



# 국외의 FDS를 이용한 화재조사사례분석

권영진 · 김동은 · 서동구

호서대학교 소방방재학과

## A Research Survey on the Fire Investigation Case Study Using FDS in Foreign Country

Young Jin Kwon · Dong Eun Kim · Dong Koo Seo

Hoseo Univeristy

### 요 약

본 연구는 외국에서 수행된 FDS를 이용한 화재조사사례를 조사분석하여 그 문제점 및 개선방안을 정리하여 향후 국내에서 화재조사를 위한 FDS의 이용방안을 제시하는 것을 목적으로 수행하였다. 본 외국사례를 통한 케이스스터디와 실험적으로 국내의 주요가연물들에 대한 열특성데이터와 내외장재 및 창호등에 대한 열특성에 관한 DB를 분석하고 국내상황에 필요한 화재성장모형을 구축하여 화재조사에 적용할수 있도록 개선하는데 그 목적이 있다.

### 1. 서 론

최근 국내의 경우, PL법 및 민법의 실화책임법등의 제정에 따라 화재조사의 중요성이 급증하고 있으며 이에 따라 과학적 화재조사에 대한 요구가 큰 이슈로 대두되고 있다. 따라서 미국 NIST에서 개발된 FDS가 화재조사에 접목되고 있으나 국내 실정을 고려한 화재조사분야의 적합여부에 대한 평가는 체계적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다. 따라서 본 연구에서는 화재조사분야에 FDS가 사용된 사례를 조사하여 그 결과를 토대로 국내에서 FDS를 사용한 화재조사를 위한 개선방향을 도출하는데 그 목적이 있다.

### 2. FDS를 이용한 화재 조사 사례 조사

#### 2.1 Barbro Maria Storm et.al 의 「The use of simulation in fire investigation」

본 연구는 실물화재실험을 실시한후 온도 및 연기확산과정을 CFAST 및 FDS를 사용하여 화재조사를 위한 검증을 수행한 연구로서 FDS에 관한 내용을 중심으로 서술하면 성공적인 FDS의 화재조사를 위한 전제조건으로서는 다음 Table1, Table2, Table3 및 Table4에서 지적한 바와 같이 초기화재정보, 주변환경조건, 조건의 변화상황 및 시뮬레이션 사용자의 능력 등으로 나눌 수 있으며 전술한 4가지를 중요요소로 결론을 도출하였다.

**Table 1. Information Required About the Initial Fire**

Type of information	Information needed
Kind and model of object	HHR-curve[kW]
Placing in the room	xyz-coordinates and size[m]
Surface properties	for estimation of ignition and fire spread, and to choose a HRR-curve
Source of ignition	for estimation of time from ignition, to established and accelerating fire.
Item soot yield	for estimation of amoke production properties

**Table 2. Information Required About the Surroundings**

Type of information	Information needed
Geometric measurements	xyz-measurements of all rooms[m]
Estimation of temperatures	temperatures[°C], the position [m] and exposure duration of temperatures[s]
Estimation of smoke layer height	height and position[m]
Ventilation openings (doors, windows)	xyz-coordinates and size [m],[m <sup>2</sup> ]
Surrounding objects	could they have interfered at an early stage?

**Table 3. Information Required About External Disturbance**

Type of information	Information needed
Changed in ventilation	doors/windows opened/closed?
Fire fighting efforts	objects moved? water applied?

**Table 4. Information Required About the Program**

Type of information	Information needed
Strength and weakness of the programs	problems with certain geometric conditions? Suitable/unsuitable scenarios? Time-consuming?
Possible sources of error	general knowledge of the program
Sensitivity analysis	general knowledge of the program

## 2.2 Madzykowski,D et.al, 『Simulation of the Dynamics of the Fire at 3146Cherry Road NE』

그림1에 나타낸바와 같이 1999년 5월 30일에 발생한 다세대주택의 화재로 2명의 소방관이 순직하고 다른 여러명의 소방관이 상해를 입는 사고에 대하여 NIST에서는 FDS를 사용하여 시뮬레이션을 수행하고 시각화도구인 스모크뷰를 이용하여서 화재가 발생하는 동안 다세대주택에서 발생하는 화재양상과 열적조건을 보여주었다.

