

교육시설 재난사고 실태 분석에 따른 재난안전 평가 방향에 관한 연구

A Study on the Disaster Safety Assessment on the Analysis of Educational Facilities due to Disasters

허 병 이* 김 성 중**

Heo, Byung-Iee Kim, Sung-Joong

Abstract

Even though newly formed schools do struggle to strengthen their security in safety, existed schools have limitations for active response against natural disaster. From analyzing the results of accident cases and states in misfortune and the safety supervision of school facilities, it is said that damages by wind, flood and fire are typical types of disaster accidents. Also, according to the basic law of misfortune and the safety supervision, it emphasizes education, training, and actions that prevent from being a victim of natural disaster. In terms of these finding, establishing disaster safety organization, control system and having students an opportunity to learn how to response against disaster should be critical component in managing disaster safety of school facilities.

키워드 : 재난, 교육시설, 위험요소, 안전성,

Keywords : disaster, school facilities, risk, safety of school facilities

I. 서론

I-1. 연구의 배경 및 목적

학교는 학생들이 생활하는 주요한 공간이며 학생들이 쾌적한 학교생활을 위해서는 안전한 환경구축은 필수적이라 할 수 있다. 교육시설에서 학생들의 안전을 위협하는 재난사고가 빈번히 발생하고 있다. 최근 신설되는 학교들은 이러한 안전성 확보를 강화하고 있으나 기존학교의 경우 이를 적극적으로 대응하는데 있어 한계성을 지니고 있다. 이에 안전하고 쾌적한 학교환경 구축을 위해서 교육시설에

내재되어 있는 위험요소를 파악하여 이를 사전에 대처할 수 있는 방안이 필요한 실정이다.

이에, 본 연구에서는 재난사고 사례 실태를 분석하여 사고 유형 및 특성을 분류하고 안전성 확보를 위한 학교시설 재난안전 평가방향 및 평가기법 개발을 위한 주요 자료로서 제시하고자 한다.

I-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 학교시설에 있어서 재난안전에 대한 개념을 고찰한다.

둘째, 우리 나라 교육시설의 환경에 대한 실태를 조사하여 교육시설의 위험도를 비롯한 안전환경에 잠재된 위험요소를 도출한다.

셋째, 재난 사고 사례 실태 분석을 통하여 기존 교육시설의 재난 관련 특성을 파악하고 특성별 분류를 통하여 유형을 설정한다.

* 인천대학교 도시건축학부 교수, 공학박사

** 인천대학교 도시건축학부 강사, 공학박사

본 논문은 인천대학교 2012년도 자체연구비 지원에 의하여 연구되었음.

넷째, 조사된 위험요소를 기초로 효율적인 재난 안전 평가 방향을 설정하되 이를 정량적으로 평가할 수 있는 객관적이고 과학적인 위험성 평가인자를 도출한다.

이를 위해 관련 연구문헌의 내용을 중심으로 정리하여 분석하도록 한다.

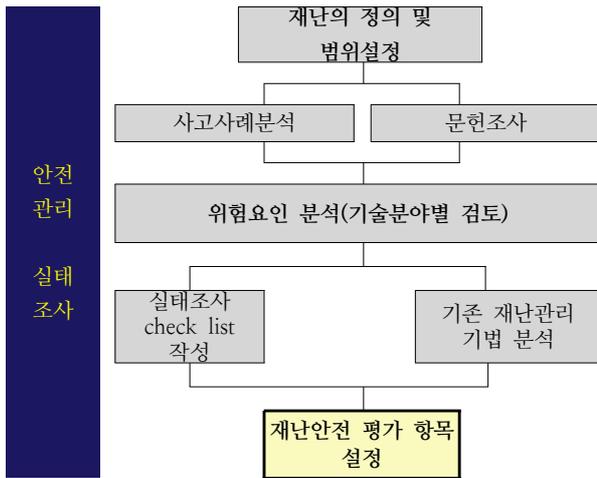


그림1. 재난안전 평가 연구 방법

II. 이론적 고찰

II-1. 재난의 정의

재난(disaster)의 일반적인 개념은 불길한 모습을 상징하는 라틴어에서 유래된 것으로 "하늘로부터 비롯된 인간의 통제가 불가능한 해로운 영향"이라는 의미를 가지고 있다. 즉 자연 현상과 그로 인해 비롯된 피해 등의 자연적 재난으로 해석되었다. 그러나 문명의 발달로 인한 기계적, 인위적 재난의 성격이 부각되면서 현재 재난의 의미는 자연재난에 인위 재난을 더한 포괄적인 의미로 쓰이고 있다. 재난의 개념은 다의적이어서 학자에 따라, 법률상 정의에 따라 다양하게 사용되고 있으며, 다양하게 분류되고 있고 시대와 사회 환경의 변화에 따라 유동적으로 인식되고 있다.

