

벽지용 난연지 제조

이명구 · 송한규 · 유재국 · 권오윤 · 현경수

강원대학교 제지공학과

1. 서 론

현대 사회에서 매우 불행한 사실 중에 하나가 화재로 인한 재산과 인명의 손실이다. 이러한 화재는 통계를 바탕으로 할 때 종이 및 포장재료의 초기 화재로 인해 번지게 된다.⁴⁾

화재 시 인명피해의 주원인은 연소 시 발생하는 연기나 유독성 가스에 의한 질식 등 다양하게 나타난다. 특히 벽지 원지의 대부분을 차지하고 있는 종이는 탄소, 수소, 산소로 구성된 유기물로서 연소하기 쉬운 성질을 가지고 있다. 이러한 종이가 화재에 대한 저항성을 갖도록 물리·화학적으로 개선해 잘 타지 못하도록 한 것을 난연지라 한다.¹⁾²⁾

난연성에 대한 관심은 1960년대 후반부터 미국과 유럽의 일부 선진국을 중심으로 시작되었는데, 이때는 단순히 연소하기 어려운 재료를 개발하는 것에 초점이 집중되었다. 하지만 최근에는 환경문제가 대두되면서 단순한 난연효과 뿐만 아니라, 환경과 인체에 대한 안전성을 고려해서 저유화 가스화, 저발연화, 재생 가능성 등을 겸비한 난연화의 개발로 관심이 모아지고 있다.¹⁾³⁾⁴⁾

난연지에 사용되는 난연제는 크게 첨가형과 반응형으로 분류되고, 첨가형 난연제는 난연성분의 물질을 종이에 물리적으로 혼합, 첨가, 분산하여 난연효과를 얻는 것으로 현재 사용되고 있는 대부분의 난연제가 여기에 속한다. 반응형 난연제는 분자내에 관능기를 가지고 화학적으로 반응하는 것으로 외부조건에 크게 영향을 받지 않으면서 난연성을 지속시키는 난연제로서 앞으로 연구가 이루어져야 할 부분이다. 첨가형 난연제는 유기계와 무기계로 다시 세분되며 유기계 난연제는 대부분 할로젠계가 주를 이루고 있으며, 무기계 난연제의 경우는 zinc borate, antimony trioxide, 수산화알루미늄 등이 사용되고 있다. 할로젠계 난연제의 경우 난연성은 우수하나 연소 시에 dioxine 등의 유해가스를 방출하기 때문에 사용에 있어서 앞으로 점차적인 제한을 받을 것이다. 무기계

난연제는 이러한 환경적인 악영향 없이 난연성을 발현할 수 있기 때문에 그 사용량의 증가가 예상되며 앞으로의 연구도 이러한 방향으로 지속될 것으로 생각된다.³⁾⁵⁾⁶⁾

따라서, 본 연구에서는 무기계 난연제를 선정하여 난연원지를 제조한 후 각각의 난연제별 난연성과 난연제 첨가로 인한 원지의 물리적 성질의 변화를 함께 측정하였다. 연구에서 난연제별 성능 및 특성만을 검토하기 위해 다른 변수는 두지 않았다. 이를 바탕으로 벽지원지로 주로 사용되고 있는 난연지에 요구되는 특성과 가장 부합하는 조건을 탐색하고자 하였다. 즉, 제품의 용도에 따라서 요구되는 난연성의 발현과 함께 종이 본래의 물리적 성질의 악화를 최소화하는 난연제 첨가범위를 정하였다.³⁾

2. 재료 및 방법

2.1 공시재료

2.1.1 펄프

펄프는 일반적인 벽지 원지 제조에 사용되는 혼합비율로서, 침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 각각 80 : 20으로 조성하여 사용하였다.

2.1.2 난연제

무기계 난연제의 성능을 시험하기 위해서 대표적인 무기계 난연제인 zinc borate, antimony trioxide, 수산화알루미늄을 사용하였다.

2.2 실험방법

2.2.1 난연지 제조

침엽수 펄프와 활엽수 펄프를 각각 80 : 20으로 지료를 조성하며 지료 조성 단계에서 각각의 난연제를 전건펄프에 대해서 0, 10, 15, 20, 25, 30%씩 각각 첨가하여 평량 80g/m²로 난연지를 제조하였다.

2.2.2 난연성 측정

난연지의 난연성은 45°연소성시험기(제조사 : 스가시험기주식회사, 모델명 FL-45M형)를 이용한 탄화길이 측정을 통해 비교하였다.

2.2.3 난연지의 물성 측정

제조된 난연지 각각의 인장지수(Nm/g), 인열강도(gf) 그리고 백색도(%)를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

각각의 난연제의 첨가량에 따른 난연성과 물리적 성질의 변화를 측정한 결과 난연제의 첨가량이 증가할수록 난연성은 우수하게 나타나는 것을 확인할 수 있었으며 그 성능은 난연제 별로 크지는 않으나 뚜렷한 차이를 나타내었다. 또한 난연제의 첨가량에 따라 종이의 물리적 성질은 크게 악화되는 것을 확인할 수 있었다.

