

공기 중에서 카펫의 열안정성에 관한 연구

박근호 · 이용숙 · 이정하 · 최성현 · 이기철*

창원대학교 공과대학 화공시스템공학과

*한국가스안전공사 경남지역본부

I. 서론

내장재는 건축물의 공간을 구성하는 구조체의 내부 면에 대한 마무리와 장식을 겸한 재료. 내부공간의 기능과 요구되는 각 성능을 충족시키며, 쾌적한 실내 환경을 얻기 위한 소재로서, 비바람 · 한서 · 햇빛 · 불 · 열 · 소음의 차단구실을 한다[1]. 내장은 그 공법과 사용재료에 따라 구조체 자체로서 내장을 겸하게 하는 경우도 있으나, 일반적으로 구조체와는 별도로 붙이거나 발라 마무리한다[2]. 대부분 각종 소재로 된 판형재료가 주가 되어 면을 이루게 하는 것이 많으며, 이들의 내구성 · 질감 · 촉감 등 각종 요구 성능을 충족시키는 것이어야 한다. 이를 천장, 벽, 바닥의 세 부위로 분류한다.

우리 일상생활에서 사용되고 있는 여러 가지의 내장재들이 화재시 연소열에 의해 분해 되면서 유독가스를 배출시키고 비교적 낮은 온도에서의 열, 충격 등에 의해 용이하게 발화, 연소하는 불안정한 물질에 의한 사고는 이전부터 많이 알려져 있다. 최근에는 파인 세라믹분야의 발전에 따라 그 위험성이 인식되지 않은 채 제조되는 불안정 물질이 늘고 있으며[3], 카펫은 일반가정은 물론 실내 어디서나 사용되고 있다[4].

본 연구는 카펫의 소재에 따라 그 발화온도를 측정하고, 열분해에 관해서 시차주사열량계(differential scanning calorimeter, DSC)[6]에서의 소재의 용융온도와 분해온도 그리고 발열개시온도 등을 측정하고[5], 열중량 분석(TGA)기 및 접 연소시험을 이용하여 가장 흔한 nylon BCF Yarn 100%, nylon 과 poly propylene(PP) 및 poly trimethylene terephthalate(PTT)소재의 카펫 열안정성을 조사 하였다.

II. 실험

1. 재료

시중에서 시판되고 있는 아래와 같은 여러 가지 카펫을 구입하여 실험에 사용하였다.

PP-A(twisted PP BCF 100%), PP-B(PP BCF Yarn 100%), PP-C(Heat-setted PP BCF Yarn 100%), NY-A(원착Nylon BCF Yarn 100%), NY-B(Nylon BCF Yarn 100%), NY-C(Fieze Nylon BCF 100%), NY-D(Wool 80%,Nylon 20%), 그리고 PT-A(PTT BCF 100%)를 사용하였다.

2. 실험방법

열분해 특성을 실험하기 위해서 열 유속형 DSC(Shimadzu TA-B50 WSI : differential scanning calorimeter)를 사용하였다.

카펫섬유의 일반적 특징은 내구성이 우수하며 탄성회복율이 좋다. 카펫의 열분해는 시중에서 시판되고 있는 8종을 구입하여 실험에 사용하였다.

시차주사열량계에 의한 실험조건은 공기분위기(100mL/min)하에서 시료량은 3.0mg으로 하고 승온속도 20°C/min으로 유지했다. 시료용기는 평행용기로 알루미늄제를 사용하고, 실험개시온도는 25°C, 실험종료 온도는 550°C를 유지하였다. 시차주사 열량계에 의해 카펫 소재의 열분해 DSC곡선을 측정하고, 발열 온도를 확인하였으며, 카펫을 가로 40cm 세로 22cm 크기로 잘라 부탄 토치를 이용하여 불꽃 길이는 약 24 mm로 하여 시료에 직접 30초간 화염을 가하였다.