이처럼 재난에 대한 정의는 다양할 수 있겠으나 일반적으로 자연현상이나 인간의 행위가 원인이 되어 생활환경이 불리한 방향으로 급작스럽게 변화하거나 그 영향으로 인하여 인간의 생명과 재산에 단기간 동안 많은 피해를 주는 현상으로 정의할 수 있다. 최근에는 기존의 재난 개념 위에 재산과 인명 피해 등과 같은 피해 규모로 정의하는 물리적인 정의 개념과 지역사회 충격과 혼란 상태 등 사회 영향력의 관점인 사회적인 정의가 더해지고 있는 추세

이다.

II-2. 재난의 특성

Comfort(1998)는 재난의 특성으로 상호작용성, 불확실성, 복잡성 등 3가지를 제시하고 있으며, 여기에 Turner는 재난의 비가시적인 특성을 나타내는 누적성과 인지성을 추가적으로 제시하고 있다. 따라서 재난의 특성을 5가지로 살펴보면 다음과 같다.

1) 상호작용성

상호작용성이란 실제로 재난이 발생한 경우 재난 자체와 피해주민 및 피해지역의 기반시설이 서로 영향을 미치면서 여러 가지 사건이 전개될 수 있다는 것을 의미한다. 이러한 상호작용성의 양상에 따라 동일한 규모의 재난이 발생하더라도 피해의 형태 및 규모는 매우 다양하게 나타날 수 있다.

2) 불확실성

불확실성은 안전관리문제에 내재하는 주된 특성으로 재난이 발생할 때 그로 인하여 일정한 유형의 피해가 초래된다는 사실은 알려져 있지만 실제로 재난이 발생할 확률, 규모 및 시기가 사전에 알려지지 않는 상태를 말한다. 불확실성은 다른 특성과 달리 재난의 전 과정에 걸쳐 나타난다는 것이 중요하다.

3) 복잡성

복잡성이란 불확실성과 상호작용성의 산물로 이 두 요인이 복합적으로 작용하기 때문에 행정체계가 처리해야 할 업무를 사전에 전부 파악하는 것이 거의 불가능하다는 것이다. 복잡성은 재난 자체의 복잡성과 재난 발생 후 관련된 기관들 간의 관계에서 야기되는 복잡성으로 나눌 수 있다. 재난자체의 복잡성의 경우 재난의 강도, 규모, 최초 사건과 관련된 다른 재난으로 나누어 볼 수 있다.

4) 누적성

누적성은 갑작스럽게 돌발적으로 발생하는 것이 아니라 가시적 발생 이전부터 오랜 시간동안 누적되어 온 위험요인들이 특정한 시점에서 표출된 결과라고 할 수 있다. 즉 비가시적으로 누적되고 있는 위험발발요인이 재난을 발생시키는 중요한 요인이다.

5)인지성

인지성이란 각 사람마다 인지능력의 차이가 있으며, 인지적 능력의 차이에 의해서 동일한 사고나 사건을 어떤 사람은 단순한 일상적 사고라고 생각하지만 어떤 사람은 대재앙으로 인식한다는 것이다. 즉 위험에 대한 객관적인 사실과 주관적인 인지의 불일치가 있게 된다는 것이다.

II-3. 재난의 분류

우리나라의 법체계에서 재난 분류는 발생 원인으로 구분하고 있는데 자연 현상에 의해 발생하는 자연재난, 인간의 부주의, 무관심, 실수 그리고 사후관리의 불충분함으로 인한 인위적 또는 기술적 요인에 의한 인적재난, 국가기반시설의 마비 등 사회질서 파괴를 목적으로 하는 범죄적 성격의 사회재난 등이 있다.

1) 자연재난

자연재난은 홍수, 태풍, 지진, 가뭄, 폭염, 황사 등과 같이 자연 현상에서 기인한 재난으로 고전적 의미의 재난은 주로 자연재해를 지칭하였다.

