

[Research Paper]

현장지휘관 훈련 콘텐츠 개발을 위한 주거목적시설 대표 가연물 실물화재시험

문민호 · 양소연* · 한국일* · 이지희** · 김형준****†

한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 연구원, *한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 주임연구원,
경북대학교 건설환경에너지융합기술원 연구교수, *한국건설생활환경시험연구원 방재기술센터 선임연구원

Fire Tests for Representative Combustibles in Residential Facilities for the Development of Field Commander Training Content

Min-Ho Moon · So-Yeon Yang* · Kuk-Il Han* · Ji-Hee Lee** · Hyung-Jun Kim****†

Associate Research Engineer, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories,
*Junior Research Engineer, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories,
**Professor, Advanced Technology Institute of Construction Environmental Energy, Kyunpook National University,
***Senior Research Engineer, Fire Protection Technology Center, Korea Conformity Laboratories

(Received March 5, 2020; Revised March 20, 2020; Accepted March 23, 2020)

요 약

본 연구에서는 개발 중인 현장지휘관 훈련 콘텐츠에 적용될 화재상황의 현실성 및 전문성 확보를 위하여 선행연구에서 선정된 7개 화재유형별 중 주거목적시설의 대표 가연물 화재실험을 통해 화재양상 및 열방출량, 연기발생량을 분석하였다. 측정결과 최대 열방출량은 소파가 728.6 kW로 가장 높게 측정되었으며, 다음으로는 매트리스+전기장판, 책상+의자, TV, 매트리스 순으로 나타났다. 총열방출량의 경우 소파가 226.2 MJ, 총 연기발생량은 경우 매트리스+전기장판이 2,259.5 m²로 가장 많이 발생하였다. 본 연구에서는 가연물의 화재양상 및 특성에 주안점을 두고 시험수행을 하였다는 한계점이 있으며, 추후 다양한 데이터 확보와 FDS를 활용한 시뮬레이션 평가가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

ABSTRACT

In this study, the fire patterns, heat emissions, and smoke generated by means of fire tests developed for representative combustibles in residential facilities were analyzed from among seven fire types. These combustibles were selected in a previous study to simulate real-world situations and professionalism required while dealing with these types of fires and develop the field commander training content. Consequently, the maximum heat dissipation was recorded as 728.6 kW, followed by the dissipation measured from the combination of a mattress and electric blanket, desk and chair, and TV and mattress. The total heat emission of sofas (226.2 MJ) and the combination of mattress and electric blanket (2,259.5 m²) was recorded. In this study, the scope of the tests was limited to the fire characteristics and characteristics of the combustibles, and it is expected that a simulation using various data acquisition methods and FDS would be performed and evaluated at a later stage.

Keywords : Training content, Combustible material, Fire growth, Heat release rate, Smoke production release

1. 서 론

사회양상의 다변화 및 도시화에 따른 인구 과밀화, 건축물의 대형화·심층화·복잡화 등 화재환경 변화로 인해 건

축물 화재는 대규모 복합재난으로 확대되고 있다. 복합화재는 예측이 불가능하며 피해대상·범위를 확정하기 곤란하고 규모가 광범위하여 수습 및 복구에 어려움이 있다. 화재발생으로 인한 피해의 축소는 사회적 기반과 소방역량에

† Corresponding Author, E-Mail: arc7707@kcl.re.kr. TEL: +82-43-210-8998, FAX: +82-43-210-8985

© 2020 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

절대적으로 의존하고 있으며, 화재피해의 감소는 화재예방이 가장 중요하나 현실적으로 화재예방에 완벽하게 대응하기 어렵다⁽¹⁾. 이에 따라, 효율적 화재대응을 위해서는 필요한 인력과 장비의 보강, 교육·훈련과 더불어 화재현장에 동원된 인력과 자원을 가장 효과적으로 화재수습에 투입하여 적재적소에 가용할 수 있는 현장지휘체계 확립이 필요하다. 하지만 인구 과밀화, 건축물의 대형화 및 고층화 등에 따라 화재양상이 복잡해지고 다양해짐에 따라 소방활동 지휘체계 및 현장대응역량의 문제점이 대두되고 있다⁽²⁾.

이에, 국내·외에서는 소방활동 지휘체계 및 현장대응역량을 강화하기 위하여 소방훈련에서 훈련 콘텐츠를 이용한 사례가 다수 있으며, 이는 훈련을 통해 교육이 될 수 있는 목적과 동시에 흥미유발을 통한 다양한 간접경험을 통해 소방관의 전문성을 향상시키기 위한 수단으로서 연구개발이 진행되었다. 주요 훈련 콘텐츠 상황은 Table 1과 같다⁽³⁾.

