

P-4

목질바닥재의 착화특성에 관한 연구

김해림 · 김영탁* · 박영주** · 이해평

강원대학교 소방방재학부, *강원대학교 산업대학원, **강원대학교
방재기술전문대학원

A Study on the Ignitibility of Wooden Flooring

Kim, Hae Rim · Kim, Young Tak · Park, Young Joo · Lee, Hae Pyeoung
School of Fire & Disaster Prevention, Kangwon National University,
*Graduate School of Industry, Kangwon National University, **Professional
Graduate School of Disaster Prevention Technology, Kangwon National
University

Abstract

In this study, we analyzed the ignitibility of the wooden floorings used as the finishing materials for interior with the flammability tester and the ignition point tester. Also we analyzed the limit oxygen index(LOI) using the oxygen index tester and the flame resistance of the wooden floorings. We confirmed that all of the samples had a excellent flame resistance. The ignitibility of the floorings were ranked as the material lumber>the strengthening flooring>the veneer board①>the veneer board②.

1. 서론

현대사회의 발전과 더불어 건축기술의 발달로 주거환경에도 많은 관심과 변화를 가져와 건축물의 공간을 구성하는 구조체 내부면에 대한 마무리와 장식을 겸한 실내 마감·장식재에도 영향을 끼쳤다. 실내 마감·장식재에는 천장재, 벽지, 바닥재 등이 있으며, 그 중 바닥재를 살펴보면 예전에는 건축물의 내부 마감재로의 성능을 충족시켰으나, 실내공간에 대한 인식변화에 따라 성능은 물론 촉감, 무늬, 소음, 친환경 재질 등 기술, 기능적인 요소가 요구되고 있다. 그러나 화재 위험성에 대한 기술, 기능적인 부분이 취약한 상태로 실내공간에서 화재가 일어날 경우 실내에 시공된 바닥재의 재료 선택에 따라 화재의 확산 속도에 영향을 미친다. 실내화재의 거동은 실내바닥 위 또는 하부에서 발화가 일어나면 그곳을 중심으로 화염을 동반하는 화재기류가 발생하여 벽의 상부나 천정으로 착화해서 천

정면의 연소 확대로 옮긴다. 이 시점에서 실내공간의 상부에서는 고온가스가 모아지고 또 천정이나 벽면의 온도도 상승하므로 이틀로부터의 열방사가 바닥 위의 미연가연물의 가열, 발화를 일으켜서 실내 전역의 화재로 된다.(김현주, 2006) 따라서 화재안전의 확보라는 측면에서 재료의 특성을 고려해 위험요소를 평가 하는 것은 매우 의미 있는 일이라 할 수 있다.

본 연구에서는 실내 바닥재로 많이 사용되고 있는 강화마루, 합판마루, 원목마루 등과 같은 목질바닥재를 대상으로 선정하여 연소에 따른 착화특성을 살펴보았다. 실험방법으로는 ISO-11925-2의 규격에 따라 가연성 시험기와 발화점 시험기를 사용하여 착화성을 측정하였으며, 산소지수 시험기를 이용하여 ASTM D 2863의 규격에 따라 산소한계지수(LOI) 값들을 측정함으로써 목질바닥재의 난연성 정도를 분석하였다.

2. 실험

2.1 산소지수시험(Limiting oXygen index, LOI)

LOI란 어떤 연소 물질에 대하여 일반적으로 질소 불활성 분위기에서 연소 조연제로서 필요한 산소의 최소 농도를 말한다. 이러한 시험법의 종류는 착화의 용이성, 표면 연소성, 열량, 발열성, 연소 생성 기체의 유독성, 연소 계속성 등이며 이중에서는 착화의 용이성에 대표적인 시험법이다. 실험장치는 ASTM D 2863-91 기준에 적합한 것으로 연소부, 가스 공급부, 측정부 및 점화기로 구성되어 있다.

길이 150mm, 폭 6.5±0.5mm, 두께 4.0±0.25mm의 시편을 채취하여 온도 50±2℃의 항온조 내에서 24시간 유지한 후 시편을 고정기구에 수직으로 설치하였다. 시편의 추정산소농도를 선택하여 그 농도에 해당하는 산소유량 및 질소유량을 설정하였다. 시편에 15~20mm의 불꽃의 점화기로 점화하여 점화시켜 연소시간이 180초 이상 이거나 연소 길이가 50mm 이상이 되는데 필요한 최저의 산소유량과 질소유량을 결정한 후 식(1)을 이용하여 산소 지수를 구하였다. 3개의 시편에 대한 평균치를 산소지수 값으로 하였다

$$\text{산소지수}(\%) = \frac{O_2}{O_2 + N_2} \times 100 \quad (1)$$

여기서, O₂는 산소의 유량(L/min), N₂는 질소의 유량(L/min)을 나타낸다.