3.1 무기계 난연제의 첨가가 종이의 난연성에 미치는 영향

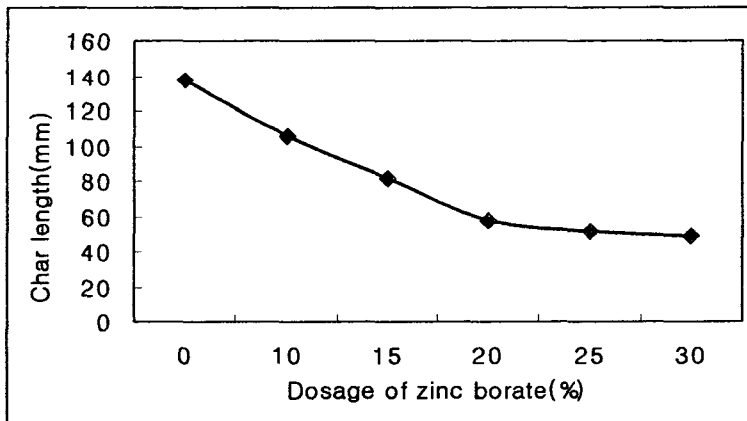


Fig. 1. Effect of zinc borate addition on fire-retardant property

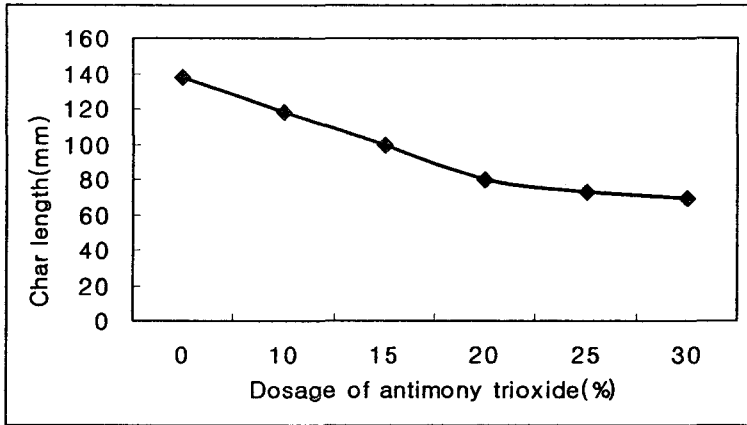


Fig. 2. Effect of antimony trioxide addition on fire-retardant property

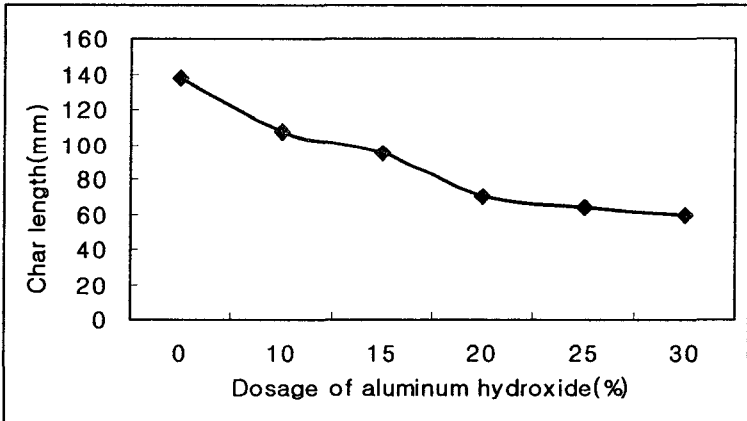


Fig. 3. Effect of aluminum hydroxide addition on fire-retardant property

난연제에 따른 난연성은 투입량을 증가시킬수록 상승하는 것을 확인할 수 있었으며 세 가지 난연제 모두에서 이같은 반응은 비슷하게 나타났다. 무처리된 종이의 경우는 난연성 측정이 불가능하였다. 또한 난연제의 첨가량이 20% 이상이 되었을 때에는 이러한 난연성의 향상이 두드러지게 감소하는 것을 확인할 수 있었다.¹⁾

난연제별로는 zinc borate가 가장 우수한 성능을 나타내었다. 그 다음으로 수산화알루미늄이 높은 난연성을 나타내었고 antimony trioxide의 경우 다른 두 가지 난연제와 비교했을 때 그다지 높은 난연성을 나타내지 못했다.

