

질산칼륨을 첨가한 인산암모늄 방염제의 연소특성

권경옥 · 김영근

전주대학교 공과대학 소방안전공학과

요약

방염제인 인산암모늄에 질산칼륨을 첨가하여 질산칼륨이 인산암모늄의 방염성능에 미치는 영향을 DSC와 실체현미경으로 분석하였다. 활성화에너지는 키싱거방법을 도입하여 분석하였다. 방염성능 실험으로서 셀룰로스를 연료로 사용하였다. 질산칼륨이 일정량 첨가된 방염제를 사용하는 경우 인산암모늄의 활성화에너지를 높이고 탄화면적을 감소시켜 연소확대를 억제하였다. 방염제인 질산칼륨이 첨가된 인산염을 방염제로 사용하는 경우 질산칼륨의 강한 산화력으로 화염발생 온도를 낮추고 탄화형성을 억제하여 화재진행 속도를 낮추는 것으로 나타났다. 적정량 이하의 질산칼륨이 포함된 방염제의 처리는 연소속도를 높이고 탄화물형성을 감소시킬 수 있음을 제시하였다.

1. 서론

방염 처리된 물질은 일정시간 타지 않도록 연소 시간을 지연시키고 화염발생을 억제한다. 그러나 대부분의 방염제는 연소확산을 저지시키는 작용이 있지만, 방염제가 연소하면서 발생하는 연기를 포함한 부산물들은 유독하거나 환경을 해롭게 하여 이차 피해가 우려되고 있다. 방염제는 화재 초기의 역할이 중요하며 화재가 커지게 되면 오히려 강한 연기와 독성물질이 포함된 연소물질을 발생하여 위험을 초래할 수 있다. 이러한 방염제의 단점을 보완하기 위하여 방염제에 산화성이 강한 질산칼륨을 일정량 첨가하여 방염제의 화염형성을 빠르게 하여 화재진행을 억제할 수 있다. 현재 방염제의 주성분으로 인산암모늄이 다양하게 사용되고 있다. 인산암모늄의 주요 방염작용은 탈수작용으로 탄화물 형성을 용이하게 하여 화재가 진행되는 것을 억제한다. 질산칼륨은 가스계소화설비 대체 제품으로 각광받고 있는 고체에어로졸자동소화장치의 주요 소화성분이다. 방염제의 주성분인 인산암모늄에 질산칼륨을 첨가하여, 화재시 열 및 불꽃과 접촉하여 발생하는 산화력이 강한 라디칼이 소화약제로 작용하고 탄화층의 형성을 빠르게 하여 화재 초기에 연소진행을 억제시킬 수 있는 방법을 제시하였다.

2. 실험

DSC(Differential scanning calorimeter)는 DSC1 Mettler를 사용하였다. 가열속도는 5°C/min ~ 50°C/min.으로 하여 각각 측정하였고, 캐리어 가스는 N₂를 사용하고 유속은 50 ml/min으로 하였다. Precured α-Al₂O₃이 기준물질로 사용되었다. 실체현미경 사진은 Carl Zeiss Co. Ltd.의 Stemi 2000C를 사용하여 측정하였다. 적외선 열화상카메라는 NEC Avio Infrared Technologies 사의 Cat No. TVS-200EX을 사용하여 측정하였다. 탄화면적은 Digital Planimeter (PLANIX 10S, TAMAYA)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과

인산암모늄 농도에 따른 와이퍼 방염처리 한 시료 (RW)에 대하여 수평으로 연소가 확대되는 연소속도를 측정하였다. Table 1에 방염제를 저농도로 처리한 와이퍼의 연소속도와 적외선카메라로 시료의 점화 후의 최초와 중간 점화후의 불꽃온도를 나타내었고, 시료가 완전히 연소하는데 걸리는

시간을 측정하였다.

