

사무소 건축물의 화재안전성능 평가 모델



이 찬 식 교수
인천대학교 공과대학 건축공학과

1. 서론

화재안전성능은 화재에 대비하여 건축물에 요구되는 성능으로, 화재 발생시 재실자의 안전을 확보하기 위한 성능이라고 할 수 있다.

건축물의 화재안전성능을 평가하기 위해서는 건축물, 설비 및 그들의 운영과 유지관리 등을 포함한 종합적인 사항을 고려하여야 하지만, 본 연구에서는 건축물의 공간 계획적 측면과 소방설비에 초점을 맞추어서 연구를 수행하였다.

본 연구에서는 우리나라 사무소 건물의 화재안전성능을 체계적으로 평가할 수 있는 모델을 제시하고자 하며, 본 연구는 다음과 같은 절차와 방법으로 수행하였다.

(1) 국내·외 화재안전 관련 법규 및 Code, 성능평가 관련 자료를 참고하여 예비평가항목과 평가기준 등을 정리하였다.

(2) 문헌조사와 전문가 면담 조사를 실시하여 화재안전성능 평가항목을 선정하였다.

(3) 전문가를 대상으로 설문조사를 실시하여 평가항목의 가중치를 결정하였다.

(4) 국내외 기준 및 기존의 연구자료를 검토·분석하여 사무소의 화재안전성능 평가에 적합한 평가등급과 세부평가기준을 작성하였다.

2. 화재안전관련 법령 및 성능평가제도 고찰

우리나라는 건축법과 소방법에서 화재안전에 관한 사항을 규정하고 있으며, 기타 관련 법령으로는 재난관리법, 가스법, 산업안전보건법 등이 있다.

2.1. 건축법

‘건축법’은 건설교통부에서 제정·운영하고 있는 화재안전법령으로서 ‘직통계단의 설치’ (시행령 제34조), ‘피난계단의 설치’ (령 제35조), ‘옥외피난계단의 설치’ (령 제36조), ‘방화구획의 설치’ (령 제46조), ‘내화구조’ (령 제56조), ‘건축물의 내부마감재료’ (령 제61조) 등에 관해서 규정하고 있다. ‘건축물의 피난·방화 등의 구조기준에 관한 규칙’에서는 건축물의 피난·방화 등에 관한 기술적 기준을 정하고 있다.

2.2. 소방법

‘소방법’은 행정자치부에서 관장하는 화재안전법령으로서 소방대상물의 인위적·자연적인 화재 위험을 근원적으로 제거 또는 예방, 경계하고 화재 발생시 효율적으로 대처하기 위한 진압대책의 기준과 이를 시행하는 제도 및 행정적 절차 등 운용에 대한 내용을 규정하고 있다. 그 세부적인 내용은 Table 1과 같다.

Table 1. Korea Code for Fire Safety Protection

구분	건축관계법령 (건교부)					소방관계법령 (행자부)				
	법	시행령	시행규칙	피난규칙	고시	법	시행령	시행규칙	소방기술기준	고시
내화구조	○	○		○	○		○		○	
방화구조 방화구획		○		○			○		○	
방화벽	○	○		○					○	
방화재료		○		○				○	○	
방화설비				○						
방화시설						○	○	○	○	
방화문		○			○		○		○	
방화셔터 방화담퍼		○			○					
피난	○	○	○	○		○	○		○	
제연							○	○	○	

2.3. SG-Certi (Safety Guarantee Certification)
SGCerti는 매경 안전환경연구원에서 주관하고 있는 것으로, 건축물의 효율적인 안전관리와 안전제일 경영을 유도함을 목적으로 2000년 3월 작성, 시행하고 있다.

방재, 구조, 설비, 지진 등의 분야별로 건축물의 안전성을 평가하며, 1차 평가는 계획단계에서의 도면 검토를 통한 평가, 2차 평가는 시공단계에서 현장을 방문하여, 실제조사를 통한 평가, 3차 평가는 1차, 2차 평가를 종합하고, 평가위원들의 의견교환과 토론을 통해 최종등급을 결정한다. 평가 결과 80% 이상의 점수를 획득한 건축물에 대하여 안전보증건축물로 지정하게 된다. 평가는 방재·안전분야와 안전경영분야로 구분하여 시행하는데, 방재·안전분야는 피난안전성, 시스템안전성, 방·내화 안전성, 소방활동 용이성, 내진안전성 등에 대하여 평가하며, 안전경영분야는 사업주, 조직, 운영체계 등에 대하여 평가한다.

