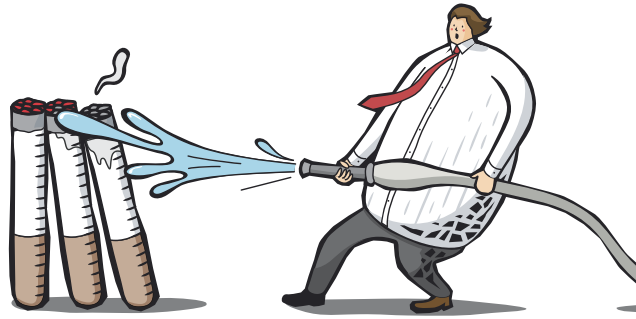


담뱃불화재 재현실험 결과

최기욱 / KFPA 부설 방재시험연구원
화재조사센터 대리



KFPA 부설 방재시험연구원 화재조사센터에서는 화재원인 중 많은 부분을 차지하는 원인별로 화재재현실험을 실시하고 있다. 본 코너에서는 이들 실험에 대한 내용을 게재하고자 한다.

〈편집자주〉

1. 머리말

「2010년도 특수건물 화재조사분석」에 의하면, 특수건물(27,269건) 중 1,432건의 화재가 발생하였으며, 부주의에 의한 화재는 538건(37.6%)으로 10가지의 화재원인 대분류 중 가장 높은 비중을 차지하였다. 담뱃불에 의한 화재는 167건으로 부주의에 의한 화재중 약 31.0%로 나타나 가장 높은 비중을 차지하였으며, 담뱃불에 의한 장소별 구분을 보면 아파트(75건), 공장(39건), 11층 이상건물(21건)의 순으로 나타났다. 또한 최초 착화물별 화재발생 현황을 살펴보면 쓰레기류에서 발생한 화재가 전체 화재의 10.7%로 비교적 높은 비율을 차지하고 있다.

본 실험에서는 시대적인 관심사인 담뱃불화재에 대해 재현실험을 통하여 예방대책을 마련하고자 하였으며, 구체적으로 거실에서 흡연자의 부주의로 인해 휴지통에 버려진 담뱃불에 의한 화재발생을 재현함으로써 담뱃불 취급 부주의에 의한 화재위험성을 확인하고, 실험 결과를 통해 화재예방대책 및 연소확대 방지대책을 마련하고자 한다.

담뱃불 화재 관련 주요 기사

- 경기도는 2009년 1월 13일 KT&G를 상대로 '담배화재 손해배상 청구소송'에 관한 소장을 수원지방법원에 제출하였고, 담배화재로 인한 재산손실 중 796억원에 관한 손해배상 청구소송을 제기한 바 있다.
- 유럽연합(EU)은 2011년 11월 17일부터 EU전체 회원국에서 화재안전 담배만 판매를 허용하는 제도를 도입했으며, 핀란드는 이 제도 도입 후 화재 사망자 수가 40% 이상 감소했다는 통계가 있다. 미국은 지난 2004년 뉴욕주를 시작으로 2012년부터는 전체 50개 주에서 모두 이 제도를 도입할 계획이라는 보도가 있는 만큼 전 세계적으로 담뱃불에 의한 화재발생 예방에 큰 관심을 갖고 있다.

2. 재현실험 시나리오

가. 재현실험 대상

본 실험에서는 일상적인 거실에서 담배를 피운 후 재떨이에 완전히 끄지 않은 상태에서 휴지통에 버려진 담배꽂초를 재현실험 발화원으로 설정하였으며, 버려진 담배꽂초에 의해 휴지통내 휴지, 신문지 등의 가연물이 착화되고 직근에 비치된 소파, 커튼 및 테이블 등으로 연소가 확대되는 것을 재현실험 대상으로 하였다.

나. 발화열원 : 담뱃불

다. 발화 메커니즘

담배의 연소온도는 측정방법에 따라 차이가 있지만, 일반적으로 흡연 시 중심부 최고온도는 약 850~900℃(Kirk's Fire Investigation 7Th), 표면온도는 약 300℃(Kirk's Fire Investigation 7Th) 정도이다. 일상생활에서 사용하는 섬유류, 플라스틱류 등의 가연물은 착화온도가 약 400~600℃이기 때문에 공간적인 조건과 산소공급이 충분하다면 담배 불씨에 의해 착화될 수 있다. 또한 담뱃불에 의해 착화된 가연물은 훈소 과정을 거쳐 유염화재로 확대되기 까지 1시간 이상 소요되는 경우도 있다. 일반적으로 담뱃불에 의해 가연물이 유염착화하기 위해서는 충분한 열에너지가 축적되어야 하며, 축적된 열에너지에 의해 열분해 과정을 통해 배출된 가연성 가스가 착화되어야 유염연소로 확대될 수 있다.

