A-11

FDS에 적용된 연기감지기 모델을 위한 장치물성 측정

김경화 · 박충화 · 황철홍
대전대학교 소방방재학과

초고층 건물의 소방설계를 위한 화재시뮬레이션의 적용에서 다양한 화재감지기를 이용한 화재발생정보의 정확성은 허용 피난시간(ASET)에 직접적인 영향을 주기 때문에 인명안전 및 효율적인 화재진압을 위하여 매우 중요한 정보라 할 수 있다. 이를 위해 화재시뮬레이션에서 구현되는 열 및 연기감지기의 작동 알고리즘에는 작동시기를 결정하는 물리량과 유동 및 화재와의 상호작용을 고려한 다양한 입력변수가 요구되고 있다. 따라서 화재시뮬레이션의 수행 과정에서 요구되는 감지기의 장치특성에 대한 신뢰성을 확보하기 위하여 대표적인 감기기를 대상으로 다양한 장치 특성값을 직접 측정하고, 기존 FDS에서 default 값으로 적용된 특성값과의 차이를 정량적으로 확인하고자 하였다.

화재모델링을 위한 화재감지기의 주요 특성을 측정하기 위하여 FDE(Fire Detector Evaluator)가 제작되었다. FDE는 크게 공기 공급장치, 연기 및 열 생성장치, 유량분배장치, 온도, 유속 및 soot 농도의 측정을 위하여 He-Ne 레이저를 사용한 광소멸법(light extinction method)이 적용된 장치로 구성되어 있다. FDE의 실제 장치 사진은 Figure 1에 제시되었다. FDS 내에 연기감지기의 적용은 Heskestad 모델과 Cleary 모델에 의해 가능하며, 본 연구에서는 Heskestad 모델의 검증이 수행되었다. Hesestad는 L/u로 정의되는 특성시간을 통해 일차 정확도의 시간 반응 감지기 모델을 제안하였으며, $dY_c/dt = (Y_e(t) - Y_c(t))/(L/u)$의 식과 같이 감지기 센서 chamber 내의 연기농도 Y_c와 연기층의 연기농도 Y_e 사이에 $\delta t = L/u$ 만큼의 시간지연이 존재한다고 가정하였다. 여기서 u는 연층속도, L은 감지기의 특성길이를 의미한다.

특성 길이 L을 얻기 위한 방법은 유속변화에 따라 감지기 외부에 설치된 레이저의 신호와 감지기 내부의 신호를 측정한다. Heskestad 모델은 감지기와 감지기 외부의 신호 비교를 통한 시간지연(time lag)를 고려한 것이기 때문에 감지기 내·외에서 측정된 신호의 매칭을 통해 시간 지연값을 얻을 수 있다. Figure 2는 FDE 단면 평균 유속이 0.02m/s의 조건에서 광소멸법에 의해 측정된 감지기 외부의 광학밀도(optical density)와 감지기로부터 추출된 전압신호를 시간에 따라 비교한 결과이다. 연기는 감지기 내부로 유입되기 전에 레이저를 통과하여 감지기의 신호보다 보

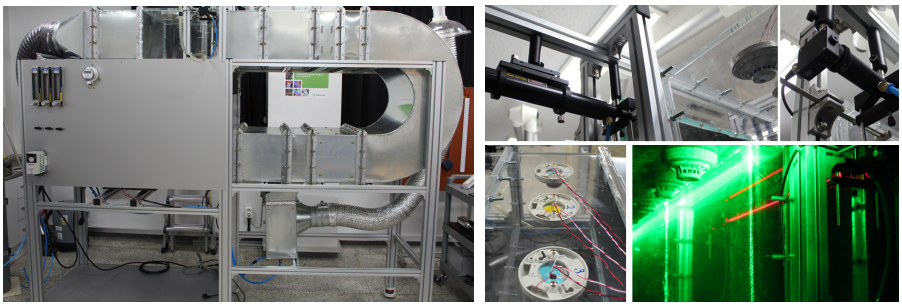

Figure 1. Direct photographies of FDE (fire detector evaluator).