2.2 발화점 시험기(Ignition Temperature tester)

일본 구라모찌사 KRS-RG-9000의 Group식 발화점 시험기는 물질의 발화온도(발화대기시간=4초)를 측정하는 시험법으로 주요구성은 연소실, 가열로, 시료투입장치, 전류조정장치로 구성되어 있고 물질의 발화온도(발화점) 측정 뿐 아니라 발화점에 따른 위험성을 분석하고 위험물 성상을 판정하는 장비이다.

온도 20±5℃, 습도 50±10%, 풍속 0.3~0.4 m/sec 조건에서 0.2g의 시편을 가지고 도가니를 전기로에 준비하고 열전대를 온도 측정공에 설치한 후 온도조절기를 이용해 온도를

설정하고 온도하강시의 전압을 하강속도가 2°C/분 이하가 되도록 전압조정기를 조정한다. 투입공에 시편 투입과 동시에 스톱워치로 발화까지의 대기시간을 측정한다. 5°C 강하할 때마다 발화대기시간인 4초대 값이 10회 이상 나올 때 까지 반복 실험하며 발화점을 측정한다.

2.3 가연성 시험기(Combustible tester)

가연성 시험기는 건축내장재와 플라스틱 재료에 대하여 일정 세기의 소형 불꽃을 가하여 재료의 착화성을 측정하는데 사용되며 시험편에 불꽃이 닿는 각도를 손쉽게 변경하여 연소특성을 측정한다. 실험장치는 ISO 11925-2 기준에 적합한 것으로 연소챔버, 착화원, 버너, 시편 홀더 및 지지대로 구성되어 있다.

길이 250mm, 폭 90mm, 두께 3mm의 시편을 준비하고 시편홀더의 끝단에서부터 30mm를 띄어 시편을 홀더에 고정시키고 불꽃의 길이는 20mm로 하여 불꽃이 시편 중앙에 닿도록 시편홀더를 위치시킨다. 챔버 굴뚝 위의 기류를 0.7±0.1m/s (12.4±1.8 l/s)가 되게 측정된 후 버너를 수직축에 45° 기울이고 불꽃이 시편에 도달할 때 까지 수평으로 옮겨 접점이 시작되면 시간을 측정한다. 불꽃 적용 시간은 30초이고, 불꽃을 적용한 후 전체 시험 시간은 60초 동안 지속되어야 한다.

2.4 실험재료

실험에 사용된 재료는 실내 바닥재로 많이 사용되고 있는 목질바닥재를 종류에 따라 구분하고, 이와 비교를 위해 합성수지계 바닥재 2종류와 가공 전 원목을 추가하여 일반적으로 주거용 건물(주택, 아파트)에서 사용되는 바닥재를 선정하여 표 1에 제시하였다.

표 1. 실험재료

종 류		구 성	
목질계 바닥재	강화마루	A	고밀도 섬유 + 강화처리
	합판마루 ①	B	박판 + 나무무늬 입힘
	합판마루 ②	C	후판 + 나무무늬 입힘
	원목마루	D	합판 + 원목(표면)
합성수지계 바닥재	모노륨장판	E	PVC계열 등
	페트장판	F	비닐수지, 가소제 등
가공 전 원목	소나무	G	cellulose, lignin 등

3. 결과 및 고찰

3.1 산소지수측정

산소지수는 가연물이 연소를 계속 유지시킬 수 있는 산소의 최적 농도로 연소성(난연성)을 측정하는 척도이다. 공기 중에 약 21%의 산소가 포함되어 있어 일반적으로 산소의 농도가 높을수록 연소는 잘 일어나고 일반가연물인 경우 산소농도 15% 이하에서는 연소

가 어렵다(이춘하, 2003). 일반적으로 사용하는 바닥재와 가공 전의 원목을 포함한 7종류의 시편으로 실험 한 결과 목질계 바닥재인 시편 A의 최소산소지수가 30.7%로 가장 높게 나왔으며, 나머지 시편의 결과 모두 21% 이상의 값으로 물질의 난연성이 높게 나타난 것을 볼 수 있다. 표 2에 실험재료의 최소산소지수를 나타내었다.