2) 인적재난

인적재난은 인위적으로 완전히 근절시킬 수 없는 기술의 부족으로 인하여 재해와 기술의 활용과정에서 부주의로 인해 나타날 수 있는 재해 등을 총칭하여 인위적 혹은 기술적 재난이라고 한다.

3) 사회재난

사회재난은 에너지, 통신, 교통, 금융, 의료, 수도 등 국가기반체계의 마비와 전염병 확산 등으로 인한 피해를 말한다. 사회재난은 인간에 의해 발생한다는 점에서는 인적재난과 유사하지만, 인적재난이 기술적인 실수나 부주의, 무지, 무관심에서 비롯되는 반면에 사회재난은 고의성과 의도성, 즉 종교적, 정치적, 이념적인 목적 달성을 지닌다는 점에서 차이가 있다. 본 연구에서는 학교라는 공간적 범위를 고려하여 재난을 자연적 재난과 인적·사회적 재난으로 분류하되, 자연적 재난 중 풍해, 지진, 수해, 설해와 인적·사회적 재난 중 화재, 붕괴를 포함하도록 한다.

III. 학교시설 재난안전 실태분석

III-1. 학교시설과 재난안전

학교는 교육활동이 이루어지는 공간으로의 역할이 강조되어 그 외의 부분에 대한 고려가 부족하며, 특히 90년대 이전에 축조된 학교에서는 최대 활하중에 대한 미대비와 비내진 구조로 축조되어 건물의 안정성에 문제가 될 소지가 있으며, 스프링클러, 최신 경보·차단기 등 각종 설비 시스템이 낙후되어 있거나 부족하여 재난 예방에 취약함을 노출하고 있다.

학생들은 어른들에 비해 활동량은 많지만 주의력, 판단력 등의 사고력은 떨어지고 신체적으로 미성숙한 상태이므로 위험 인지 능력, 위험 회피 능력, 위험 대처 능력이 매우 부족하여 재난 사고발생 시 더 큰 피해가 예상된다. 따라서 학교에서 재난 사고가 발생할 시에는 인적, 물적 피해가 크고 사회적인 물의가 예상되는 곳이므로, 안전이 가장 우선 고려되어야 한다.

표1. 학교시설의 재난안전특성

분류	특성
시설적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 스프링클러, 경보, 차단 최신 설비 시스템 등 재난 대비 예방 시설의 부족 90년대 이전 신축된 학교 시설군의 비내진구조 등 구조적 취약
사회적 측면	<ul style="list-style-type: none"> 사회 현상이나 주변 여건을 고려한 중심 시설 재난 사고시 학생들의 피해와 직결되어 사회적 영향력이 큰 시설
사용자 측면	<ul style="list-style-type: none"> 정신적, 신체적 미성숙한 학생들의 주 생활 공간 학생들의 위험 인지, 회피, 대처 능력 부족으로 재난사고 발생시 인적 피해가 타 건물군에 비해 현저히 높은 시설

III-2. 학교시설의 안전점검 분석

교육시설의 안전관리체도가 도입된 배경은 1990년 이후 대형공공시설의 안전사고 발생으로 국민의 생명과 재산에 위협요소가 상존하게 되어 정상적인 국민경제활동까지 위축시키고 있어 이를 근본적으로 개선하고 시설물의 기능을 향상시키기 위하여 안전점검 및 유지관리에 관한 업무를 체계화하고 시설물의 관리자 등에게 유지관리의 의무와 책임 등을 부여하는 내용을 담아 시설물의 안전관리에 관한 특별법을 1995년에 제정·공포하였다.

이 특별법의 안전점검의 실시(법 제6조)에 의하면 학교시설물은 기능 및 안전을 유지하기 위하여 안전점검 및 정밀안전 진단지침에 따라 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하여 실시하게 되어 있다. 정밀안전진단을 실시한 경우에는 상태평가 및

안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 시설물별 세부지침의 종합등급 결정방법에 따라 표2와 같이 시설물 종합평가등급을 분류한다.