그러나, 기 개발된 소방훈련 콘텐츠의 경우 훈련목적과 흥미유발에 초점을 두고 개발되었으며, 훈련 콘텐츠 화재 상황 현실성 확보에는 미비한 수준이다. 훈련 콘텐츠의 목적은 다양한 화재상황의 간접경험을 통하여 예상 밖 상황에서의 상황판단 및 대처능력의 훈련이다. 복잡한 화재양상을 훈련 콘텐츠에 표현하기 위해서는 화재 시 가연물의 화재성장 특성 매커니즘 규명이 필요하며, 이 때의 화재 성장은 발열량의 변화로 나타나게 된다⁽⁴⁾.

이에, 본 연구에서는 개발 중인 소방활동 지휘체계 및 현장대응역량 훈련 콘텐츠에 적용될 화재상황의 현실성 및 전문성 확보를 위하여 선행연구⁽⁵⁾에서 선정한 7개 화재유형별 중 주거목적시설(단독주택, 공동주택, 숙박시설)의 대표 가연물 분석을 통해 선정된 대표가연물 각각의 화재실험을 통해 화재양상 및 열방출량, 연기발생량을 측정하고자 한다.

2. 대표 가연물 분석

2.1 대표 가연물 선정

선행연구를 통해 현장지휘관 훈련 콘텐츠에 적용될 대표 화재유형 7개를 선정하였다. 대표 화재유형 선정은 최근 10년간 소방청 화재연감⁽⁶⁾을 활용하여 화재발생 빈도 및 인명피해, 화재피해를 바탕으로 위험도(평균심도)를 분석한 후 전·현직 소방관을 대상으로 설문조사를 실시하여 Table 2와 같이 선정하였다.

Table 3과 같이 주거목적시설 대표 가연물 대상으로는 주택 내에서 가장 기본적인 가연물 6가지를 선정하였다. 선행연구에 의하면 주택의 표준 가연물로는 주택의 규모로서 공동주택의 59.6%를 차지하는 66~115.4 m²의 규모의 해당하는 공동주택 10세대를 대상으로 현장조사를 통해 평면의 구성, 가연물의 양, 가연물의 배치 등에 대한 조사·분석을 통해 매트리스, 소파, 서랍장, 책상, 의자, TV 등의 기초 가연물들이 비치되어 있는 것으로 조사되었다⁽⁷⁾. 본 연구에서는 이들 가연물 가운데 매트리스, 서랍장, 1인용

Table 1. Domestic and Overseas of Training Content

| Type | Content |
|----------|--|
| Domestic | Fire Incident Commander Training Simulator |
| | Incident Command And Control Simulation |
| | Emergency 5 |
| Overseas | Fire Department 3 |
| | Command Training Simulation |
| | Integrated Command Training Simulation |
| | Disaster Field Team Unit Tactical Simulation |
| | XVR |

Table 2. Selection of Representative Fire Type

| Type | Selection Facilities |
|------|--------------------------|
| 1 | Factory Facilities |
| 2 | Terminal Facilities |
| 3 | Medical Facility |
| 4 | Apartment House |
| 5 | Accommodation Facilities |
| 6 | Warehouse |
| 7 | Single house |

Table 3. Combustible Material of Residential Purpose Facility

| Type | Content |
|--------|--------------------------------------|
| Room 1 | Bed, Mattress, Wardrobe, TV, Drawers |
| Room 2 | Bed, Mattress, Closet |
| Room 3 | Sofa, TV, Drawers, Storage Closet |

소파, 책상, 의자, TV 등을 선정하여 실규모 크기 그대로 적용하여 실물 화재시험 실시하였다.

3. 화재시험 방법

3.1 Furniture Calorimeter Test

ISO 9705 룸코너 테스트 장비를 활용하여 Furniture calorimeter test를 통해 대표 가연물 화재시험을 수행하고자 한다. Furniture calorimeter의 후드의 크기는 3 m × 3 m, 높이는 1 m이며 덕트의 내부 지름은 400 mm, 직선 덕트 길이는 최서 4.8 m이다. 화재시험 시 Furniture calorimeter 후드 아래에 가연물 배치 후 점화하여 발생된 연기는 후드로 포집, 이 과정에서 연소생성물의 온도, 연기발생량, 열방출량 등을 측정하고자 한다. Furniture calorimeter 장비의 구성은 Figure 1과 같다.

3.2 점화방법

선정된 주거목적 시설 대표 가연물을 점화시키기 위하여 헵탄(Heptane) 30 ml를 적신 솜뭉치(Cotton ball)를 사용하여 점화하였다. Table 4와 같이 점화위치는 선풍기, TV

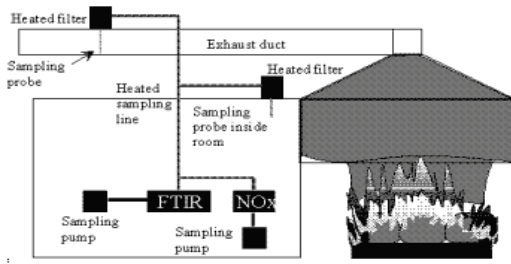


Figure 1. Furniture calorimeter conceptual diagram.