2.4. 외국의 화재안전 코드

1) 미국

NFPA(National Fire Protection Association :미국 방화협회)에서 지난 80년 동안 개발·운영 중인 101 인명안전코드(NFPA 101, Code for safety to life from fire in Buildings and Structures)는 총 42개의 장으로 구성되어 있으며 피난로, 방화시설, 건물 부대설비와 소방시설, 내장재 등에 대하여 규정하고 있다.

2) 일본

주택의 품질확보의 촉진 등에 관한 법률 제34조 주택성능표시기준에서는 화재시 안전에 관한 사항을 감지경보장치 설치, 피난안전대책, 탈출대책, 내화등급 등 4개로 분류하고 각 항목에 대하여 3-4단계의 등급으로 상태를 규정하고 있다.

3. 화재안전성능 평가항목의 선정

국내의 관련 법령 및 외국 Code를 참조하고, 전문가에 대한 면담조사를 통하여 화재안전성능 평가항목을 방호공간의 성능, 방화구획의 적정성, 피난안전성, 배연설비, 소방설비로 구분하였다.

평가항목은 평가목적에의 부합여부, 평가항목의 중요도, 평가의 용이성, 객관적 평가가능성 등을 고려하여 설정하였으며, 대분류 항목별 중분류 및 세부평가항목은 Table 2와 같다. 국내 법에 규정되어 있더라도 중요도가 낮거나 시간과 비용측면에서 평가가 곤란한 항목은 제외하였다.

중분류인 수직피난시설(피난계단)의 내화구조 여부와 내장재료에 대한 평가는 대분류인 화재안전성 항목의 내화구조, 방화·방염재료의 성능에서 평가하도록 하였다.

세부평가항목인 '2방향피난확보'에 대해서는 평가가 곤란한 경우 '피난시간'과 '체류면적'으로 대체 평가하도록 하였다. 피난시간 및 체류면적에 대한 사항은 국내법에는 규정되어 있지 않으므로, 일본건축

기준법에서 제안한 식과 계산방법을 이용하여 평가하도록 하였다.

Table 2. Assessment Element for Fire Safety Protection

대분류	중분류	세부 평가항목
방호 공간의 성능	내화구조	1 내화구조 여부
		1-1. 건축물 부위별(벽,보·기둥,바다,지붕,계단)소요내화시간
	방화·방염 재료의 성능	2 내장재료의 성능 3 방염재료의 성능
방화 구획의 적정성	면적별 구획	4 내화구조의 벽,방화문,자동방화셔터 성능/상태
	층별 구획	5 내화구조의 바닥 및 스펀드럴 등의 성능
	수직관통부 구획	6 내화구조의 벽,방화문,자동방화셔터의 성능/상태,관통부 충전상태
	용도별 구획	7 내화구조의 벽,방화문
피난 안전성	피난 용이성	8.2방향 피난 확보
		81. 피난시간
		82. 체류면적
		9 피난 유도 표지 상태
		10. 피난경로의 조명 상태
		11. 옥상 대피 용이성
	수평 피난시설 (피난통로)	12 피난보행거리
		13. 피난통로의 천장 높이
		14. 피난통로의 너비
	수직 피난시설 (피난계단)	15. 피난통로상의 장애물 여부
		16. 출입문 이격거리
		17. 계단의 유효너비
	피난시설 등	18. 피난계단의 구조
		19. 방화문
		20. 화재감지시스템
21. 피난기구,인명구조기구,유도등 및 유도 표지,비상조명등 및 휴대용비상조명등		
		22 소방차 진입 용이성