표 2. 최소산소지수 결과

종 류		최소산소지수 (%)
A	강화마루	30.7
B	합판마루 ①	28.8
C	합판마루 ②	26.5
D	원목마루	27.3
E	모노륨장판	25.4
F	페트장판	24.7
G	소나무	26.8

3.2 발화점 측정

표 3은 실험재료의 발화온도를 나타내었다. 측정 결과는 발화대기시간인 4초가 10회 이상 연속적으로 나타나는 발화온도를 평균 내어 나타낸 값으로 강화마루 A 412℃ > 합판마루 ② C 410℃ > 소나무 G 409℃ > 합판마루① B 408℃ > 원목마루 D 406℃ > 모노륨장판 E 334℃ > 페트장판 F 328℃ 순으로 목질계 바닥재가 합성수지 바닥재보다 발화점이 더 높게 나타났다. 발화점이 낮을수록 발화의 위험성이 커지므로 합성수지계 바닥재는 목질계 바닥재보다 주의가 필요한 것으로 사료된다.

표 3. 발화온도

종 류		발화온도 (℃)
A	강화마루	412
B	합판마루 ①	408
C	합판마루 ②	410
D	원목마루	406
E	모노륨장판	334
F	페트장판	328
G	소나무	409

3.3 가연성 측정

가연성 측정시험 규격에 시편 두께는 제품의 실제 두께를 사용(최대 60mm)할 수 있어 목질계 바닥재의 실제 사용두께를 적용하여 실험 한 결과 목질바닥재 시편 모두 착화가 되지 않아 측정이 어려웠다. 시편에 접염되는 화염이 20mm 소형 불꽃이고, 접염 시간이 짧아(30s) 착화가 되지 않았다고 생각되어 재질별 비교를 위한 합성수지계 바닥재와 두께를 같게 하여 3mm로 깎아내어 실험하였다. 실험 결과 합성수지계열 바닥재인 모노륨장판 E

82mm와 페트장판 F가 105mm까지 탄화하였고, 목질 바닥재는 원목마루 D 48mm로 가장 많이 탄화가 되고, 합판마루② C가 13mm로 가장 낮은 값을 나타내었다. 목질만의 특성을 보기 위해 가공 전의 소나무를 같이 실험 한 결과 가공 전 소나무 74mm로 탄화길이가 가장 많이 탄 목질계 바닥재보다 약 30mm정도의 차이를 보였다. 이러한 결과를 보아 시판중인 바닥재는 내화처리가 되어 있을 수 있다고 판단되며, 합성수지계 바닥재가 목질계 바닥재보다 더 착화위험성이 있다고 나타났다. 표 4는 시편의 착화시간 및 탄화길이를 나타내었다.

표 4. 착화시간 및 탄화길이

종 류		착화시간 (s)	탄화길이 (mm)
A	강화마루	17	31
B	합판마루 ①	10	16
C	합판마루 ②	12	13
D	원목마루	14	48
E	모노륨장판	6	82
F	페트장판	5	105
G	소나무	11	74

4. 결 론

이번 연구에서는 실내 바닥재로 많이 사용되고 있는 목질계 바닥재의 착화특성을 알아보기 위해 산소지수 시험기를 이용하여 산소한계지수(LOI) 값과 가연성 시험기, 발화점 시험기를 이용하여 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 산소지수측정 결과 목질바닥재인 강화마루 30.7%, 합판마루① 28.8%, 원목마루 27.3%, 가공 전의 소나무 26.8%, 합판마루② 26.5% 이고, 합성수지계열 바닥재인 모노륨 25.4%, 페트장판 24.7%의 순으로 나타났고, 시편 모두 21% 이상의 값을 나타내 연소가 쉽게 일어나지 난연성이 좋다는 것을 알 수 있다.
- 2) 발화점 결과 목질계 바닥재인 A가 412℃로 가장 높게 나타났으며, 그 뒤를 이어 합판마루② 410℃, 소나무 409℃, 합판마루① 408℃, 원목마루 406℃의 순이며, 합성수지계 바닥재는 모노륨장판 334℃와 페트장판 328℃의 순으로 나타났다.
- 3) 가연성 측정 결과 착화특성은 합성수지계 바닥재의 탄화가 목질계 바닥재보다 같은 시간 동안 많이 타서 재질별 차이가 나타났으며, 착화위험성은 페트장판 F 105mm > 모노륨장판 82mm > 소나무 G 74mm > 원목마루 D 48mm > 강화마루 A 31mm > 합판마루 ① B 16mm > 합판마루② C 13mm의 순으로 나타남을 알 수 있었다.

참고문헌

1. 김현주 (2006). “내장재의 연소특성 분석에 관한연구” 강원대학교 학위논문.
2. ASTM D 2863-91. “Standard test method for measuring the minimum oxygen

concentration to support candle-like comustion of plastics”

3. ISO 11925-2 (2000). “Reaction to fire tests - Ignitability of building products subjected to direct impingement of flame - Part 2 : Single-flame source test”
4. 이춘하, 고덕근, 김영수, 우성천 (2003). “소방학개론” p.63.