Table 4. Specification of Combustible Material

| Type | Ingredient | Dimension |
|--------------|--------------------|-----------------|
| TV | LCD Panel, Plastic | 68*43*12 |
| Table | PB, MDF | 1,200*700,720 |
| Chair | Wood, PU | 420*480*820 |
| Mattress | Fabric, Sponge | 1,000*2,000*250 |
| Electric Pad | Leatherette | 980*1,900 |
| Sofa | PVC, Sponge | 710*760*770 |

등 가전제품의 경우 내부흡선으로 인해 화재상황을 고려하여 모듈부분에서 점화하였으며, 의자, 소파, 매트리스등 가구제품의 경우 화재발생이 용이한 접합부 등에 초기 점화하였다⁽⁸⁾. Table 5는 가연물의 크기 및 성분을 나타내었다.

3.3 열방출량 및 연기발생량 측정 방법

화재 시 발생하는 열방출량은 화재강도와 비례되며, 화재규모 산정에 있어서 중요한 요소이다. 열방출량은 재료의 연소 시 소비되는 산소소비량을 측정하여 열방출량을 역으로 계산하는 것인데 가연물 연소 시 산소기준 13.1 MJ/kg의 열량을 방출한다고 가정하여 계산한다. Furniture calorimeter 장비의 열방출량은 앞서 설명한 산소 소모량 평가법(Oxygen consumption method)을 이용하여 아래 식과 같이 열방출량을 계산한다^(9,10).

$$\dot{q} = E^1 V_{298} x_{O_2}^a \left[\frac{\dot{\Phi}}{\Phi(\alpha-1)+1} \right] - \frac{E^1}{E_{C_3H_8}} \dot{q}_b \quad (1)$$

또한, 최대열방출량(Peak heat release rate)을 측정하여 각 가연물 표면적당 발생한 순간적인 열량의 크기를 분석하고자 한다.

화재로부터 발생한 연소가스 발생량의 경우 연기포집용 후드로부터 약 5 m 떨어진 위치에 설치된 램프, 광전장치에서 측정된 광농도(k)와 배기 덕트 내의 가스 온도 하에서 배기유량(VS) 곱하여 아래의 식과 같이 구해진다.

$$R_{est} = k \dot{V}_s \quad (2)$$

Table 5. Experimental Measuring Instrument

| Type | Ignition Point |
|-----------|----------------|
| Appliance | Module |
| Furniture | Easy to Ignite |

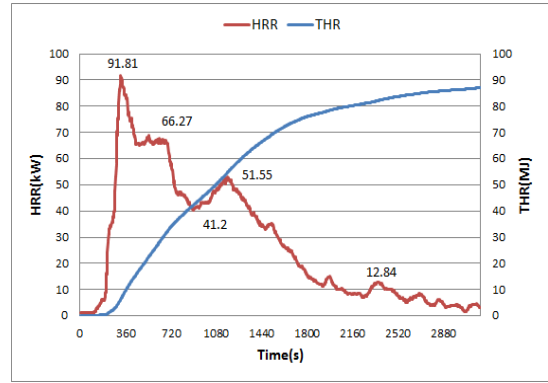


Figure 2. Heat release rate of TV.

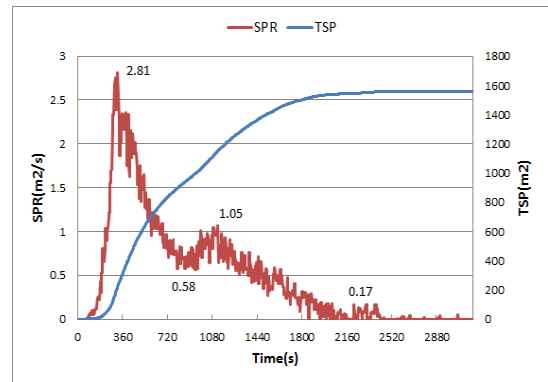


Figure 3. Smoke production release of TV.

4. 실물 화재시험 측정 결과

4.1 가연물-TV

Figure 2에는 TV의 시간당 열방출량을 나타내었다. 측정기간 동안 열방출량은 점화 개시 후 150 s가 경과되면서 급격히 증가하여 300 s 정도에서 91.8 kW로 최대열방출량이 측정되었고, 이후 900 s까지 41.2 kW까지 감소하다 1,200 s 정도에 51.5 kW까지 상승 후 지속적으로 감소하면서 2,300 s에서 12.8 kW까지 감소하였다.

Figure 3에는 TV의 시간당 연기발생량을 나타내었다. 측정기간 동안 연기발생량의 경우 열방출량과 유사하게 150 s가 경과되면서 급격하게 발생하여 300 s 정도에서 2.81 m²/s로 최대연기발생량이 측정되었고, 이후 900 s까지 0.58 m²/s까지 감소하다 1,100 s 정도에 1.05 m²/s까지 상승 후 지속적으로 감소하면서 2,300 s에서 0.17 m²/s까지 감소하였다.