그결과 지하유리문의 개방은 매우 빠르게 화재의 열방출비율을 증가시켜 환기 지배형 화재로 유도시킴으로서 약 60초동안 플래시오버가 발생하였다. 지하에 전체적으로 퍼진 화재

는 높은 온도의 가스를 지하계산통로로 8m/s를 초과하는 속도를 가지고 상승시켰고 높은 속도의 가스유동은 열을 가진채로 산소가 희박해진 1층 거실로 유입된것을 해석할수 있음 으로서 소방관의 순직을 설명하는 열환경을 제시할수 있었다

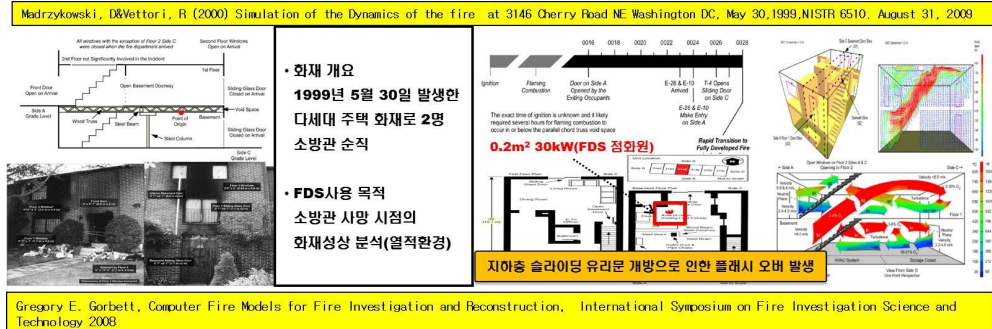


Figure 1. The Fire at 3146 Cherry Road NE of Summary

### 2.3 S. M. Olenick et.al 「 Revisiting the Michel Ledford Fire Incident」

1999년 10월 10일 버지니아주 드레프트에서 발생한 화재로 1살어린이가 사망하고 어머니가 부상한 화재로서 원인은 거실의 의자가 연소된 것에 기인한 사례이다. 초기조사 보고서에는 이유를 알수없는 것으로 단정하였으나 다음조사에서 남편의 방화로 결론내었다. 본연구는 본 사건과 유죄판결에 대한 증거를 재구성하는 데 목적이 있다. 조사는 NFPA921에 따라 진행되었고, 유리파손 및 연기감지, 유독가스생성 및 화재모델등의 중요성이 재인식된 사례이다. 그림 2는 레드포드아파트의 FDS모델링을 나타내었고, 그림3은 의자의 열방출률을 선정한 사례이며, 그림4은 화염확대와 유리파손시에 대한 화재성상을 도시한 것이다.

### 2.4 P.M. Kennedy et.al 「 Flashover and Fire Analysis」

플래시오버의 현상을 적절하게 이해하는 것과 이러한 것을 화재조사에 응용할수 있는 것은 발화원, 이유,화재성장등을 이해하는 데 매우 중요하나 일반적으로 화재조사를 수행하는 사람들중 플래시오버를 철저하게 이해하고 있는 사람이 매우 부족한 것으로 문제를 제기하고 있다. 최근에는 많은 연구를 통하여 플래시오버현상에 대한 정량적인 이해가 추구되고 있으나 아직 미해명인 부분이 많으므로 향후 화재조사에 임하는 사람들은 이러한 플래시오버현상을 명확하게 이해하여야 하는 것을 주장하고 있다.