III. 결과 및 고찰

Poly propylene 섬유를 사용하여 제조한 카펫의 시료 PP-A에 대하여 공기 및 질소 분위기 하에서 DSC로 측정하였으며, 그 결과를 Fig. 1에 나타내었다. Fig. 1에서 보는 바와 같이 용융 온도가 163°C로 나타났으며, 열분해 온도는 472°C, 발화 온도는 212°C임을 알 수 있었다. Sample PP-B는 용융 온도가 164°C, 열분해 온도가 461°C이고 발화 온도는 219°C였으며, sample PP-C는 용융 온도 164°C, 열분해 온도가 468°C, 발화 온도는 204°C임을 알 수 있었다.

Nylon섬유를 사용하여 제조한 카펫의 sample은 4종이며, Fig.2에서 보는바와 같이 sample NY-A(a)에 대한 DSC를 공기분위기 하에서 측정한 결과 용융 온도가 228°C로 나타났으며, 2차 상전이가 일어나기 전 423°C에서 발열반응을 거친 후 2차 상전이(열분해)가 463°C에서 완료 되었으며 발화 온도는 212°C임을 알 수 있었다. 그리고 poly trimethylene terephthalate 섬유를 사용하여 제조한 카펫의 sample PT-A에 대한 DSC를 역시 공기분위기 하에서 측정한 결과를 Fig.2 (b)에서 보면 다른 카펫과 달리 흡열 반응이 아닌 발열반응 현상이 나타났으며, 용융 온도가 223°C, 발화온도는 360°C임을 알 수 있으며, 열분해 온도는 422°C으로 나타남을 볼 수 있었다.

카펫의 바탕의 지지물은 몇 가지 화학물질로 이루어져 있다. 카펫 sample PP-A의 카펫 바탕 지지물을 취하여 공기 분위기하에서 DSC로 측정하였으며, 그 결과 카펫 sample PP-A에서는 T_i 는 260°C 이며 T_f 는 425°C이었다.

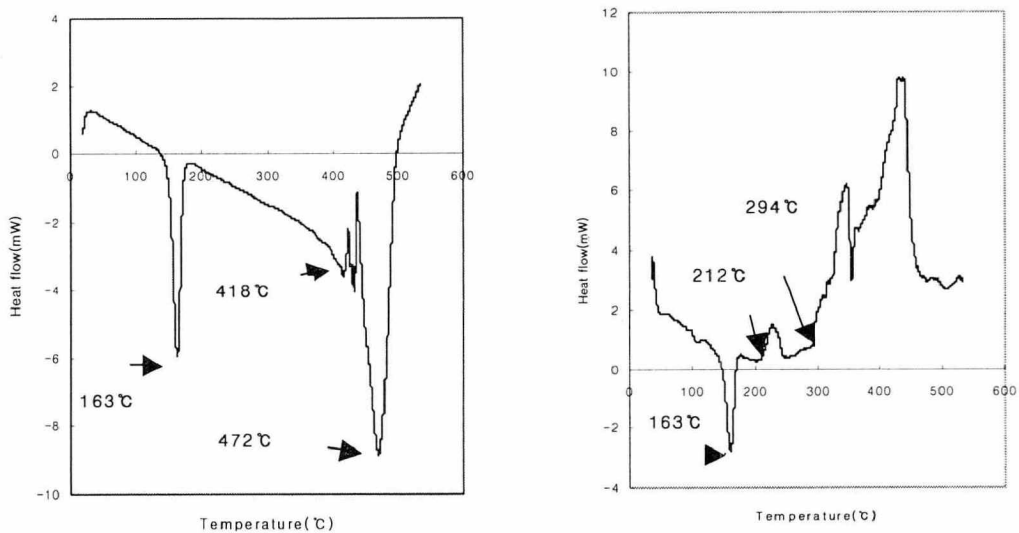


Fig. 1 DSC curves of PP-A carpet in N₂ and air.