Table 6는 가연물 TV의 평균, 최대, 총열방출량 및 연기

Table 6. Ave ,Peak and Total HRR and SPR of TV

| Type | HRR | SPR |
|-------|---------|------------------------|
| Ave | 27.4 kW | 0.49 m ² /s |
| Peak | 97.1 kW | 2.81 m ² /s |
| Total | 87 MJ | 1560.8 m ² |

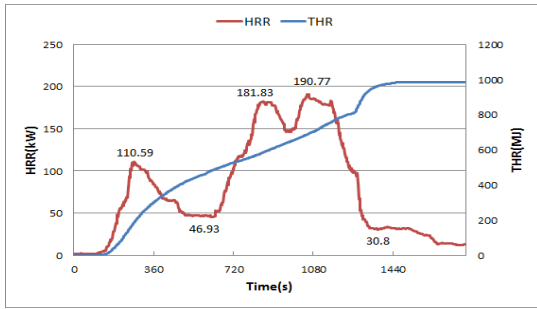


Figure 4. Heat release rate of table+chair.

발생량을 나타내었다. TV의 평균 열방출량은 27.4 kW, 최대 열방출량은 97.1 kW, 측정기간 동안 Total heat release (THR)는 총 87 MJ로 측정되었다. 평균 연기발생량은 0.49 m²/s, 최대 연기발생량은 2.81 m²/s, 측정기간 동안 Total smoke production (TSP)은 총 1,560.8 m²로 나타났다.

4.2 가연물-책상 + 의자

Figure 4에는 책상+의자의 시간당 열방출량을 나타내었다. 책상+의자 열방출량은 점화 개시 후 180 s 정도에서 증가하여 300 s에 110.5 kW에 도달 후 감소하여 540 s 정도에서 46.9 kW로 감소하였다. 이후 열방출량은 600 s부터 800 s에 181.8 kW 증가하였고 1,000 s 정도에서 190.7 kW로 최대 열방출량이 측정되었다. 1,200 s부터 열방출량이 감소하면서 1,300 s 정도에 30.8 kW까지 감소하였다.

Figure 5에는 책상+의자의 연기발생량의 경우 180 s 정도에 증가하며 300 s에 1.86 m²/s에 도달 후 감소하여 600 s 정도에 0.35 m²/s까지 감소 후 일정하게 유지되다 1,200 s

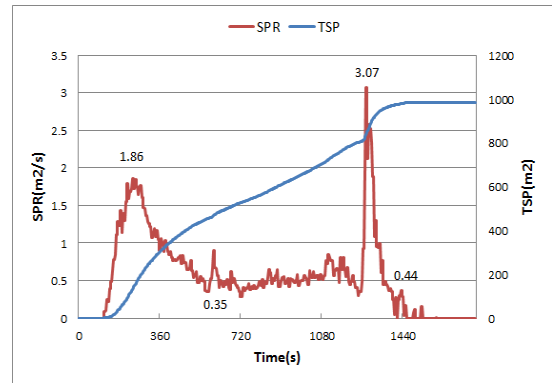


Figure 5. Smoke production release of table+chair.

Table 8. Ave ,Peak and Total HRR and SPR of Table+Chair

| Type | HRR | SPR |
|-------|----------|------------------------|
| Ave | 77.7 kW | 0.55 m ² /s |
| Peak | 190.7 kW | 3.07 m ² /s |
| Total | 137.6 MJ | 984.6 m ² |

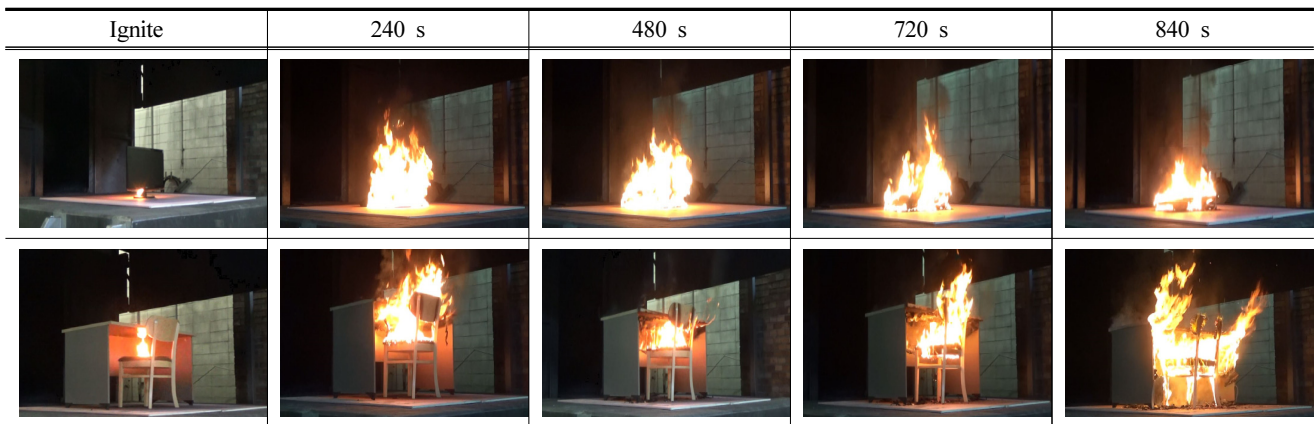
정도에 급격히 3.07 m²/s까지 상승하여 최대연기발생량이 측정되었다. 이후 1,440 s 정도에 0.44 m²/s까지 감소하였다. 이때, Table 7에 TV 및 책상+의자의 시간별 화재양상을 나타내었다.

