

Pyrovatex/TBBA 에 의한 P/C 혼방직물의 방염가공

오순환, 이 의 소
인하대학교 섬유공학과

1. 서 론

폴리에스테르/면 혼방직물은 두 섬유의 장점을 함께 이용할 수 있어 다양한 용도로 이용되고 있고 그 수요도 증가 되고 있으나 폴리에스테르/면 혼방직물의 방염가공은 아직 많은 어려움이 있는 것으로 알려져 있다. 폴리에스테르와 면 단독 직물의 방염가공은 성공적으로 이루어지는데 반해 폴리에스테르/면 혼방직물의 방염가공이 어려운 것은 자체의 한계 산소지수 값이 단독 직물 보다 낮고, 물리, 화학적 성질이 달라 연소시 여러 가지 상호 작용이 일어나기 때문이다. 폴리에스테르/면 혼방직물이 열을 받으면 용융된 폴리에스테르 섬유 성분이 흘러서 떨어지지 않고 탄화된 면섬유에 달라 붙어 직물의 형태를 계속 유지하며 타는 현상, 즉 **scaffolding effect**가 나타나며, 이 효과로 인해 가연성 폴리에스테르 섬유 성분이 용융되어 연소물로부터 떨어져 분리되지 못하여 자기소화성을 저하시킬 뿐만 아니라 면섬유의 1차 분해도 지연시켜 방염성의 저하를 초래한다. 이상과 같이 폴리에스테르/면 혼방직물의 방염가공은 특이한 연소 거동으로 인해 아직도 만족할만한 가공방법이 알려져 있지 않다. 본 연구에서는 폴리에스테르 섬유용 방염제로 **tetrabromobisphenol A (TBBA)**를, 면 섬유용 방염제로는 **phosphine oxide** 계통의 **Pyrovatex**를 선정하였다. TBBA의 내구성을 부여하기 위하여 직물에 **melamine resin (trimethylol melamine)**를 처리하였다. 또 **Pyrovatex**를 반응시켜 처리 직물의 방염성을 시험하고, 최대 방염성을 주는 **Br : P**의 몰비와 약제의 농도, **Br**과 **P**의 상승작용 등을 알아보았다. 또한 이들 처리 직물의 방염기구 (**flame retardant mechanism**)를 열중량 분석에 의해 알아보았다.

2. 실험

2.1. 시 료

P/C 직물의 혼방률은 65/35 이고 변수는 경위사 모두 Ne 45/2 인 2/1 twill 조직의 정련,

표백된 직물을 사용했다.

2.2. 시료 처리

방염제간의 최대상승효과를 나타내는 농도비를 찾기 위하여 Pyrovatex-TMM 과 TBBA 의 농도비(Pyrovatex-TMM/TBBA)를 0/40, 10/30, 15/25, 20/20, 25/15, 30/10, 40/0 등의 여러 수준으로 변화시켜 처리하였다. 1 차목에서는 Pyrovatex-TMM 의 농도비를 0, 10, ... 40%로 만든 패딩액에 침지하여 wet pickup 이 $60\pm 1\%$ 가 되게 하고 열처리기로 $100\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 3분간 건조한 후, $160\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 4분간 열처리하였다. 2 차목에서는 TBBA 를 적정 농도의 수산화나트륨 용액에 녹여 0, 10, ... 40%의 농도로 패딩액을 만들어 wet pickup 이 $60\pm 1\%$ 가 되게 하여 열처리기로 $100\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 3분간 건조하였다. 3 차목에서는 Pyrovatex, TMM, H_3PO_4 , 침투제(Nekanil LN)의 농도를 각각 5%, 1%, 1%, 0.2%(owb)로 고정하여 준비한 패딩액에 패딩하여 wet pickup 이 $60\pm 1\%$ 가 되게 하고 열처리기로 $100\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 3분간 건조한 후, $160\pm 3^{\circ}\text{C}$ 에서 4분간 열처리하였다. 열처리가 끝난 시료는 다시 탄산나트륨 1.5g/l, 액량비 40:1 로 하여 70°C 에서 10분간 세정한 후 냉수로 수세하였다. 이후 최대상승효과가 나타나는 방염제의 농도비 즉, Pyrovatex/TBBA 1:1 의 농도비에서 총액량을 증가시켜 가며 처리하여 방염성을 확인하였다. 처리방법은 1 차, 2 차목에서의 Pyrovatex, TBBA 의 농도가 5, 10, 15, ... 35%로 증가하는 것만 다를 뿐 위와 동일한 방법으로 처리하였다.