대분류	중분류	세부 평가항목
피난 안전성	피난 및 특별피난 계단	23. 피난 및 특별 피난계단
		지하층의 구조 및 설비
	25. 비상탈출구의 위치	
	26. 피난통로의 유효너비	
	27. 피난장애물 여부	
환기통	28. 환기통 설치여부 및 정상작동여부	
배연 설비	배연설비 등	29. 배연설비의 설치여부 및 정상작동여부
		30. 배연장의 성능
소방 설비	소화 설비 및 시스템성능	31. 소화기구,옥내소화전설비,스프링클러설비, 물분무 등 소화설비, 옥외소화전설비
	경보 설비 및 시스템성능	32. 비상경보설비,비상방송설비,누전경보기, 자동화재탐지설비,자동화재속보설비, 가스누설경보기
	소화용수설비 및 시스템성능	33. 상수도소화용수설비,소화수조·저수조 그밖의 소화용수설비
	소화활동설비 및 시스템성능	34. 제연설비,연결송수관설비,연결살수설비, 비상콘센트설비,무선통신보조설비, 연소방지설비

세부 평가항목 1-1 ‘건축물 부위별 소요내화시간’은 ‘건축물의 피난·방화구조 등의 기준에 관한 규칙’ 제2조(내화구조)에서 지정한 이외의 구조로서 건설교통부 고시 제2000-93호 ‘부위별 소요내화시간’에 의해 평가한다.

대분류 ‘소방설비’는 소방법 제24조(소방시설의 정의)에서 규정하고 있는 사항으로서 준공검사시 설치 여부를 점검받으므로, 단순한 설치여부보다는 시스템의 적정성, 실제작동 여부 등을 평가한다. 소방설비 중 피난시설에 대한 평가는 항목간의 연계성을 고려하여 대분류 ‘피난안전성’에서 평가하도록 하였다.

4. 평가항목의 가중치 산정

화재안전성능 평가항목별 가중치는 평가목적이나 평가결과의 활용 목적 등에 따라 다르게 부여될 수 있다. 본 연구에서는 화재안전성능 평가항목의 가중치를 객관적으로 제시하기 위하여, 전문가를 대상으로 계층적 의사결정 기법(AHP, Analytical Hierarchy Process)을 적용한 설문조사를 실시하였다.

2002년 1월 21일~2002년 2월 25일에 걸쳐서 대학, 연구소, 관련업체 등에 재직중인 관련 전문가를 대상으로 조사를 실시하였으며, 총 24부를 회수하여 가중치 산정에 이용하였다. A/P 기법은 각 분류단계의 항목들을 모두 개별적으로 쌍 비교 (Pair Comparison)함으로써 각 항목들의 Weight (가중치)를 도출하게 되며, 조사·분석한 결과는 Table 3과 같다.

Table 3. Weight for Assessment Element of Fire Safety Protection

대 분류		중 분류	
항목	가중치	항목	가중치
방호공간의 성능	0.25	내화구조	0.65
		방화방염재료의 성능	0.35
방화구획의 적정성	0.10	면적별 구획	0.20
		층별 구획	0.15
		수직관통부 구획	0.40
		용도별 구획	0.25
피난안전성	0.25	피난용이성	0.20
		수평피난시설	0.20
		수직피난시설	0.30
		피난시설 등	0.10
		지하층의 구조 및 설비	0.20
배연설비	0.10	배연설비 등	0.65
		배연창의 성능	0.35
소방설비	0.30	소화설비 및 시스템 성능	0.40
		경보설비 및 시스템 성능	0.30
		소화용수설비 및 시스템 성능	0.10

5. 화재안전성능 평가기준 및 평가방법

5.1. 성능 평가기준

건축법과 소방법에서 명시하고 있는 사항과 미국의 NFCC(National Fire Code), UBC(Uniform Building Code), 일본의 건축기준법 등에서 규정하고 있는 내용을 참조하여 평가기준을 작성하였다. 평가등급은 원칙적으로 A, B, C, D의 4단계로 나누고, 현행 법규나 기준을 만족하

는 경우는 B등급으로, 법규 및 기준을 30%이상 상회하는 수준을 A등급으로, 현행 법규는 만족하지 못하지만, 건축 당시의 법규는 만족하면서 안전에 큰 문제가 없는 경우는 C등급으로, 그 이하는 D등급으로 판정한다. 4단계의 평가가 곤란한 평가항목은 2-3단계로 평가하도록 기준을 작성하였다. 평가등급의 일반적인 기준은 Table 4와 같다.