Table 8은 책상+의자의 평균, 최대, 총열방출량 및 연기 발생량을 나타내었다. 측정된 데이터 분석 결과 책상+의자의 평균 열방출량은 77.7 kW, 최대 열방출량은 190.7 kW, 측정기간 동안 Total heat release (THR)는 총 137.6 MJ로 측정되었다. 평균 연기발생량은 0.55 m²/s, 최대 연기발생량은 3.07 m²/s로 측정되었으며, 측정기간 동안 Total smoke production (TSP)은 총 984.6 m²로 측정되었다.

4.3 가연물-매트리스

Figure 6에는 매트리스의 시간당 열방출량을 나타내었다. 측정기간 동안 열방출량은 점화 개시 후 90 s가 경과되

Table 7. Fire shapes of TV and Desk+Chair



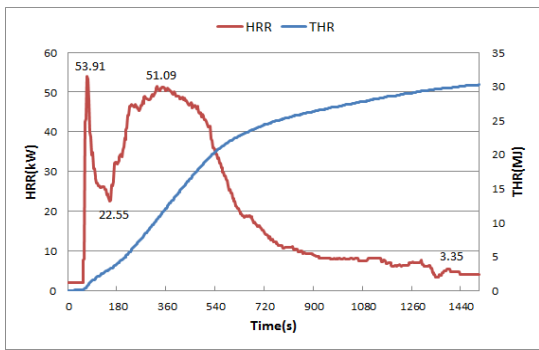


Figure 6. Heat release rate of mattress.

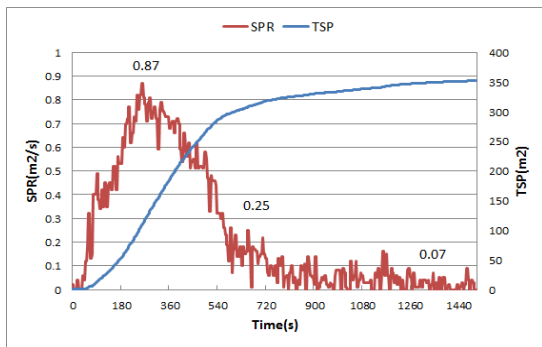


Figure 7. Smoke production release of mattress.

면서 급격히 증가하여 110 s 정도에서 53.9 kW로 최대열방출량이 측정되었고, 이후 180 s까지 22.5 kW로 감소하다 다시 상승하여 360 s 정도에서 51.1 kW로 상승하였다. 이후 지속적으로 감소하여 1,300 s 정도에서 3.35 kW까지 감소하였다.

Figure 7에는 매트리스의 시간당 연기발생량을 나타내었다. 측정기간 동안 연기발생량의 경우 열방출량과 유사하게 90 s가 경과되면서 급격하게 발생하여 200 s 정도에서 0.87 m²/s로 최대연기발생량이 측정되었고, 이후 630 s까지 0.25 m²/s로 급격히 감소한 후 지속적으로 감소하여 1,300 s 정도에서 0.07 m²/s까지 감소하였다. 이때, Table 9에 시간

Table 10. Ave, Peak and Total HRR and SPR of Mattress

| Type | HRR | SPR |
|-------|---------|------------------------|
| Ave | 20.0 kW | 0.23 m ² /s |
| Peak | 53.9 kW | 0.87 m ² /s |
| Total | 30.3 MJ | 352.3 m ² |

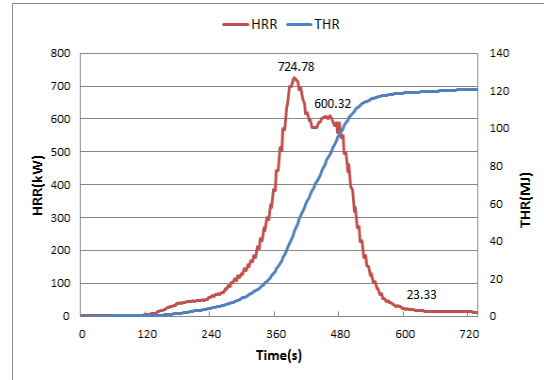


Figure 8. Heat release rate of mattress+electric pad.

