

미국의 건축물 화재안전 관리체계와 역할*

김꽃송이
건축도시공간연구소 연구원

우리나라 정부는 안전한 생활환경 구축을 위해 화재 안전 기준을 강화하고 지원제도를 마련하는 등 지속적인 노력을 시행하고 있으나, 여전히 화재로 인한 대규모 피해가 발생하고 있다. 2018년도 한 해 동안 일어난 화재사고는 총 4만 2,338건에 달하며, 사상자는 2,225명에 이른다. 이처럼 화재는 일단 발생하면 피해를 최소화하기 어렵기 때문에 모든 건축물에 화재 예방 및 대응을 위한 건축물 시설계획 및 유지관리제도 적용이 필요하다.

그러나 현재 국내 법·제도에는 안전관리대상에서 소외된 건축물이 다수 존재하며, 기존 건축물의 화재안전 수준이 고려되지 않아 시설기준 및 안전관리제도 적용에 한계가 있다. 반면 미국은 건축물 화재안전 수준 및 용도, 기존·신축건축물, 재실자 특성 등 다양한 여건을 고려한 화재안전 관리체계를 개발하여 효율적으로 화재안전 관리를 시행하고 있다.

따라서 이 글에서는 미국의 건축물 화재안전 관리체계와 역할을 살펴보고, 국내에 적용 가능한 시사점을 알아보고자 한다.

미국 건축물 화재안전 관리체계의 발전

미국은 테러나 산불과 고층건축물 화재 등 대형화재가 빈번히 발생하는 국가로, 정확한 화재발생 건수를 집계하는 것이 어려울 정도로 화재사고가 자주 발생한다. 1940년대 초 보스턴 코코아넛 그로브(Cocoanut Grove) 나이트클럽 화재(492명 사망), 시카고 라셀(LaSalle) 호텔 화재(61명 사망), 더뷰크의 캔필드(Canfield) 호텔 화재(19명 사망) 등에서 나타난 대규모 인명피해는 건축물 성능 강화에 대한 요구를 심화시켰으며, 화재안전 확보를 위한 건축규정 제정의 필요성을 강하게 제기시켰다. 미국은 이러한 사회적 분위기를 반영하여 건축물 화재안전 확보를 위

* 이 원고는 건축도시공간연구소의 2019년 기본과제인 '건축물 안전관리시스템 구축 및 제도화 방안 연구'의 연구 수행 중간 결과 중 일부를 발췌, 정리하여 작성되었음.

미국 건축물 화재안전 관리체계

미국 건축물 화재안전 관리체계 현황		적용대상	목적	역할
법규	IBC	모든 건축물	건축물 화재안전 시설계획기준 제시	건축물 시설계획기준으로 적용
	LSC 101	모든 건축물		
제도	FSES	5개 용도* 건축물	신축건축물 대안설계(안)의 화재안전성 평가	대안설계(안)이 LSC 101과 동등한 안전을 확보하는 것으로 평가될 경우, 대안설계(안)에 화재안전기준이 적용된 것으로 인정
	FireCast	뉴욕 내 모든 건축물	기존 건축물 화재위험도 우선순위 평가	화재위험도가 높은 기존 건축물의 구조보강 및 안전점검 계획 수립

* 기능이 복잡하여 화재안전법규 NFPA 101을 적용하기 어려운 5개 시설(의료시설, 교정시설, 숙박 및 요양시설, 업무시설, 교육시설)에만 적용됨
출처: ICC(2014, p.ⅱ) 간접인용; NFPA(2005, pp.1-3) 직접인용 및 재구성.

한 관리체계를 개발하기 시작하였다.

미국의 건축물 화재안전 관리체계는 크게 ①시설계획기준을 제시하는 건축규정(Code)과 ②대안설계(안)의 화재안전성을 평가하는 화재안전관리시스템, ③기존 건축물의 화재위험도 우선순위를 결정하는 화재위험도평가시스템으로 구분된다. 건축규정으로는 IBC(International Building Code)와 LSC(Life Safety Code) 101이 있으며, 화재안전관리시스템으로는 FSES(Fire Safety Evaluation System)가, 화재위험도평가시스템으로는 FireCast(뉴욕시)가 개발되어 있다. IBC와 LSC 101, FSES는 건축물의 계획·시공단계에서 설계지침으로 적용되며, FireCast는 기존 건축물의 유지·관리 단계에서 화재위험도 관리를 위해 활용된다.

