

원지의 구조적 변화가 난연제의 정착과 난연 처리된 종이의 인화 특성에 미치는 영향(1)

- 충전제와 난연 전처리된 폴리에스테르 섬유의 효과 -

김병수 · 이승기 · 정현채*

(2002년 2월 10일 접수; 2002년 4월 25일 채택)

Effect of Substrate Structure on Flame Retardant Fixation and Ignition Characteristics of the Treated Paper(1)

- Effect of filler and pre treated polyester fiber -

Byeong-Soo Kim, Seung-Kee Lee and Hyeun-Chae Jeong*

(Received on February 10, 2002; Accepted on April 25, 2002)

ABSTRACT

Wallpaper has been used for decorating wall with multifarious patterns and colors. Ignition characteristic of wallpapers depends upon the types of wallpapers and their components. Since the wallpaper is made of flammable cellulose fibers diverse materials are being used as flame retardant in producing wallpapers. In this paper the ignition characteristics wallpapers prepared with three different fillers and pretreated polyester fibers were examined. Also the effect of calendering on ignition characteristics was investigated. Commercial papers were used for checking the effect of calendering on the ignition characteristics of treated paper. In this experiments, guanidine sulfomate was used as flame retardant.

Keywords : *Wallpaper, Ignition, Flame retardant, Guanidine sulfomate*

1. 서론

종이가 인류의 생활에 미치는 비중은 정보의 전달을 제 1의 목적으로 사용되고 있는 인쇄용지와 필기용지가 가장 크다. 정보전달의 매개체로 사용되는 종이의 용도 이외의 것을 살펴보면 전사지, 감압, 감열지, 절

연지, OMR지, 항공권지, 벽지 등과 같은 특수지와 기능지가 있다. 특히 벽지는 다양한 무늬와 색으로 내벽을 장식하는데 주로 사용된다.

벽지의 기능은 실생활에 있어서 없어서는 안될 중요한 건축 재료로 사용되고 있다. 가장 중요한 벽지의 사용 목적은 미려한 색상과 다양한 디자인으로 단순한

• 무림제지 주식회사(MooRim Paper MFG. Co., LTD)

* 순천대학교 산림자원학과(Suncheon National University, College of Agriculture & Life science)

벽면을 개인의 취향에 맞게 함으로써 심리적 안정감을 가져옴과 동시에 미적 가치를 증가 시켜 문화 수준의 향상에도 영향을 미치는 것으로 알려져 있다.

그러나 종이 벽지와 종이 벽지 원지를 기저로 하여 제조된 발포 벽지는 인화성이 강하기 때문에 이들에 대한 적절한 난연 처리가 요구 되고 있다. 매년 발생하는 다양한 형태의 화재는 돌이킬 수 없는 인명과 재산의 손실로 귀결되어 각별한 주의가 요구되기 때문에 특히 대중이 이용하는 공공장소에서의 난연 처리된 벽지 사용에 대한 중요성이 나날이 높아져 가고 있는 실정이다. 난연 처리된 벽지는 통상적인 벽지에 비하여 제조 원가의 상승에 따라 가격이 비싸기 때문에 일반인들에게 있어서 그 사용은 주목할 정도로 증가되지 못하고 있으나, 생활 수준이 향상 될수록 안전에 대한 의식 강화와 정부의 노력으로 인하여 그 사용량은 크게 늘어날 것으로 기대된다.

따라서 본 연구에서는 종이의 제조에 사용되는 원지의 충전제 종류와 양 그리고 난연 처리된 폴리에스테르 섬유의 혼합을 달리하여 제조된 원지를 난연 처리한 후 이들의 인화 특성과 난연처리된 종이 가 칼렌더링 처리를 통하여 변화된 구조적 특성이 인화 특성에 미치는 영향에 대해 고찰 함으로써 보다 향상된 성능을 발휘할 수 있는 난연 벽지의 제조와 개발에 보탬이 되고자 하였다.

2. 재료 및 방법

2.1 공시 재료

본 실험에 사용된 펄프는 상업용 표백 침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 사용하였다. 그리고 충전제로는 탈크와 중질 탄산칼슘 그리고 경질 탄산칼슘을 사용하였으며, 난연 전처리된 폴리에스테르의 난연 효과를 파악하기 위해 실험실적으로 제조된 난연 short cut polyester fiber를 공시재료로 사용하였다. 난연 처리된 폴리에스테르의 제조과정은 Fig.1.에서 보는 바와 같다.