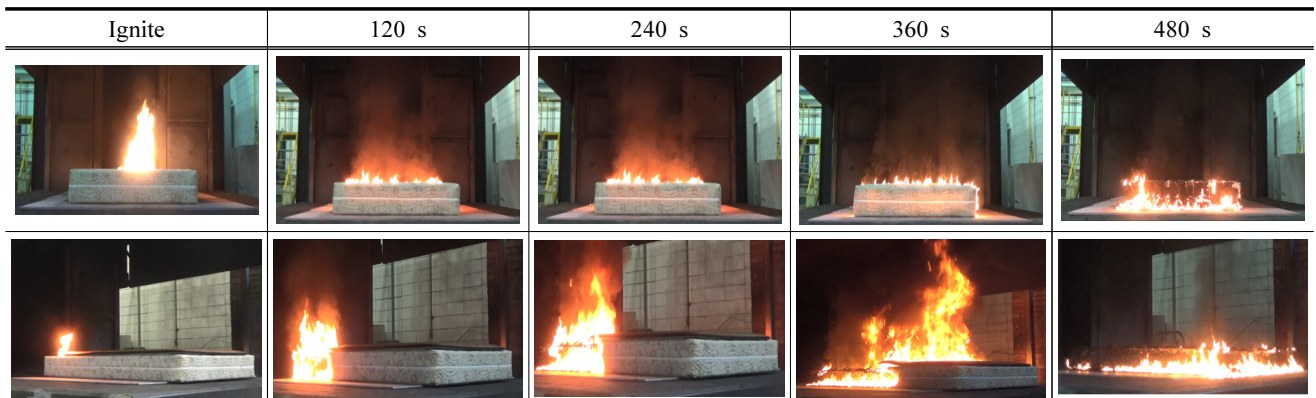
별 매트리스 및 매트리스+전기장판의 화재양상을 나타내었다.

Table 10은 매트리스의 평균, 최대, 총열방출량 및 연기발생량을 나타내었다. 매트리스의 평균 열방출량은 20.0 kW, 최대 열방출량은 53.9 kW, 측정기간 동안 Total heat release (THR)는 총 30.3 MJ로 측정되었다. 평균 연기발생량은 0.23 m²/s, 최대 연기발생량은 0.87 m²/s, Total Smoke Production (TSP)은 총 352.3 m²로 측정되었다.

4.4 가연물-매트리스+전기장판

Figure 8에는 매트리스+전기장판의 시간당 열방출량을 나타내었다. 측정기간 동안 열방출량은 점화 개시 후 240 s가 경과되면서 열방출량이 증가하여 360 s 정도에서 724.7 kW로 최대열방출량이 측정되었고, 이후 420 s 정도에 감소하는 듯 보였으나 다시 상승하여 440 s에 600.3 kW로 측정

Table 9. Fire shapes of Mattress and Mattress+Electric Pad



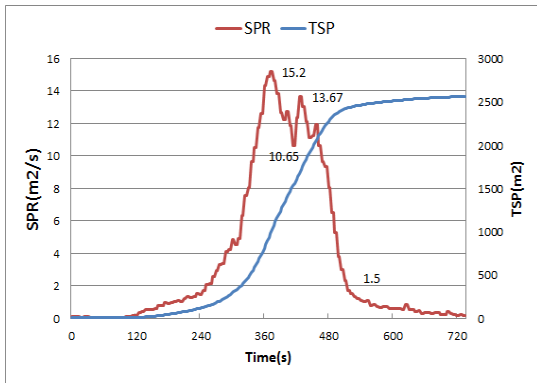


Figure 9. Smoke production release of mattress+electric pad.

Table 11. Ave, Peak and Total HRR and SPR of Mattress+Electric Pad

| Type | HRR | SPR |
|-------|----------|------------------------|
| Ave | 163.7 kW | 3.45 m ² /s |
| Peak | 724.7 kW | 15.2 m ² /s |
| Total | 120.8 MJ | 2,259.5 m ² |

되었다. 이 후 열방출량은 급격히 감소하여 520 s 정도에 23.3 kW까지 감소하였다.

Figure 9에는 매트리스+전기장판의 시간당 연기발생량을 나타내었다. 측정기간 동안 연기발생량의 경우 열방출량과 유사하게 240 s가 경과되면서 급격하게 발생하여 360 s 정도에서 15.2 m²/s로 최대연기발생량이 측정되었고, 이후 440 s까지 10.6 m²/s로 감소하였다. 이후 480 s 정도에서 급격히 감소하여 600 s 정도에서 1.5 m²/s까지 감소하였다.

Table 11는 매트리스+전기장판의 평균, 최대, 총열방출량 및 연기발생량을 나타내었다. 매트리스+전기장판의 평균 열방출량은 163.7 kW, 최대 열방출량은 724.7 kW, 측정기간 동안 Total heat release (THR)는 총 120.8 MJ로 측정되었다. 평균 연기발생량은 3.45 m²/s, 최대 연기발생량은 15.2 m²/s, Total smoke production (TSP)은 총 2,259.5 m²로 측정되었다.