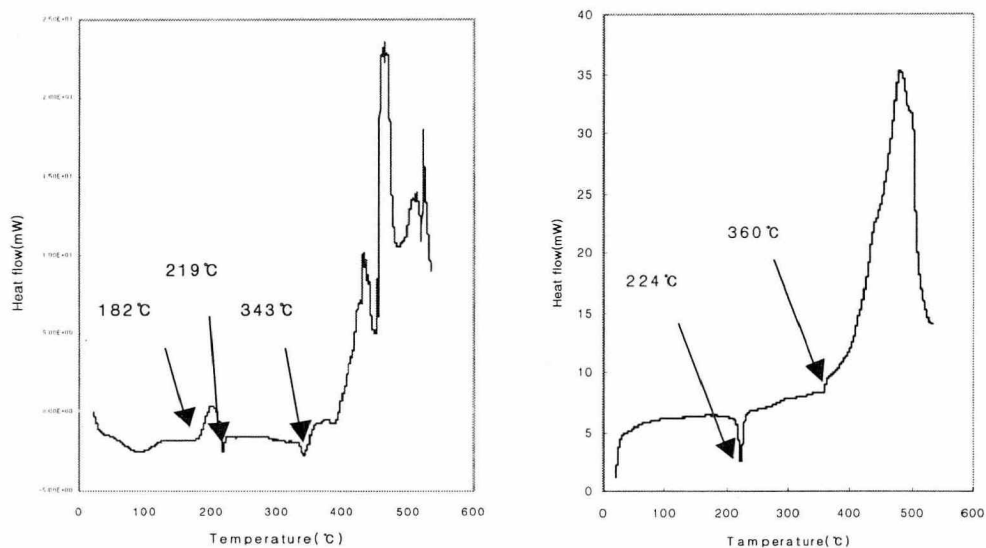


Fig. 2 DSC curves of (a) NY-A and (b) PT-A carpet in air.

IV. 결 론

시판되고 있는 카펫 3종류를 DSC 및 TGA를 사용하여 공기 및 질소 분위기 하에서 열분해를 시도하였으며, 그 열안정성을 조사한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Poly propylene를 소재로 한 카펫의 경우 용융온도가 160°C부근 이며, 열분해 온도는 470°C부근이며 공기 중에서 발화온도는 약 210°C 부근이었고, 열분해 시작 후 분해속도가 완만하게 진행됨을 알 수 있었다.
2. Nylon을 소재로 한 카펫의 경우 Tg 는 약 55°C, 용융온도는 220°C부근, 그리고 열분해 온도는 463°C로 나타났다. 공기 중에서 가열하면 340°C부근에서 발화됨을 알 수 있었다.
3. Poly trimethylene terephthalate를 소재로 한 카펫의 경우 용융온도는 224°C, 열분해 온도는 422°C로 나타났다. 공기 중에서 발화온도는 360°C이며, 열분해 시작 후 분해속도가 빠름을 알 수 있다.
4. 지지물의 발화 온도는 공기 분위기 하에서 165°C이었다. 직접 화염연소시 카펫 섬유는 불이 잘 붙지 않지만, 지지물의 발화 온도가 낮아 화염이 전파됨을 알 수 있다.

참고문헌

1. M. K. Komamiya and M. Naito, *Special Research Report of The Research Institute of Industrial Safety, SRR-83-1*, Japan, (1983).
2. J. O. Wear, *J. of Chem. Educ.*, **52(1)**, 23, (1975).
3. Y. H. Yang "A Study on the thermal stability of polymers for air bag", (2000).
4. M. J. Colloff, J. Ayres, F. Carswell, A. Howarth, T.G. Merrett, E.B. Mitchell, M.J. Walshaw, J. O. Warner, and J.A. Warner, "The control of allergens of dust mites and domestic pets A position paper", *Clin. Exp. Allergy*, **22 (S2)** (1992).
5. Y. J. Kim and B. J. Youn, "A Study on Present Use of Carpet and Heat Retaining for Selected Carpet Samples", *The Kor. Association*, **24 (5)** (1987).