미국은 정부부처에서 화재안전 법규 및 제도를 제정·소관하는 우리나라와 달리 공신력 있는 민간기관에서 화재안전 확보를 위한 건축물 규정 및 제도를 개발하며, 이러한 법·제도는 각 주에서 지역 여건에 따라 선택적으로 적용되고 있다. 대표적인 민간기관으로는 국제기준협회(International Code Council: ICC)와 전미방화협회(National Fire Protective Associate: NFPA)가 있으며, 민간기관은 자체적으로 개발한 규정 및 제도를 판매하여 기관 운영자금으로 활용한다.

화재안전 시설계획기준 제시: IBC, LSC 101

IBC는 미국에서 가장 널리 활용되는 화재안전 시설계획기준으로, 1997년 ICC에 의해 개발되었다. IBC는 3년마다 개정안이 공표되며, 주별로 적용하는 연도별 IBC 규정집(Edition)에는 차이가 있다. 개정되기 전 IBC를 적용하면서 일부 기준은 특별조항(special law)으로서 업데이트된 연도의 IBC를 적용하기도 한다. IBC 적용은 의무사항은 아니나, 대부분의 주는 IBC를 적용한 건축물에 한해 건축허가를 발급하도록 규정하여 IBC 적용을 유도하고 있다.

IBC와 국내 화재안전 규정의 가장 큰 차이점은 재실자 수(밀도)와 내화성능을 고려한 시설계획기준을 제시한다는 점이다. IBC 시설계획기준을 적용하기 위해서는 먼저 건축물 용도별 연면적당 수용 가능한 최대 재실자 수를 산정해야 한다. 예를 들어 도서관 열람실을 계획할 경우 50net당 1인이 있다고 가정하여 해당 공간의 총 재실자 수를 산정하고, 재실자 밀도에 따른 시설계획기준을 적용해야 한다. 또한 IBC는 건축자재 규격도 화재에 견딜 수 있는 내화성능 등급에 따라 다양하게 제시하는 등 화재위험도 수준을 고려한 기준을 마련하고 있다.

LSC 101은 NFPA에서 개발한 건축물 화재안전 규정으로, 주로 메디케어(Medicare)와 메디

케이드(Medicaid)를 실행하는 모든 의료시설의 가이드로 활용된다. LSC 101은 초기에는 팸플릿(Pamphlet) 형태의 'BEC(Building Exits Code)'로 개발되었으나, 규정 언어(Code Language)로 된 시설계획기준 제정이 필요해짐에 따라 1966년 BEC를 개정하여 LSC 101로 개발하였다. LSC 적용 여부는 미국 보건복지부(Department of Health and Human Services) 장관의 권한으로, 주마다 LSC 101 적용 여부에 차이가 있으며 지역 여건을 고려하여 LSC 101 규정집(edition)을 적용하고 있다.

LSC 101은 신축·기존 건축물을 구분하여 건축물 여건에 적합한 화재안전 시설계획기준을 제시한다는 점에서 주목할 만하다. 기존 건축물을 현행 규정대로 개선하기에는 상당한 시간과 비용이 소요되기 때문에, 기존 건축물의 여건을 고려한 시설계획기준을 제시하는 것은 합리적인 방안으로 볼 수 있다. 그리고 LSC 101을 적용하기 어려운 시설에 한해 규정의 대안으로 성능 위주의 대안설계 방법도 제시하는 등 시설 여건을 고려한 화재안전 확보방안을 마련하고 있다.

이처럼 미국의 건축물 화재안전 규정은 건축물 용도와 규모뿐만 아니라 재실자 수, 내화성능(건축자재, 구조), 기존·신축 건축물의 특성을 고려한 시설계획기준을 제시하며, 건축물 여건 및 사용

자 특성을 고려한 기준을 마련하고 있다는 점에서 국내 법규와 차별화된다.