4.5 가연물-1인용 소파

Table 12는 소파의 시간별 화재양상을 나타내었으며,

Table 12. Fire Shapes of Sofa

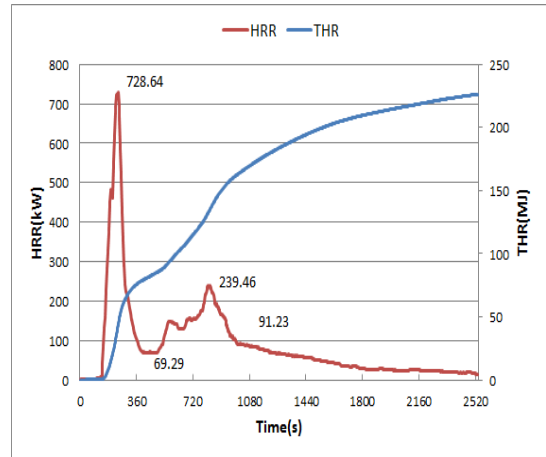
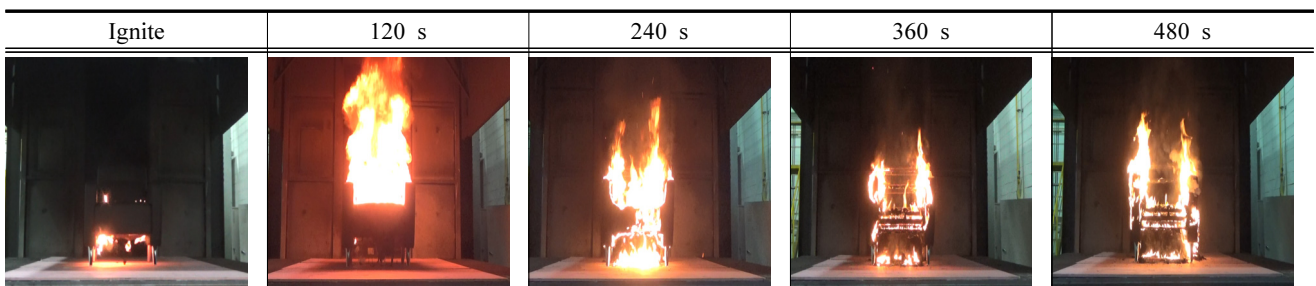


Figure 10. Heat release rate of sofa.

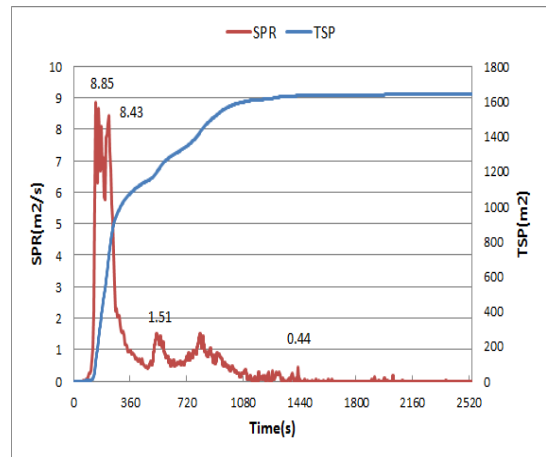


Figure 11. Smoke production release of sofa.

Figure 10에는 소파의 시간당 열방출량을 나타내었다. 측정기간 동안 열방출량은 점화 개시 후 150 s가 경과되면서 증가하여 180 s 정도에서 728.6 kW로 최대열방출량이 측정되었고, 이후 400 s 정도에 69.2 kW로 급격히 감소하는 듯 보였으나 다시 상승하여 750 s 정도에 239.4 kW로 측정되었다. 이후 열방출량은 감소하여 1,000 s 정도에 91.2 kW까지 감소하였다.

Figure 11에는 소파의 시간당 연기발생량을 나타내었다. 측정기간 동안 연기발생량의 경우 열방출량과 유사하게

Table 13. Ave ,Peak and Total HRR and SPR of Sofa

| Type | HRR | SPR |
|-------|----------|------------------------|
| Ave | 89.1 kW | 0.64 m ² /s |
| Peak | 728.6 kW | 8.85 m ² /s |
| Total | 226.2 MJ | 1,638.3 m ² |

150 s가 경과되면서 급격하게 발생하여 180 s 정도에서 8.8 m²/s로 최대연기발생량이 측정되었고, 400 s까지 1.5 m²/s로 급격히 감소하였다. 이후 1,440 s 정도에서 0.44 m²/s까지 감소하였다.

Table 13 소파의 평균, 최대, 총열방출량 및 연기발생량을 나타내었다. 소파의 평균 열방출량은 89.1 kW, 최대 열방출량은 728.6 kW, 측정기간 동안 Total heat release (THR)는 총 226.2 MJ로 측정되었다. 평균 연기발생량은 0.64 m²/s, 최대 연기발생량은 8.85 m²/s, Total smoke production (TSP)은 총 1,638.3 m²로 측정되었다.