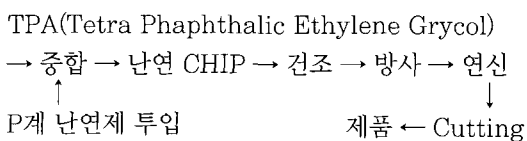


Fig. 1. Schematic drawing for producing flame retardant treated polyester short fiber.

그리고 각 조건에 따라 제조된 원지의 난연처리된 난연제는 Guanidine sulfamate 수용액을 사용하였다.

2.2 실험 방법

2.2.1 수초지의 제조

난연처리에 사용한 수초지는 Table 1과 같은 조건으로 펄프를 혼합한 후 충전제의 종류와 량을 달리하여 TAPPI standard에 의거하여 수초하였다.

Table 1. Stock preparation for handsheet

Pulp	NBKP : LBKP = 2:8, Treated polyester(10, 20, 30%)
Filler	Talc, GCC, PCC (10, 20, 30 %/pulp)
Stock preparation	Pulp → Filler → Cation starch → Cation PAM → Bentonite
Additives	C/S : 0.6%/pulp, C.PAM : 0.02%/pulp, Bentonite : 0.2%/pulp
Basis weight	80g/m ²

2.2.2 난연처리

각 조건에 따라 제조된 수초지는 일정량의 난연제가 도포될수 있도록 stainless steel 수조에 함침시킨 후 실험실용 사이즈프레스를 사용하여 난연처리 한 후 상온에서 건조하였다.

2.2.3 난연시험

2.2.2에서 난연처리된 시편은 TAPPI standard T461 CM-00에 나타나 있는 시험기구와 방법으로 난연성을 평가 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 충전제와 난연 전처리된 폴리에스테르 섬유가 종이의 난연성에 미치는 영향

종이를 구성하고 있는 구성성분의 70% 이상을 차지하고 있는 셀룰로오스는 화염에 노출되어 분해온도

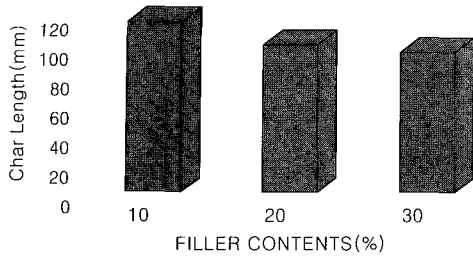


Fig. 2. Effect of TALC addition on char length after flame retardant treatment.

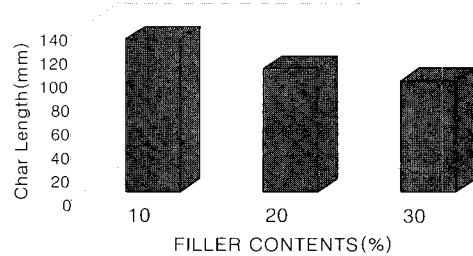


Fig. 3. Effect of Ground Calcium Carbonate on char length after flame retardant treatment.

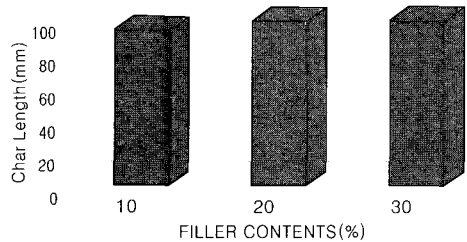


Fig. 4. Effect of Precipitated Calcium Carbonate on char length after flame retardant treatment.

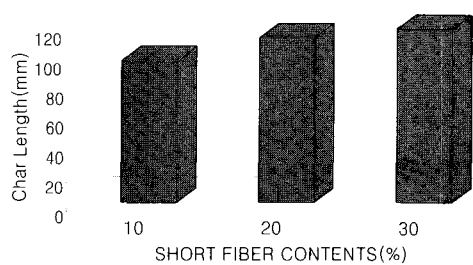


Fig. 5. Effect of treated polyester fiber on char length after flame retardant treatment.