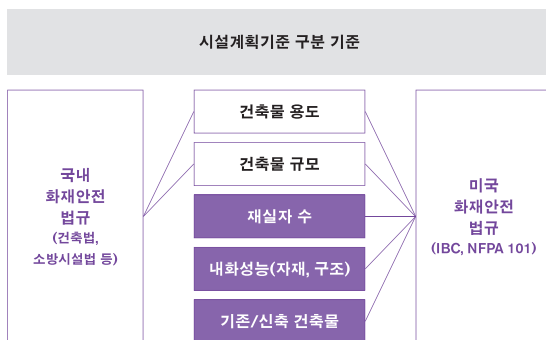
건축규정 적용이 어려운 용도 시설의 대안설계(안) 화재안전성 평가: FSES

FSES는 NFPA에 의해 개발되었으며, 다양한 기능이 복합되어 LSC 101을 적용하기 어려운 5개 용도 시설(의료시설, 교정시설, 숙박 및 요양시설, 업무시설, 교육시설)에 대한 대안설계(안)의 인정 여부를 결정하는 데 목적이 있다. 즉 FSES를 적용하여 대안설계(안)이 LSC 101 규정과 동등한 안전성을 확보하는 것으로 평가될 경우 해당 규정의 시설계획기준을 모두 반영하고 있지 않더라도 화재안전이 확보된 것으로 인정할 수 있다. 5개 용도시설을 제외한 건축물의 경우에는 LSC 101 준수가 권고된다.

FSES는 지수화된 산정식을 활용한 정량적 평가방법으로 화재안전성을 평가한다는 특징적이다. 평가방법의 기본구조는 평가범위 결정, 화재안전성 평가, 평가결과 도출의 3단계로 구성된다. 먼저 첫 번째로 화재안전성을 평가할 공간범위를 결정해야 한다. 두 번째로 화재안전성 평가를 위해 건축물 또는 재실자 특성을 고려하여 위험도 가중치를 산출하고, 화재안전평가지표(Safety Parameter)에 대한 안전성(Safety Parameter Values)을 평가해야 한다. 화재안전평가지표는 개별 시설계획요소로 구성되며, 건축물의 용도별로 지표의 구성에는 차이가 있다.

다음으로 화재안전평가지표를 다시 방화구획의 안전성(S1) 화재소화 안전성(S2) 피난 이동 안전성(S3) 일반 안전성(S4) 측면에서 평가하고, 이를 지수화하여 LSC 101과의 동등성 여부를 비교해야 한다. 지수가 양수(+)이면 LSC 101 규정에 적합한 수준으로 판명되지만 음수(-)가 나오면 규정에 적합하지 않은 것으로 평가된다. 그리고 이와 별도로 체크리스트로 구성된 화재안전 요구사항 워크시트를 평가한다.

국내외 건축법규의 시설계획기준 구분 기준



출처: 연구진 작성.

FSES 평가방법 및 절차의 기본구조

절차	평가방법		
평가범위 결정	1단계	시설용도 및 평가범위 확인	
화재안전성 평가	2단계	재실자 또는 시설 여건에 대한 화재 위험도 가중치 산출 ※ 해당단계는 의료시설과 교정시설에만 존재	정량평가
	3단계	화재안전평가지표(Safety Parameters)에 대한 개별 시설계획요소의 안전변수 값(Parameter Values) 결정	
	4단계	방화구획의 안전성(S1) 화재소화 안전성(S2) 피난 이동 안전성(S3) 일반 안전성(S4) 측면에서 화재안전평가 지표(Safety Parameters)에 대한 화재 안전성(Individual Safety Evaluations) 평가	
	5단계	지수화된 산식을 통해 NFPA 101과 동등한 안전성(Fire Safety Equivalency Evaluation)을 갖는지 평가	
	6단계*	체크리스트로 구성된 화재 안전 요구사항 워크시트(Facility Fire Safety Requirements Worksheet) 평가	정성평가
제도	7단계**	5단계와 6단계의 결과를 종합하여 최종 평가결과(Conclusions) 도출	