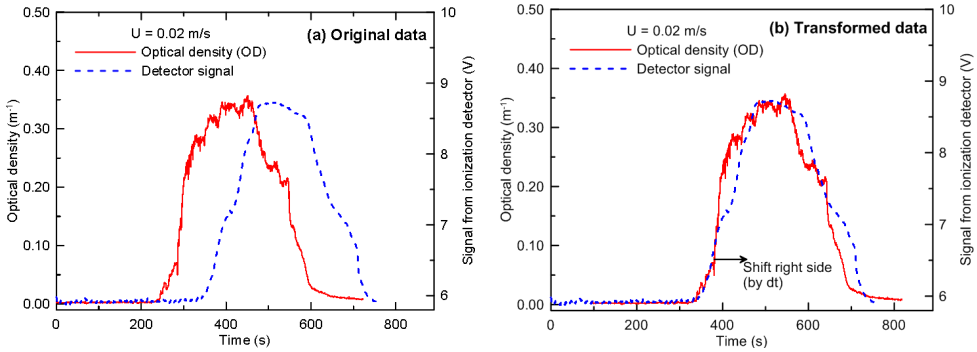

Figure 2. Comparison of the optical density and signal from ionization detector at the averaged flow rate of 0.02 m/s.

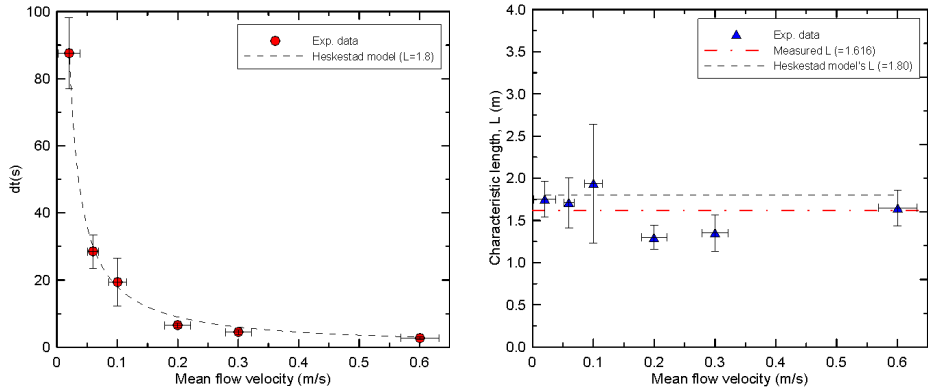

Figure 3. Comparisons of the time-delay and characteristic length between default value in FDS and present experimental data.

다 빠른 반응속도를 보이고 있다. 그림 2(b)는 두 신호의 초기 상승률이 같도록 광밀도(OD) 결과를 우측으로 이동시킨 그림이다. 이때 이동된 시간은 감지기의 시간 지연값으로, Heskestad 모델의 특성길이를 결정하기 위한 측정값이다.

Figure 3은 단면 평균 유속에 대한 시간 지연값을 도시한 결과이다. 기존의 FDS에서 제시되고 있는 Heskestad 모델의 특성길이를 고려한 수치는 dashed line으로 표현되었다. 측정된 시간 지연값은 Heskestad 모델의 L=1.8m 곡선과 정량적으로 매우 유사한 결과를 보이고 있다. 본 과제에서 샘플로 측정된 이온화식 연기감지기의 특성길이는 1.62m로 기존값과 약 10.2%의 차이를 갖고 있음을 알 수 있다. 향후 Heskestad 모델에 비해 보다 정확한 예측성능을 갖는다고 알려진 Cleary 모델에 대한 검토 및 보다 다양한 연기 및 열감지기의 물성측정이 시도될 예정이다.

감사의 글

이 논문은 2012년도 소방방재청의 차세대핵심소방안전기술개발사업의 지원을 받아 수행되었으며, 관계제위께 감사드립니다.