에 도달되었을 때 탄소 10%, 타르산 40~70%, 가스체 20~30% 정도로 분해되어 착화한다. 이 중에서 연소를 계속하는 중요한 것은 타르산 물질(levoglucosan)의 생성이다. 그러므로 종이의 연소를 억제하기 위해서는 가장 큰 인화원인 셀룰로오스 대신에 비가연성 물질인 충전제의 첨가량이 증가할수록 종이의 인화성을 큰 폭으로 감소시킬 수 있다. 그러나 벽지의 경우에 있어서는 원지의 후가공과 시공 효율 등의 이유로 인해 일정한 수준의 강도를 요구하기 때문에 충전제의 첨가량에 한계가 있을 것으로 판단된다. 따라서 충전제로써 탈크와 탄산칼슘 그리고 경질 탄산칼슘을 사용하여 이들의 충전량을 달리하여 난연 효과에 미치는 영향은 Fig. 2, 3, 4에서 보는 바와 같다

충전제로 사용된 탈크와 중질 탄산칼슘의 경우 첨가량이 증가할수록 종이의 난연성을 증가 시키는 것으로 나타났으나 경질 탄산칼슘의 경우 첨가량의 변화에 따라 난연처리된 샘플의 탄화 길이에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 탈크와 중질 탄산칼슘의 첨가량 증가에 따라 종이의 밀도 감소 즉 공극량의 감소와 불연성 물질의 첨가에 의한 결과로 생각되지만 경질 탄산 칼슘은 첨가량이 증가할수록 종이의 밀도를

감소시켜 첨가량이 난연성을 극복하지 못한 것으로 사료된다. 그러나 세가지 충전제 중에서 가장 효과적인 난연성을 나타낸 것은 경질 탄산칼슘이었다.

Fig. 5에서는 펄프를 난연 전처리 된 폴리에스테르 섬유로 10, 20, 30% 대체하여 수조한 시료를 실험실용 사이즈 프레스로 난연 처리한 결과를 나타낸 것이다. 결과에서 보는 바와 같이 비록 폴리에스테르 섬유가 phosphate계 난연 물질로 전처리 되었음에도 불구하고 이들의 첨가량에 반비례하는 경향을 볼 수 있다. 이는 목섬유에 비하여 화학 섬유의 열적 안정성이 취약한 결과로 판단된다.

Fig. 6에서는 충전제와 폴리에스테르 섬유의 첨가량에 따른 난연처리후 샘플의 부피 변화를 나타낸 결과이다. 탈크와 중질 탄산칼슘의 첨가에 따른 샘플의 부피는 다소 감소하는 경향을 나타내고 있지만 경질 탄산칼슘과 폴리에스테르 섬유의 첨가에 있어서는 오히려 부피가 증가하는 것을 알 수 있다. 이는 동일한 시료량에서 차지하는 공극의 증가를 의미하며 난연처리의 정도가 같을 때에는 공극성이 높을 경우 난연성을 저해할 수 있음을 알 수 있다.

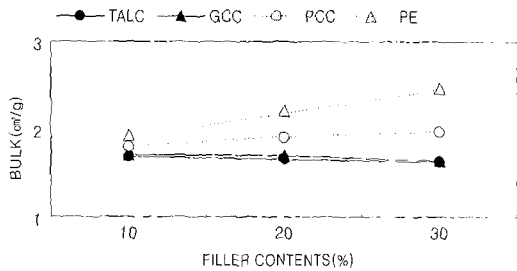


Fig. 6. Effect of filler and polyester contents on bulk.

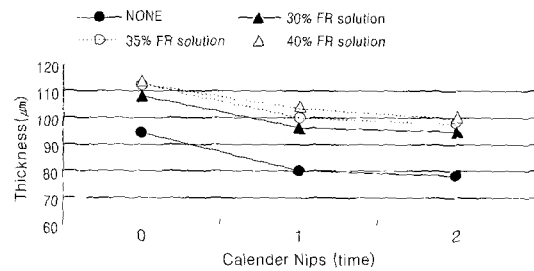


Fig. 7. Effect of calendaring on thickness.

3.2 칼렌더 처리가 난연처리 후 난연성에 미치는 영향

종이는 다공성이기 때문에 다양한 형태와 일정한 수준의 공극을 지니고 있다. 종이의 강도는 이러한 공극의 양이 증가될수록 저하되지만, 광학적인 측면에서 볼 때 불투명도는 증가하게 된다. 그러나 난연특성의 경우에는 적절한 강도적 특성과 함께 난연성 역시 요구되기 때문에 원료의 배합비 결정에 어려움이 따르기도 한다. 본 시험에서는 칼렌더 처리 수준을 달리하여 동일한 평량의 샘플에 대해 물리적 변화를 가한 후 난연 처리된 샘플의 난연특성에 대하여 고찰한 바 Figs. 7, 8, 9와 같은 결과를 얻을 수 있었다.