가능한 한 정량적으로 평가할 수 있도록 기준을 작성하였으며, 정량적 평가가 곤란한 경우에는 정성적인 평가기준도 제시하였다.

Table 5는 '2방향 피난확보'에 대한 평가기준을 예시한 것이다.

Table 4. Assessment Criteria

평가 등급	평가 기준	성능 점수
A	현행 법규나 기준을 상당히 상회하는 수준	5
B	현행 법규나 기준과 동일하거나 약간 상회하는 수준	4
C	현행 법규나 기준에 약간 미달하지만, 5.1.2 평가기준에 2방향 피난확보 안전성	3
D	현행 법규나 기준에 상당히 미달하는 수준	2

평가 등급	평가 기준	성능 점수
A	거실 및 복도에 2방향 이상의 피난이 가능하고 막다른 복도의 길이가 10m 이내	5
B	거실 및 복도에 2방향 이상의 피난이 가능하고 막다른 복도의 길이가 15m 이내	4
C	거실 및 복도에 2방향 이상의 피난이 가능하고 막다른 복도의 길이가 18m 이내	3
D	평가항목에 대하여 가장 평가하여 등급을 결정하고, 불이 상회하는 성능점수를 부여하는 방식으로 평	2

가를 진행한다. 본 연구에서 제시한 화재안전성능의 세부평가항목의 수가 다소 많은 점을 고려하고 용이한 평가를 위하여 하나의 중분류에 속한 하위 세부평가항목들의 가중치는 동일하다고 가정하고 세부평가항목들의 점수를 산술평균해서 해당 중분류 항목의 성능점수를 산정하도록 하였다. Table 3에서 제시한 중분류 항목의 가중치와 해당 항목의 성능점수를 고려한 가중합(Weighted Sum) 방법으로 대분류 항목의 성능점수를 구하고, 동일한 방법으로 대분류 성능점수와 가중치를 바탕으로 화재안전성능의 최종 성능점수를 산정한다.

다만, 화재의 특성상 어느 하나의 항목에 대한 평가 결과가 현저하게 낮은 경우 재실자의 안전 확보가 극히 어려워진다는 사실을 고려하여, 특정 항목에서 D등급으로 평가될 경우 전체 화재안전성능을 D등급으로 평가하도록 하였다.

6. 사례적용연구

6.1. 대상건축물의 개요

- 소재지 : 서울시 강남구 역삼동
- 용도 : 점포 및 사무용
- 준공년월 : 1994년 6월
- 건물규모 : 지상 4층, 지하 1층
건축면적 198.46㎡, 연면적 1,097.27㎡
- 구조형식 : 철근콘크리트 구조

본 연구에서 제안한 사무소 건물의 화재안전성능 평가모델의 적용가능성을 검토하기 위하여 사례연구를 실시하였다. 연구대상으로 선정된 건물은 서울에 위치한 사무용 건물로써, 지상 4층, 지하 1층의 철근콘크리트조 건물이었다. 지하 1층은 점포와 지하주차장으로, 지상 1층은 점포와 주차통로로, 2층 이상은 사무실로 사용하고 있었다.

6.2 연구방법

사례적용연구는 다음과 같이 수행하였다.

- ① 대상건축물의 개괄적인 상태를 파악하기 위하여 설계도서 및 시방서를 조사분석하였다.
- ② 현장조사를 위한 평가표를 작성하였다.
- ③ 현장조사를 실시하고 평가표에 조사결과를 기입하였다.
- ④ 평가표 형태로 작성한 현장조사 결과를 분류·평가하였다.
- ⑤ 위의 결과를 이용하여 본 연구에서 제시한 평가 기준에 따라 성능점수를 산정하고 평가등급을 결정하였다.

6.3. 등급판정 및 논의

사례연구 대상시설은 바닥면적이 198.46㎡로 방화구획 적용대상이 아니므로 중분류인 '방화구획의 적정성' 평가는 제외하였으며, 방화구획의 적정성 평가점수는 화재안전성, 피난안전성, 배연설비, 소화설비의 평균점수를 적용하였다.