Table 1. Flame extinction time (FE) and char residue for various samples

| Flame Temp. (°C) | The % concentration of (NH ₄) ₂ HPO ₄ (RW) | | | | | | | |
|---------------------|--|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|
| | 0 | 0.01 | 0.05 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 |
| Before | 44.2 | 21.5 | 21.1 | 28.9 | 29.2 | 28.4 | 45.4 | - |
| Mid | 430.1 | 393.7 | 439.2 | 492.6 | 459.8 | 433.15 | 368.2 | 422.9 |
| After | 23.5 | - | - | 22.8 | 22 | 22.2 | 23.9 | 25 |
| FE Time(Sec) | 27.2 | 25.5 | 30 | 24 | 19.8 | 11.2 | 22.5 | 28 |
| Char residue | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | △ | ○ | ○ |

※ ○ : completely combustion, △ : partly combustion

증류수만으로 처리한 와이퍼 (DW)의 연소속도는 느리고, 연소과정에서는 환연기와 연소 후 잔여물이 거의 없는 완전 연소하였으나, 방염제를 저농도로 처리한 RW는 방염제를 처리하지 않은 와이퍼 DW 보다 더 빠르게 연소하였고 검은 연기와 탄화흔적도 더 많이 생성하였다.

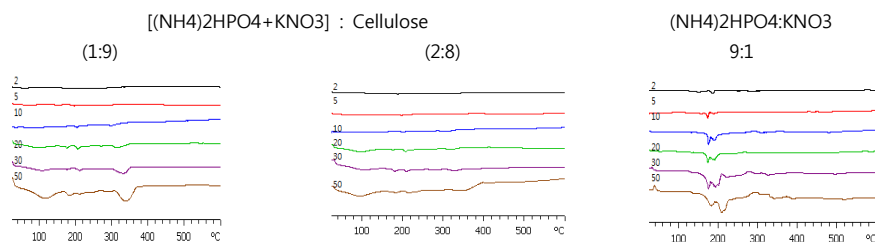


Figure 1. DSC curves for cellulose treated with diammonium phosphate and KNO₃

Figure 1은 셀룰로스에 인산염과 질산칼륨이 혼합된 방염제의 DSC 커브이다. 질산칼륨의 첨가는 인산암모늄의 200°C 부근의 흡열피크의 증가(Fig. 1:9)를 가져와 방염성능을 증가시킨다. 질산칼륨의 과량 첨가(Fig. 2:8)는 셀룰로스의 연소를 활성화시킨다. 그러나 질산칼륨의 발열피크를 최소한으로 하면서 방염제의 흡열피크가 증가하는 농도에서 방염제를 첨가하면 최대효율의 방염성능을 나타낼 수 있다.

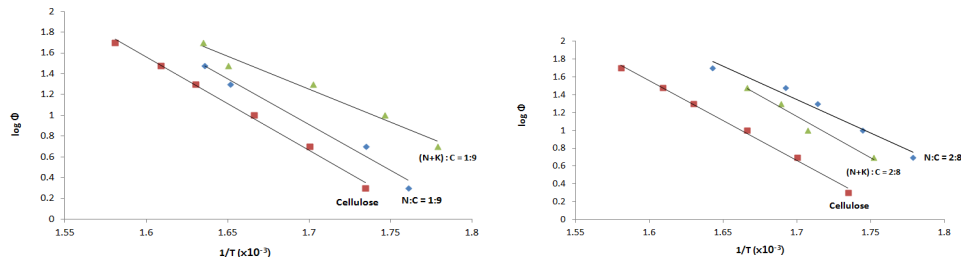


Figure 2. Activation energy for samples calculated by Kissinger's Method

4. 결론

방염제 사용을 최소화 하고 연소산물로 화재억제 역할을 하는 산화성이 강한 라디칼을 형성할 수 있는 친환경적인 방염혼합물을 제시하였다. 본 실험에서는 방염제의 주성분인 인산암모늄에 질산칼륨을 소량 첨가하여 조기에 화염을 억제하고 탄화물은 적게 생성될 수 있는 방법을 제시하였다.

5. 참고문헌

1. Z. Xiaomeng, L. Guangxuan and P. Renming, "Influence of Potassium Nitrate on the Combustion Rate of a Water-based Aerosol Fire Extinguishing Agent", Journal of Fire Sciences, 24, 2006, pp.77-8