Fig. 7에서는 칼렌더링 처리에 따른 두께의 감소 결과를 나타낸 것이다. 무처리에 비하여 난연 처리된 샘플의 두께가 높게 나타난 것은 난연제로 사용된 구아니딘 설푸메이트(Guanidine Sulfomate)가 샘플에 침적되면서 섬유간 결합을 이완시킨 결과로 판단된다. 이러한 효과는 난연제의 농도를 30%, 35%, 40%로 변화 시킨 결과 난연제의 침적량에 따라 두께도 비례적으로 증가한 결과로도 알 수 있다. 난연처리에 사용된 용액의 농도와 두께를 달리한 샘플의 난연처리 후

난연성 시험 결과를 Fig. 8에 나타내었다. 난연처리 용액의 고형분 함량 증가는 피처리 샘플에서 난연제의 증가를 의미하지만 난연시험에서는 난연처리 용액의 고형분을 30%로 했을 때 가장 양호한 난연성을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 그리고 칼렌더 처리가 증가될수록 두께의 감소와 함께 난연성이 저하된 것을 볼 수 있다. 이는 일정한 두께 수준 이하에서는 공극량의 감소 효과에 의해 난연성이 증가하기 보다 인화성 셀룰로오스의 접촉면적 증가에 따른 열전달 효과의 상승으로 난연성이 감소된 것으로 사료되지만 상기 결과에 대해서는 보다 면밀한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Fig. 9에서는 칼렌더와 난연처리된 샘플의 인장강도 결과를 나타낸 것이다. 난연처리 샘플의 경우 난연 처리되지 않은 샘플과 비교하여 약 37% 정도의 인장강도 손실을 보여 주고 있으며 칼렌더 처리가 강화될수록 인장 강도는 증가되는 것으로 나타났다. 난연처리된 난연지의 인장강도 손실은 어느 정도의 칼렌더 처리로부터 보전될 수 있지만 상대적으로 두께 감소에 의한 난연성 저하를 감안한 최적 조건을 규명하는 과정이 필요할 것으로 생각된다.

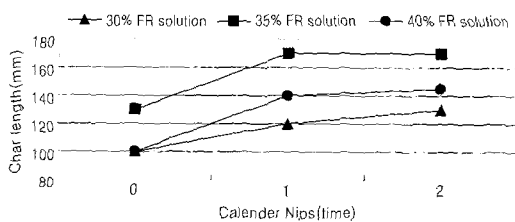


Fig. 8. Effect of calendaring on flame retardant treatment.

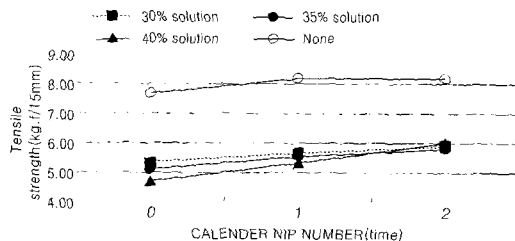


Fig. 9. Effect of calendaring and flame retardant treatment on tensile strength of treated paper.

4. 결론

충전제의 종류와 첨가량의 증가에 따른 난연 특성 분석 결과, 탈크와 중질탄산칼슘의 첨가량이 증가할수록 탄화장이 감소되는 반면, 경질 탄산칼슘의 증가는 난연특성에 큰 영향을 미치지 않았으며, 이는 경질 탄산칼슘 적용에 따른 부피 증가가 충전제에 의한 난연 효과를 감소시킨 것으로 판단된다. 그러나 난연 전처리된 폴리에스테르 섬유 첨가는 공극성 증가로 인해 난연 특성에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났다. 또한 난연처리된 종이는 칼렌딩 처리에 의해 두께가 감소할수록 난연성이 감소하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. B.J. Sutker and E.D. Mazzarella. 1966. Manufacturing and marketing aspects of flame-resistant paper. *Tappi Journal*, Vol. 49(12) : 138A-144A.
2. J.E. Stephenson. 1985. The treatment of paper with flame-retardant chemicals. *Paper Technology*, Vol. 26(1) : 27 - 29.
3. Kiyokazu Kawaguchi. 1971. Sizing flame-retardant for paper. *高分子加工*, Vol. 20(11) : 652 - 655.
4. Yoshihiro Okuda. 1990. Technical trend in raw materials for wallpapers. *Converttech Apr.* : 28 - 31.