2.3. 분석 방법

P 와 Br 의 정량 분석은 Phosphomolybdate 법과 연소 flask 법에 의해 정량 분석하였고 한계산소지수(LOI)는 ASTM D-2863 법에 의해 측정하였다. 열중량 분석(TGA)은 Thermogravimetric analyzer 를 이용하여 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

Pyrovatex 대 TMM, Pyrovatex 대 H_3PO_4 의 적정 농도비를 밝히기 위한 실험을 통하여 Pyrovatex 대 TMM 의 농도비(%)는 20 대 6 으로, Pyrovatex 대 H_3PO_4 는 20 대 4 로 결정하였다. 이상에서 밝힌 Pyrovatex 대 TMM, Pyrovatex 대 H_3PO_4 의 조건으로 고정하여 패딩액을 준비하고 방염제간의 상승효과를 밝히기 위하여 Pyrovatex/TBBA 의 농도비를 달리하여 실험하였다. Fig. 1 은 방염제의 총액량을 40%로 고정하고 Pyrovatex/TBBA 의 비를 달리하여

처리하였을 때의 방염성을 나타낸 것이다. LOI의 값은 20/20에서 가장 큰 값을 나타내는데 이상에서 폴리에스테르/면 65/35 혼방직물에 방염성을 주기 위해 사용한 방염제 Pyrovatex와 TBBA는 각각의 방염제를 단독으로 사용할 때보다 함께 사용할 때 상승효과가 발생하는 것을 확인하였다. Fig. 2는 방염성의 상승효과를 주는 방염제의 농도비, 즉 Pyrovatex/TBBA의 농도비를 1:1로 고정시킨 후 방염제의 총액량을 점차로 증가시켜가며 방염성을 살펴본 결과이다. 폴리에스테르/면 65/35 혼방직물에 처리한 Pyrovatex/TBBA의 총농도가 증가함에 따라 LOI가 증가하였으며, Pyrovatex/TBBA의 총농도가 30/30 이상에서는 직물에 자기소화성을 부여하는 LOI 27 이상을 얻을 수 있었다. 열중량분석을 통하여 폴리에스테르/면 65/35 혼방직물의 열분해 거동을 살펴본 결과 폴리에스테르와 면은 혼방시 상호작용으로 연소거동에 변화가 발생함을 알 수 있었다. 즉, 폴리에스테르와 면직물이 각각 단독으로 연소할 때보다 혼방직물로 연소할 때가 방염성이 더욱 나빠지는 것을 알 수 있다. Fig. 3은 폴리에스테르/면 65/35 혼방직물의 열분해 거동을 나타낸 결과이다. 처리한 방염제의 양이 증가할수록 열분해 개시온도는 보다 빨리 나타나고 잔류 탄화물의 양은 점차로 증가하고 있음을 알 수 있다. 이상에서 Pyrovatex/TBBA의 방염거동은 잔류물의 양이 점차로 증가하는 응축상 기구가 보다 우세하게 작용함을 알 수 있었다.

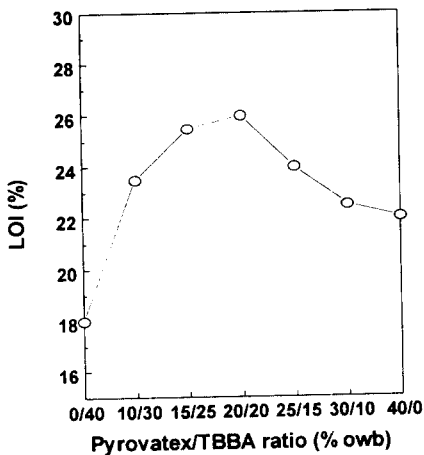


Fig. 1. Effect of Pyrovatex/TBBA ratio on LOI of treated P/C 65/35 fabrics.

