과 자동화의 편리성, Non-VOC, Non-Formaldehyde Adhesive를 가능하게 하는 대안이 될 수 있을 듯 하다.

사 사

본 연구는 서울시 산학연 협력사업 및 교육인적자원부 BK21 사업의 지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

1. 김수민, 김현중. 2002. 탄닌점착제의 화학과 응용. *접착 및 계면* 3(5): 41~50.
2. 이영규, 양한승, 김현중. 2003. 목질복합재료와 실내공기질. *목재공학* 31(5): 1~14.
3. 임동혁, 김성은, 김범준, 도현성, 김현중. 2003. 핫멜트 점착제 및 아크릴 점착제에 대한 점착속도(pretest speed)가택에 미치는 영향. *접착 및 계면* 4(4): 7~14.
4. D. Satas. 2002. *Handbook of Pressure Sensitive Adhesive Technology and Application*, D. Satas & Associates, USA.
5. H. J. Kim, H. Mizumachi. 1995. Miscibility and Probe Tack of Acrylic Pressure Sensitive Adhesives : Acrylic Copolymer/Tackifier Resin Systems. *Journal of Adhesion* 49: 113~132.
6. H. J. Kim and H. Mizumachi. 1995. Miscibility and Peel Strength of Acrylic Pressure Sensitive Adhesives : Acrylic Copolymer/Tackifier Resin Systems. *Journal of Applied Polymer Science* 56: 201~209.
7. Istvan Benedek. 2004. *Pressure-Sensitive Adhesives Technology*. Marcel Dekkor. 106~108.
8. J. B. Class and S. G. Chu. 1985. The Viscoelastic Properties of Rubber-Resin Blends. 1. The Effect of Resin Structure. *Journal of Applied Polymer Science* 30: 805~814.

KS F 3106