5. 결 론

이에, 본 연구에서는 개발 중인 소방활동 지휘체계 및 현장대응역량 훈련 콘텐츠의 적용될 화재상황의 현실성 및 전문성 확보를 위하여 주거목적시설 대표 가연물(TV, 책상, 의자, 매트리스, 서랍장, 소파)을 대상으로 Furniture Calorimeter Test 통하여 화재양상 및 열방출량, 연기발생 측정을 통해 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1) 주거목적시설 대표 가연물의 최대 열방출량은 소파 728.6 kW, 매트리스+전기장판 724.7 kW, 책상+의자 190.7 kW, TV 97.1 kW, 매트리스 53.9 kW 순으로 측정되었다. 매트리스의 경우 동일한 매트리스를 사용하였지만 전기장판 유무의 따라 열방출량이 13.4배 차이가 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

2) 총열방출량은 소파 226.2 MJ, 책상+의자 137.6 MJ, 매트리스+전기장판 120.8 MJ, TV 87 MJ, 매트리스 30.3 MJ 순으로 측정되었다. 매트리스+전기장판의 경우 최대 열방출량은 책상+의자보다 매우 높지만 총열방출량은 책상+의자가 더 높게 측정되었다. 이는, 빠른 시간 내 높은 HRR에 도달하지만 연소시간이 짧은 반면, 천천히 연소하면 최대 HRR이 크지 않지만 연소 시간이 길다는 재료적 특성에 따라 화재양상이 다른 것을 확인할 수 있었다.

3) 총연기발생량의 경우 매트리스+전기장판이 2,259.5 m²로 가장 많이 발생하였으며, 소파 1,638.3 m², TV 1,560.8 m², 책상+의자 984.6 m², 매트리스 352.3 m² 순으로 측정되었다. 이러한 연기발생량의 차이는 가연물의 완전연소와 불완전 연소에 의한 차이 발생으로 연소되는 물질 중 탄소 분자의 비율이 높기 때문이며, 포화탄화수소 화합물의 탄소수가 많아질수록 완전연소하기 어렵게 되어 많은 연기를 방출한 것으로 추정된다.

4) 현장지휘관 훈련 콘텐츠의 전문성 및 현실성을 확보하기 위하여 주거목적시설 대표 가연물의 화재양상 및 특성에 주안점을 두고 실물화재시험을 수행하였으며, 추가적으로 주거목적시설의 단일 가연물의 실물화재시험뿐만 아니라 복합 가연물(매트리스+전기장판, 책상+의자) 실물화재시험을 수행하여 주거목적시설 가연물의 다양한 화재특성 및 양상을 분석한 것에 의의가 있다고 사료된다. 하지만, 화재유형별 가연물의 종류와 그에 따른 성분함량의 범위가 매우 넓고 다양함에 따라 대표 가연물로 화재양상 및 특성을 평가하는 것에는 한계가 있음을 보인다. 이에, 향후 다양한 데이터 확보와 FDS를 활용한 시뮬레이션 평가가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

후 기

본 연구는 소방청 소방대응력 향상을 위한 연구개발사업(2018-NFA002-005-01010000-2019)의 연구비 지원으로 수행되었습니다.

References

1. J. Y. Lee, H. D. Kwon, U. S. Back, J. H. Lee and G. S. Pack, "A Study on the Policy Measures for Strengthening the Response Capacity of Fire Boundaries and Field", Chung-Ang University Industrial Cooperation Group (2014).
2. G. G. Yang, "Improvement of the Command System at the Disaster Site for Effective Countermeasures for Disasters: Centered on Comparison with USA", Fire Science and Engineering, Vol. 34, No. 3, pp. 81-104 (2008).
3. B. I. Y Choi, Y. S. Han and M. B. Kim "Trends in the Development of Virtual Reality-Based Firefighting Training Simulator", Journal of the Korean Multimedia Society, Vol. 12, No. 1, pp. 50-58 (2008).
4. H. C. Sine, H. G. Park, G. R. Jang, H. S. Jeon and J. H. Kim, "A Study on Fire Behavior Mechanisms", National Fire Service Academy Firefighting Science Research Laboratory (2005).
5. H. J. Kim, M. H. Moon, Y. S. Yang and K. I. Han, "Development of Training Contents to Strengthen Response Capabilities for fire Fighting Activity On-scene Commander in Various Fire Types", Proceedings of 2019 Fall Annual Conference, Korean Institute of Fire Science & Engineering, p. 84 (2019).
6. National Fire Agency, "National Fire Data System (NFDS)", <https://www.nfds.go.kr/index.do>.
7. Y. J. Kwon, J. H. Lee and D. C. Bae and J. H. Kim, "Development of Prediction Simulation of Fire (Heat, Smoke) Performance by Flammable and Openings in Building

- Structures”, Hoseo University Industrial-Academic Cooperation Group (2011).
8. Y. J. Park and H. P. Lee, “A Study on Analysis of Heat Release Rate on Household Goods (Computer · Desk · Electric Pad) for Fire Identification -Room Corner Test-”, Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation, Vol. 15, No. 5, pp. 123-129 (2015).
 9. ISO 9705, “Fire Tests: Full-Scale Room Test for Surface Products” (1993).
 10. ISO 13784-1, “Reaction to Fire Tests for Sandwich Panel Building Systems” (2014).