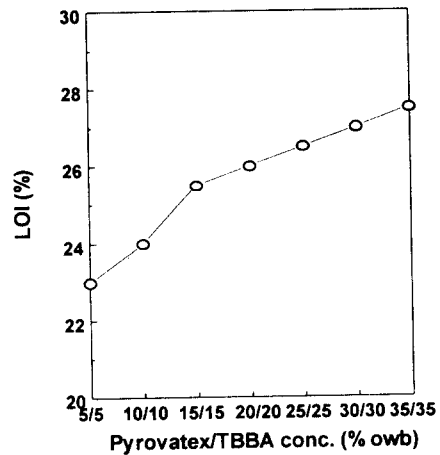


Fig. 2. Effect of Pyrovatex/TBBA conc. on P content of P/C 65/35 fabrics treated with optimum Pyrovatex/TBBA ratio.

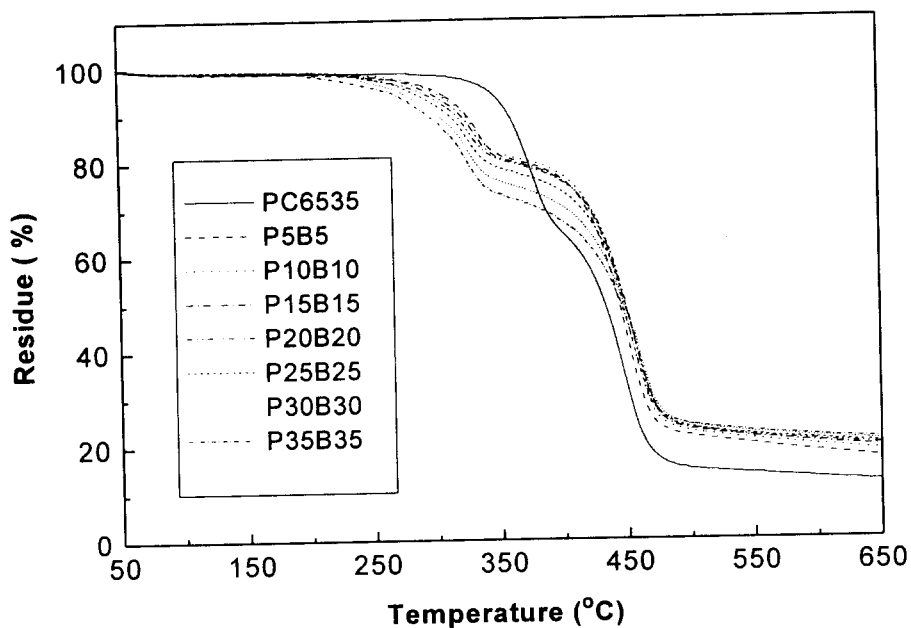


Fig.12. TGA curves of P/C 65/35 blended fabrics treated with Pyrovatex/TBBA (conc.of padding liquor; Pyrovatex/TBBA 5/5, 10/10, 15/15, 20/20, 25/25, 30/30, 35/35%)

참고 문헌

1. S. G. Lee and E. S. Lee, *J. Korean Fiber Soc.*, **26**, 21(1989).
2. G. C. Tesoro and C. H. Meiser Jr., *Text. Res. J.*, **40**, 430(1970).
3. B. Miller, J. R. Martin, C. H. Meiser Jr., and M. Gargiullo, *Text. Res. J.*, **46**, 530(1976).
4. A. R. Horrocks, *J. Soc. Dyer. Color.*, **105**, 346(1989).
5. G. C. Tesoro, "Progress in Flame Resistant Textiles, in Proceedings of the International Symposium on Flameability and Fire retardants, 1975", (V. M. Bhanagar ed.), pp. 134-143, Technomic, Westport, 1976.
6. R. H. Barker, G. L. Drake Jr., J. E. Hendrix, and J. E. Bostic Jr., *Flame Retardancy Polym. Matr.*, **5**, 67(1979).
7. M. Kamel and A. Hebeish, *J. Appl. Polym. Sci.*, **17**, 2725(1973)
8. G. Valk, K. Schliefer and F. Klippel, *Melliand Textilber*, **6**, 714(1970)