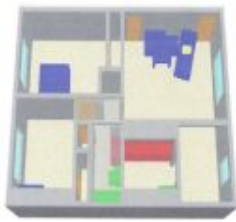


Figure 2. FDS model

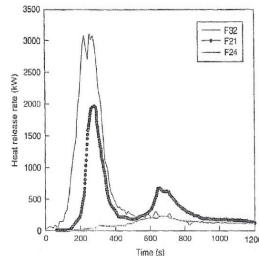


Figure 3. Heat release rate of a flaming upholstered chair

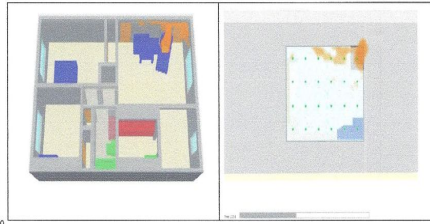


Figure 4. FDS model of flame development(left) and first window pane breakage at 225s(right) in Ledford apartment fire

## 2.5 기타

Zalosh는 화재조사를 위해서 백드래프트폭발현상에 대한 검토의 중요성을 강조하였고 Christensen는 FDS를 이용하여 3인의 피츠버그의 소방관의 사망원인에 미치는 일산화탄소의 농도와와의 관련으로 설명하였으며 G. E. Gobett는 화재조사를 위하여 화재모델을 사용하는 경우에는 우선 화재를 이해한후 타임라인분석과 피난대피분석 및 화재이후사항의 분석, 화재현상의 재현 그리고 많은 가설의 중요성을 강조하였고, 인풋데이터로서 구획부재 및 가연물의 정확한 크기, 피복소재의 특성, 초기화원 및 화재성장, 환기, 방화요소, 화재시의 변동내용, 사진을 통한 조사등의 중요성을 강조하였다.

## 3. 결 론

본연구를 통하여 FDS를 사용하여 화재조사시 주의할 사항으로서 초기화재정보, 주변환경 조건, 조건의 변화상황 및 시뮬레이션 사용자의 능력, 그리고 플래시오버와 백드래프트현상의 정확한 이해를 필요로 하고 있으며 또한 구획부재, 가연물, 환기(창호, 문)요소의 크기 및 상태, 현장조사시의 사진데이터와 더불어 수많은 가설의 설정등이 매우 중요한 요소임을 조사할수 있었다.

### 감사의 글

본 연구는 2011년 소방방재청 차세대 핵심소방안전기술개발 과제 1665005762 [NEMA-차세대-2011-3] 지원에 의하여 수행하였으며, 관계자들에게 감사드립니다.

### 참고문헌

1. J Forensic Sci, Jan. 2004, Vol. 49, No. 1, Paper ID JFS2003090-91, Available online at: [www.astm.org](http://www.astm.org), Angi M. Christensen,1 Ph.D. and David J. Icove,1 Ph.D., P.E. The Application of NIST Fire Dynamics Simulator, to the Investigation of Carbon Monoxide Exposure in the Deaths of Three Pittsburgh Fire Fighters
2. Interflam 2007. (interflam '07). International Interflam Conference, 11th Proceedings. Volume 2. September 3-5, 2007, London, England, PP. 1181-1192, 2007. RECONSTRUCTING THE STATION NIGHTCLUB, FIRE - COMPUTER MODELING OF THE FIRE GROWTH AND SPREAD, Nelson Bryner, Daniel Madrzykowski, and William Grosshandler. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland USA
3. NISTIR 6891, Community-Scale Fire Spread, Ronald G. Rehm, Anthony Hamins, Howard R. Baum, Kevin B. McGrattan, David D. Evans. Fire Research Division Building and Fire Research Laboratory, July 2002. U.S. Department of Commerce. Donald L. Evans, Secretary. National Institute of Standards and Technology. Arden L. Bement, Director. Proceedings of the California' 2001 Wildfire Conference: 10 Years After the 1991 East Bay Hills Fire, 2002