라. 화재 시나리오

실험자가 거실 소파(fabric sofa)에서 담배를 피운 후, 담뱃불을 재떨이에 완전히 끄지 않은 채 휴지통에 버린 상태로 자리를 비운다. 이 때 휴지통 내에 버려진 담뱃불은 휴지, 신문지 등을 착화시켜 휴지통, 소파 및 커튼 등의 가연물로 확대 되는 것으로 시나리오로 하였다.

마. 실험 조건

(1) 실험실 환경

- 방재시험연구원 종합화재시험장
- 주위온도 4.8±1℃, 상대습도 26%
- 시험장 구조 : 철골조 석고보드 마감
(5m(W)×10m(L)×2.4m(H))

(2) 가연물 : <표 2> 참조



〈표 2〉 가연물 종류

가연물	비 고
소파	연질폴리우레탄 폼 내장 섬유 시트 (0.8m(W)×0.74m(L)×0.65m(H))
커튼	방염커튼 1점(면100%, 1.95m(W)×1.55m(D)), 가연성 커튼 1점(면 100%, 1.95m(W), ×1.10m(D))
테이블	목재(0.9m(W)×0.6m(L)×0.42m(H))
휴지통	폴리프로필렌 수지
기타	휴지, 신문지, 담배, 재떨이, 테이블 커버

3. 재현실험

가. 실험방법

- (1) 종합화재시험장내 세트장에서 일반적인 가정의 거실과 유사하게 소파 1개, 휴지통 1개, 테이블 1개를 근접하게 배치하고, 테이블 위에 담배, 재떨이, 화장지 등의 가연물을 놓는다.
- (2) 소파 뒤편의 벽체에는 가연성 커튼 1점(사진 1의 좌측)과 방염처리커튼 1점(사진 1의 우측)을 설치한다.
- (3) 실험체 상부에는 단독경보형 감지기를 설치한다.
- (4) 세트장 상부, 커튼 중앙부분 및 휴지통 내부에 온도측정 장치인 열전대를 설치한다. 열전대 측정부는 다음과 같다.
 - 천장 단독경보형감지기 직근
 - 커튼 중앙부분의 벽체
 - 휴지통 내부
- (5) 실험자는 거실 소파에서 담배를 피우다가 담배를 재떨이에 완전히 끄지 않은 상태로 휴지통에 버린 후 자리를 비운다.
- (6) 완전히 꺼지지 않은 담뱃불은 1차적으로 휴지통 내의 휴지, 신문지 등을 착화시키고, 휴지통, 소파, 테이블 및 커튼 등으로 화염이 확대되는 것을 확인한다.



[사진 1] 일반적인 거실을 재현한 상황

나. 실험결과 : 〈표 3〉 참조

- (1) 완전히 꺼지지 않은 상태에서 휴지통에 버려진 담배꽂초는 휴지통 내에서 연기를 발생시키기 시작한다.
- (2) 담뱃불은 휴지통 내의 휴지, 신문지 등의 가연물과 접촉되어 열분해 및 혼소과정을 통해서서 가연성가스 및 연기를 발생시키는 것을 확인하였다.
- (3) 담뱃불 주위의 가연물과 지속적인 열분해 과정을 통해 5분 8초경 가연성가스 및 연기가 현저히 증가되는 것을 확인하였다.
- (4) 7분 18초 경 휴지통 내의 신문지가 착화되었고, 7분 33초경에는 소파가 착화되었으며, 8분 15초경에는 테이블 커버가 착화되는 것을 확인하였다.
- (5) 9분 58초경에는 소파 뒤편에 설치된 가연성 커