3.2 무기계 난연제의 첨가가 종이의 물리적 성질에 미치는 영향

난연제의 첨가량이 증가할수록 종이의 물리적 성질은 현격하게 악화되는 것을 알 수 있었다. 특히, 강도적 성질에서 매우 큰 감소를 나타내었는데 첨가제로서 작용한 난연제가 섬유간 결합을 저해한다는 것으로 사료된다. 백색도의 감소 또한 두드러지게 나타났다. 이것은 백색의 분말로 되어있는 난연제가 지료에 첨가된 후 종이의 건조가 이루어지는 과정에서 전도된 열에 의해 황변화가 일어난 것으로 사료되며 이러한 황변화는 난연원지의 가공인 벽지의 제조 시에 발생할 수 있는 열에 의해 더욱 그 정도가 심해질 것으로 예상된다.⁴⁾

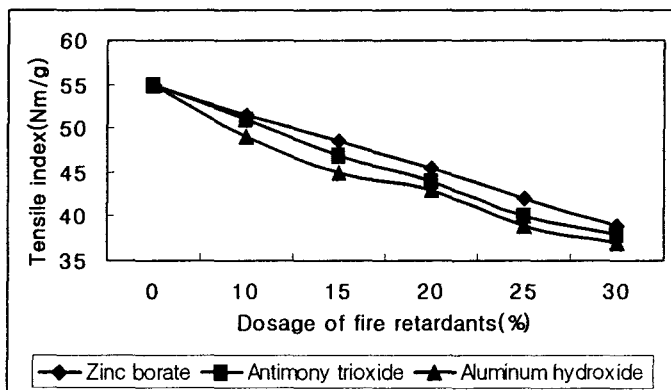


Fig. 4. Effect of fire-retardants addition on tensile index

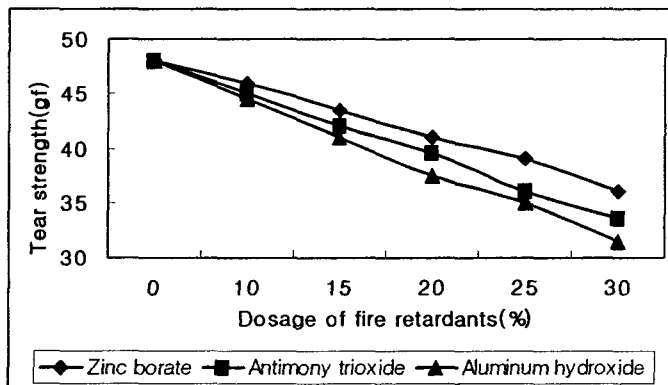


Fig. 5. Effect of fire-retardants addition on tear strength

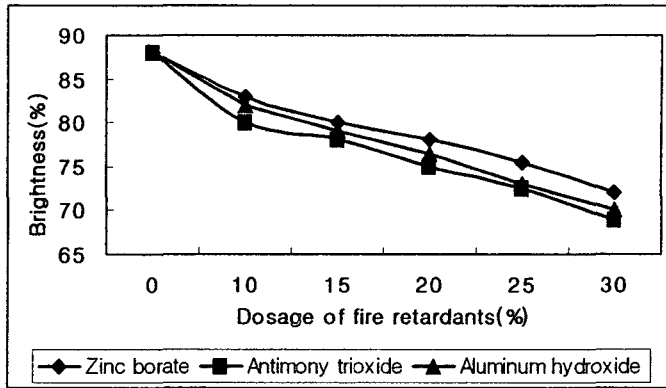


Fig. 6. Effect of fire-retardants addition on brightness

4. 결 론

무기계 난연제를 첨가하여 난연지를 제조한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

난연제의 첨가량이 증가할수록 난연지의 난연성도 비례하여 향상되는 것을 알 수 있었다. 그러나 그 첨가량이 20% 이상이 되었을 경우에는 상승폭이 눈에 띄게 줄어드는 것을 알 수 있었다.

난연제의 첨가량이 증가할수록 난연지의 물리적 성질은 두드러지게 악화되는 것을 확인할 수 있었다. 인장지수, 인열강도, 백색도에서 모두 그 성질이 악화되거나 감소하였다. 특히 수산화알루미늄의 경우에서 강도적 성질이 더 악화되었으며 antimony trioxide의 경우에는 백색도에서 그 감소폭이 컸다. 이러한 결과는 난연제가 난연성을 향상시키는 것 이외에 종이 제조 시 첨가제로서의 조건도 만족시켜야 한다는 것을 의미한다.

결과를 바탕으로 생각해 볼 때, 난연제는 20% 이상 첨가할 경우 더 이상의 난연성의 향상은 기대하기 어려우며 오히려 물리적 성질의 악화를 가중시킬 수 있기 때문에 20% 이하의 범위로 첨가량을 조절할 필요가 있고, 또한 물리적 성질의 악화를 고려하여 첨가량이 검토되어야 할 것으로 사료된다.

5. 참고 문헌

1. Tatsuro Okamura, et al., United States Patent., No.4,399,046(1983)
2. Novis Smith., Tappi Journal., 76(4) : 176(1993)
3. INTERNATIONAL PAPER COMPANY., United State Patent., No.1,500,612(1978)
4. Yin Yan, Shu Zhongjun, and Zhou Yin, INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY, WO 02/38864 A2(2002)
5. Choong-HO Jung, Yong-Ho Choi, and Hong-Soo Park, J. of Korean Oil Chemists' Soc., 17(3):203(2000)
6. Douglas Wayne Horsey, et al., United States Patent Application Publication., No Us 2003/0149143 A1(2003)