* 6단계는 체크리스트를 활용한 정성평가로 시행됨 ** 7단계는 기술위원회(Technical Committee)에서 결정
출처: NFPA(2006, pp.23-31, pp.41-49, pp.79-120, pp.134-141, pp.151-158) 직접인용 및 참고 재정의

위의 과정이 완료되면 마지막으로 NFPA 기술위원회(Technical Committee)에서 화재안전 평가값과 체크리스트 평가결과를 종합하여 대안설계(안)의 화재안전성을 평가한다. NFPA는 정량적 평가방법을 통해 도출된 화재안전 평가값도 중요하지만, 실제로 기술위원회에서 논의되는 정성적 결과가 더 중요하다고 강조한다.

FSES 적용에 대한 근거는 LSC 101에 명시되어 있으며, FSES의 목적 및 평가방법은 NFPA 101A(Guide on Alternative Approaches to Life Safety)에 기술되어 있다.

대안설계(안)의 화재안전성과 NFPA 101의 동등성 여부 판정을 위한 워크시트

					Yes	No
Containment Safety (S_1)	minus	Mandatory Containment (S_6)	≥ 0	$S_1 - S_6 = C$		
Extinguishment Safety (S_2)	minus	Mandatory Extinguishment (S_8)	≥ 0	$S_2 - S_8 = E$		
People Movement Safety (S_3)	minus	Mandatory People Movement (S_9)	≥ 0	$S_3 - S_9 = P$		
General Safety (S_4)	minus	Occupancy Risk (R)	≥ 0	$S_4 - R = G$		

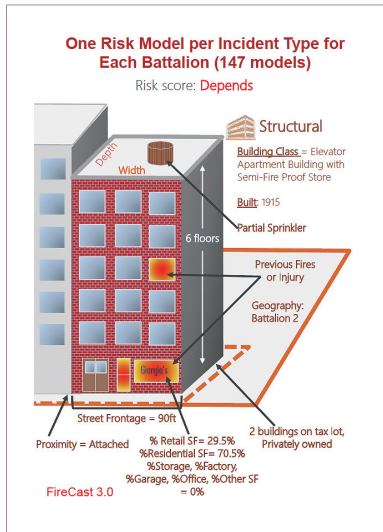
* 지수가 양수(+)면 LSC 101 규정에 적합한 수준으로 판명되지만 음수(-)가 나오면 규정에 적합하지 않은 것으로 평가

출처: NFPA(2006, p.29)

기존 건축물의 화재위험도 관리: 뉴욕 FireCast

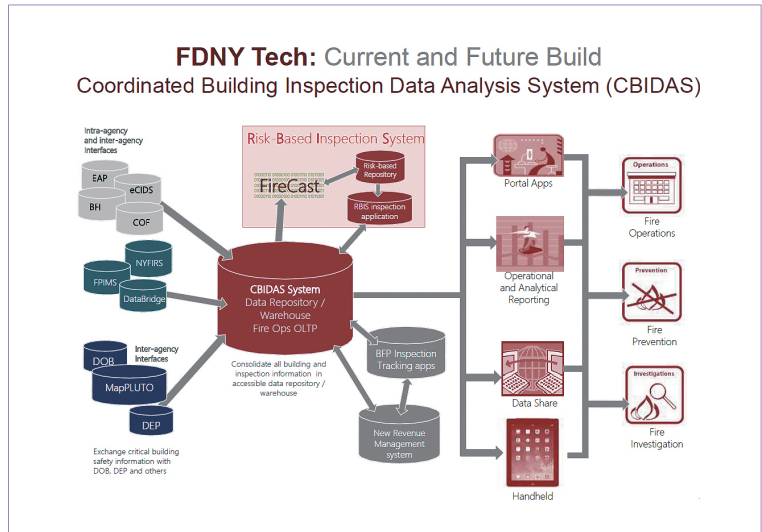
2007년 도이치은행 대규모 화재 발생 이후 기존 건축물의 화재안전 관리를 위한 제도의 필요성이 제기되자 뉴욕 소방청 FDNY(Fire Department New York)는 FireCast를 개발하였다. FireCast는 기존 건축물에 대한 데이터를 수집하여 화재위험도 우선순위를 도출하고, 위험도가 높은 건축물의 구조보강 및 안전점검 계획을 수립하여 화재안전을 효율적으로 확보하는 데 목적이 있다.