[사진 2] 꺼지지 않은 담배꽂초를 휴지통에 버리는 상황



[사진 3] 휴지 및 신문지 등이 열분해가 가속되면서 가연성가스가 증가되는 상황



[사진 4] 휴지통 내부의 가연물이 착화되는 상황



[사진 5] 신문지가 착화되는 상황



[사진 6] 소파로 연소 확대되는 상황



[사진 7] 가연성 커튼으로 연소 확대되는 상황



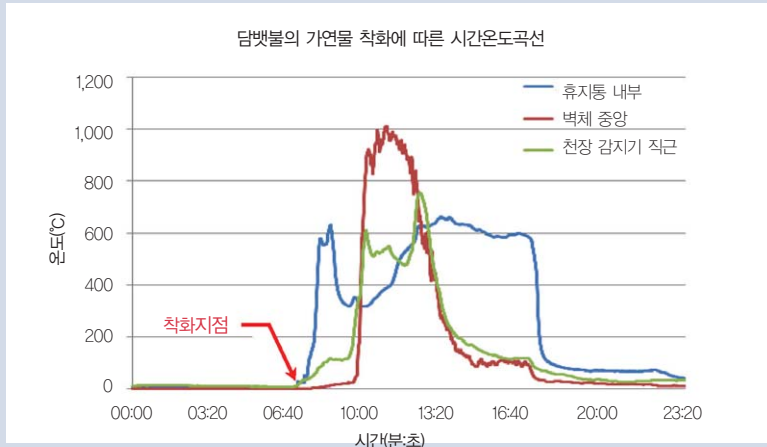
[사진 8] 천장부로 화염이 확대되는 상황



[사진 9] 실험 완료 후 소파 주위의 연소흔적

〈표 3〉 담배불 화재의 시간별 연소 확대과정

경과 시간 (min : sec)	실험 경과
00 : 00	완전히 꺼지지 않은 담배꽂초를 쓰레기통에 버림.
05 : 08	휴지통 내의 휴지, 신문지 등의 가연물의 열분해 및 훈소(smoldering fire) 과정을 통해 연기발생의 현저한 증가
07 : 18	신문지 착화
07 : 33	소파로 연소 확대
08 : 15	테이블 커버로 연소 확대
09 : 58	소파에 인접한 가연성 커튼의 착화 및 천장부로 급격한 화재성장 (방염성능의 커튼은 연소 확대되지 않음.)
17 : 00	소화



[도표] 열전대 측정부분의 시간경과에 따른 온도변화곡선

튼이 착화되었고, 가연성커튼이 착화된 직후에 화염이 급격히 성장하는 것을 확인하였다.

- (6) 담뱃불을 휴지통에 버리고 약 17분 경과 후에 소화하였다.

4. 화재 및 연소확대 방지대책

부주의로 인한 담뱃불 화재 재현실험을 통해 도출된 실험 결과를 바탕으로 화재예방 및 연소확대 방지대책을 제시하고자 한다.

가. 화재 예방대책

- (1) 실외에서 흡연 시 반드시 “흡연구역”이라는 표지가 설치된 지정장소에서 흡연을 하도록 한다.
- (2) 위험물 및 가연성가스 등을 취급하는 장소 및 그 주위에서 흡연을 하지 않도록 한다.
- (3) 흡연장소에 종이박스 및 기름걸레 등의 가연물이 적치되어 있는 경우 담배 불씨가 튀지 않도록 주의한다.
- (4) 담배 불씨를 완전히 끄지 않은 상태에서 담배꽂이를 휴지통 등에 버리지 않도록 한다.

- (5) 지정된 흡연장소 및 가정 등에서 사용하는 재떨이에는 담배 불씨가 튀지 않도록 물을 부어 둔다.

- (6) 담뱃불을 재떨이에 끈 후, 담뱃불이 완전히 꺼졌는지 다시한번 확인한다.

- (7) 담배를 피우다가 자리를 비울 경우, 반드시 담뱃불을 끈 후 담뱃불이 완전히 꺼졌는지 다시한번 확인하고 자리를 비우도록 한다.

- (8) 술에 취한 상태에서 소파 및 침대 등에서 흡연을 하지 않도록 한다.

나. 연소확대 방지대책

- (1) 흡연구역으로 지정된 장소는 가급적 옥외에 설치하며, 흡연구역 주위에 가연물 등을 적치하지 않도록 한다.

- (2) 옥내에 흡연구역을 설치하는 경우에는 불연성 벽체로 설치하고, 별도로 지정된 흡연구역은 인접건물과 일정거리 이격되도록 한다.

- (3) 흡연하는 장소에 설치하는 커튼 등 실내장식물은 방염성능을 갖춘 것을 사용한다. ☞