표2. 시설물의 종합평가등급

등급	시설물의 상태 및 안전성
A	문제점이 없는 최상의 상태
B	보조부재에 경미한 결함이 발생하였으나 기능발휘에는 지장이 없으며 내구성 증진을 위하여 일부의 보수가 필요한 상태
C	주요부재에 경미한 결함 또는 보조부재에 광범위한 결함이 발생하였으나 전체적인 시설물의 안전에는 지장이 없으며 주요부재에 내구성, 기능성 저하방지를 위한 보수가 필요하거나 보조부재에 간단한 보강이 필요한 상태
D	주요부재에 결함이 발생하여 긴급한 보수·보강이 필요하며 사용제한 여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위협이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

<표 3-3>는 2010년 해빙기 전국의 초·중등학교 건물을 대상으로 안전점검을 실시한 결과로 재난위험시설에 해당하는 D, E급으로 판정된 시설물이 전체 건물의 0.17%, 중점관리대상시설에 해당하는 C급으로 판정된 시설물이 2.04%인 것으로 나타났다. 비율로만 보면 낮아 보이지만 D, E급 건물수는 115개, C급 건물수는 1,351개로 적지 않은 규모이며, 한 번 사고가 발생할 때 학교시설의 특성상 어린 학생들이 사고를 당할 우려가 높고 복구하는 비용 또한 무시하지 못할 액수이기에 노후화 된 학교시설물의 체계적인 사전점검 및 유지보수를 통하여 건물의 결함으로 인한 사고를 예방하는 것이 시급하고 할 수 있다.

표3. 초·중등학교 재난위험시설 지정 현황

구분	총 보유 건물수	재난위험시설			중점관리 대상시설		안전건물	
		E급	D급	계	C급	B급	A급	계
계	66,373	2	113	115	1,351	37,344	27,563	64,907
비율	100%	0.003%	0.17%	0.17%	2.04%	56.26%	41.53%	97.79%

※ 자료출처 : 교육과학기술부 2011년 국가안전관리집행계획

2009년 한국화재보험협회에서 특수건물¹⁾을 대상

1) "화재로 인한 재해보상과 보험가입에 관한 법률" (법률 제 8863호) 제2조 제3항 및 동 법 시행령 제2조의 규정에 의한, 화재발생시 인명과 재산의 피해가 크거나 사회적 물

으로 안전점검 실태를 파악하고 있는데 주요점검대상항목은 다음의 표4와 같다.

표4. 화재보험협회 안전점검 평가항목

구분	점검항목
건물구조급수	건물의 내화성능(구조급수)
방화시설	발화위험시설, 공정시설, 건축방화시설, 소방시설,
잠재위험	화재, 폭발, 연기피해, 수손, 외적위험, 붕괴, 자연재해 위험성 등

점검자료를 분석하여 보면 학교 시설물은 대부분 구조급별 1급에 해당하는 시설군으로 파악되었으며, 주요 소방 시설의 경우 옥내 소화전은 설치율이 높으나 저층 건물로 이루어져 있어 스프링클러 설비 설치에 대해 비대상 건물로 설치율이 낮게 조사되었다.

또 학교시설군의 잠재 위험 요인으로는 화재가 가장 높은 요인으로 파악되었으며 폭발과 수손(水損)이 그 뒤를 이었다. 방화시설의 경우 초기 설비시설 설치는 양호한 편으로 조사되었으나, 설치에 비해 유지관리나 피난시설, 연소 확대적인 부분에서 '보통'으로 조사되었다.

따라서 학교시설 안전점검 결과에서 낮은 설치율로 조사된 스프링클러 설치나 방화시설의 유지관리, 피난시설 설치 등에 대해 안전점검계획 및 보수 계획을 수립할 필요가 있다.

III-3. 학교시설 재난사고 실태분석²⁾

학교시설의 재난발생 현황(복구비 기준)을 2008년부터 2010년까지 분석해보면 인위적인 재해의 경우는 전기누전 및 합선, 실화, 전기과부하 등 인위적 재해가 주요 원인이 되는 화재의 경우 54% 정도를 차지해 학교시설에서의 화재 위험성에 대해 시사하는 바가 크다고 볼 수 있다. 자연재해 중 가장 큰 피해는 풍해로 인한 피해로 28.52%를 차지하였으며, 수해 15.2%, 낙뢰 1.67%, 설해 0.19% 순으로 나타났다.

가. 화재 발생 현황

2010년도 학교시설에서는 총 89건의 화재가 발생하여 2,750,051천원의 재난복구비가 지급되었으며, 초·중등학교에서 총 27건으로 전체의 30.3%를 차지한 것으로 나타났다.