FireCast는 빅데이터 기반의 위험조사시스템인 RBIS(Risk Based Inspection System) 형태로 구축되었으며, 공공데이터 공유 플랫폼인 CBIDAS(Coordinated Building Inspection and Data Analysis System)를 통해 건축물 화재안전에 영향을 미치는 데이터를 수집한다. 데이터는 건축물 현황에 대한 정보뿐만 아니라 311 서비스(건축 관련 민원서비스) 요청 내용, FDNY 응답서비스 내용, 화재진압 결과, 안전점검 결과, 화재규정 위반사항, 날씨데이터 등 다양한 내용을 포함한다. CBIDAS를 통해 수집된 데이터들은 RBIS에서 화재 위험도를 계산하는 데 활용된다.



FireCast 3.0 수집 데이터 예시

출처: Woznica et al.(2014, p.16)



FireCast의 건축물 화재 위험도 우선순위 결정모델 CBIDAS

출처: Woznica et al.(2014, p.10)

FireCast 개발 이후 소방관들은 건물배치, 스탠드 파이프(standpipes)의 위치, 경보설비, 소화전 및 기타 건축물 주요 정보에 대한 데이터를 빠른 시간 안에 전송받음으로써 효율적으로 인명구조를 시행할 수 있게 되었다.

미국 건축물 안전관리 체계의 역할과 시사점

이와 같이 미국은 건축물의 화재위험도 수준 및 시설 여건을 고려한 기준 및 제도를 제시한다는 점에서 시사점이 있다. 미국은 건축물 및 재질자 특성에 따라 요구되는 화재안전 성능을 기반으로 시설계획기준을 수립하며, 다양한 상황에 적용 가능한 안전관리시스템을 개발하여 효율적으로 화재안전을 확보한다.

이러한 관점에서 국내에서도 현행 법·제도의 틀에서 화재안전 관리가 어려운 건축물의 유형 및 특성 파악하고, 이를 고려한 안전관리시스템을 모색할 필요가 있다. 시설 여건 및 화재안전 수준을 반영한 화재안전관리시스템이 마련된다면 합리적으로 건축물의 안전을 강화할 수 있을 것이다.

참고문헌

- 1 소방청 국가화재정보센터, 화재현황분석, 소방청, <http://nfdi.go.kr/dashboard/status.do>
- 2 Centers for Medicare & Medicaid Services. (2016). Medicare and Medicaid Programs; Fire Safety Requirements for Certain Health Care Facilities. Final Rule, Federal Register, 26872-26874.
- 3 ICC. (2014). 2015 International Building Code, iii, 153.
- 4 Woznica, J. et al. (2014). FireCast : Leveraging Data Science for Smart Fire Risk Mitigation, FDNY, 15-16.
- 5 Bloomberg, M. R. et al. (연도미상). FDNY Strategic Plan 2011-2013, FDNY, 8.
- 6 Roman, J. (2014). In Pursuit of Smart. NFPA Journal. <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/NFPA-Journal/2014/November-December-2014/Features/In-Pursuit-of-Smart>(검색일: 2019.6.28.)
- 7 O'Neill, D. et al. (2017). Big Data: Providing Fire Service and Emergency Response Communities with Tools to Predict and Respond, Homeland Security, <https://medium.com/homeland-security/big-data-providing-fire-service-and-emergency-response-communities-with-tools-to-predict-and-respond-fecacba466cc>(검색일: 2019.6.28.)
- 8 NFPA. (2005). NFPA 101. 2006 Edition. 1-3.
- 9 NFPA. (2006). NFPA 101A Guide on Alternative Approaches to Life Safety. 2007 Edition. 23-31, 41-49, 79-120, 134-141, 151-158.