대상시설은 현행법규나 기준에는 다소 미달하나, 안전에는 큰 문제가 없는 수준인 C등급으로 판정되었다. 그러나, 건축물의 사용중에 임의의 간막이벽 설치, 배선 등으로 인한 출입구 개폐의 불편, 옥상통로계단의 노후 등의 문제점이 지적되었다.

Table 6은 평가결과중 '피난안전성' 평가의 일부를, Table 7은 종합평가결과를 보여주고 있다.

중분류 항목중 '면적별 구획', '용도별 구획' '지하층의 구조와 설비', '배연설비' 항목을 삭제하고 가중치를 일부 조정하여 공동주택에 대하여 사례연구를 실시한 결과, 본 연구에서 개발한 평가모델의 활용가능성을 확인할 수 있었다.

Table 6. Assessment Result for Evacuation Safety Performance(a part)

대분류	중분류	가중치 (a)	세부 평가항목 A	평가등급			성능점수					
				B	C	D	세부	중분류	대분류			
				5	4	3	2	항목	항목	$\sum(a \times b)$		
피난 안전성	피난용이성	0.20	2방향 피난 확보		○			4	3.0	0.60		
			유도표지상태				○	3				
			피난경로의 조명상태				○	3				
			옥상대피용이성				○	2				
	수평 피난 시설	0.20	피난 통로	피난보행거리		○			4	3.25	0.65	3.38
				피난 통로의 천장 높이		○			4			
				피난 통로의 너비 및 너비의 변화				○	2			
				피난 통로의 로상의 피난 장애물 여부				○	3			
				출입문 이격거리	NA							
	수직 피난 시설	0.30	피난 계단	계단의 유효 너비		○			4	3.0	0.90	
				피난 계단의 구조				○	2			
				방화문				○	3			

(주) 중분류인 '피난시설' 과 '지하층의 구조 및 설비' 평가표는 생략

Table 7. Overall Assessment Result

대분류	가중치	성능평가점수	화재안전성능 점수
방호공간의 성능	0.25	3.91	3.1125(62.21) C등급
방화구획의 적정성	0.10	3.43	
피난안전성	0.25	3.38	
배연설비 등	0.10	3.00	
수방설비	0.30	2.15	

본 연구에서는 사무소 건물의 화재안전성능을 객관적으로 평가할 수 있는 모델을 개발하였으며 주요한 내용은 다음과 같다.

우리나라 건축법 및 소방법, 미국의 NFPA의 NRC IBC 등의 기준을 참조하고, 기존의 성능평가 모델을 검토·분석하여 예비평가항목을 추출하고 이를 토대로 전문가를 대상으로 면담조사를 시행하여 최종 평가항목을 선정하였다. 선정된 34개의 세부평가항목은 16개의 항목으로 중분류하고, 이를 다시 방호공간의 성능, 방화구획의 적정성, 피난안전성, 배연설비, 소방설비 등 5개의 대분류항목으로 범주화하였다.

평가항목의 중요도는 AHP 기법을 적용하여 산정하였으며, 우리나라의 건축법과 소방법, 외국의 관련 기준 및 Code 을 참조하여 평가기준을 작성하였다. 평가항목의 등급에 따른 성능점수는 가중합 방법으로 집계하여 화재안전성능을 최종적으로 판단할 수 있는 방법을 제시하였고, 사례연구를 통하여 평가모델의 타당성을 검증하였다.

본 연구에서 제시한 화재안전성능 평가항목과 가중치는 사무소 건물의 화재안전성능을 객관적으로 평가하는데 사용될 수 있을 것으로 생각되며, 평가목적 및 평가자의 판단에 따라 가중치를 적절히 조절하여 적용할 수 있을 것이다. 일부 평가항목과 평가항목간 가중치를 조정하면 사무소 건물 이외의 타용도 건축물에도 적용이 가능할 것으로 판단된다.

본 연구는 사무소 건축물의 화재 안전성능을 평가할 수 있는 Prototype적인 모델을 제시한 것으로, 사무소 건축물의 성능에 대한 객관적인 평가결과와 해당 건축물의 화재 성향에 대한 관련성을 정확하게 분석하여 모델의 신뢰도를 제고할 필요가 있다.