의가 예상되는 건물

2) 학교시설 재난사고 사례분석은 교육시설재난공제회의 2011년도 학교 재난대응 직무교육 자료 참고

표5. 2010년도 학교시설 화재발생 건수 및 복구비

구분	초등학교	중학교	고등학교	대학(교)
발생건수	27건	12건	25건	25건
복구비 (천원)	785,224	399,378	635,660	929,789

연도별 화재발생 추이를 살펴보면 최근 5년간 화재발생은 2007년도 이후 지속적으로 증가하여 2010년도 화재발생 건수는 2007년도에 비해 약 24%이상 증가한 것을 알 수 있다.

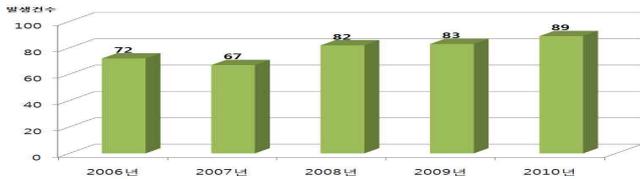


그림2. 최근 5년간 화재발생 추이
(발생 건수 기준)

자료 : 교육시설재난공제회 2011 재난대응 직무교육 자료

최근 5년간의 화재 피해금액 기준으로 살펴본 화재의 원인은 전기적 원인(전기단락, 전기누전, 과부하 등)이 전체의 41%로 가장 큰 비중을 차지한 것으로 나타났다. 이어서 담뱃불로 인한 화재 15%, 방화 또는 부주의로 인한 화재가 각각 6%로 나타났으며 불장난에 의한 화재가 4%로 나타났다. 원인이 밝혀지지 않은 화재도 27%정도로 비교적 높은 비율로 나타났다.

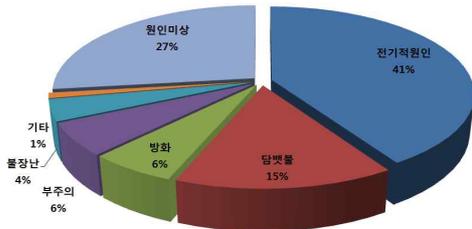


그림3. 최근 5년간 학교 화재 발생원인(복구비 기준)

자료 : 교육시설재난공제회 2011 재난대응 직무교육 자료

또한 아래 그림4와 같이 낙뢰피해도 증가하는 추세이다.

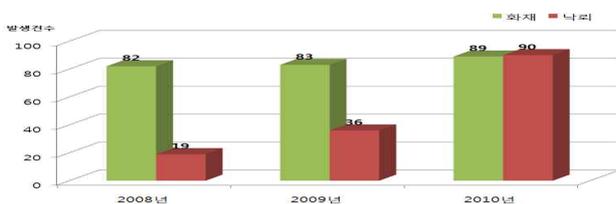


그림4. 최근 3년간 낙뢰 및 화재발생 건수 비교

자료 : 교육시설재난공제회 2011 재난대응 직무교육 자료

나. 풍수해 발생 현황

태풍 루사(2002년), 매미(2003년), 나비(2005년), 나리(2007년)와 최근 곤파스(2010년) 및 집중호우로 인하여 10년간 2,319개교에서 547억 원의 풍수해 피해를 입었다.

표6. 최근 10년간 풍수해 발생 현황

연도별	2001	2002	2003	2004	2005
피해학교수	18	309	732	35	71
피해액 (백만원)	495	14,227	16,497	2,683	2,170

연도별	2006	2007	2008	2009	2010
피해학교수	61	161	15	62	855
피해액 (백만원)	1,231	6,366	670	2,034	8,361

피해금액을 기준으로 피해 유형을 살펴보면 풍해로 인한 피해는 지붕파손(45%)이 가장 빈번하게 발생하고 있으며, 창호파손, 외단열파손, 외벽파손, 천장재파손 등의 유형이 있다. 수해로 인한 피해는 바닥침수(73%)가 가장 빈번하게 발생하고 있으며, 기타 외벽파손, 지붕파손, 창호파손 등의 유형이 있다.

표7. 재난사례 원인 분석

재난 유형		사고 원인	
인적 사회적 재난	화재	시설적 측면	전기 · 누전 (과전류 / 운. 습도 등의 주변 환경) · 전기 제품 등 기기 오작동 기계 · 기계 설비 등 오작동시 · 기계 설비 등 미점검
		조직운영 측면	화학 · 교내 실험실내 약품 오사용 및 잘못된 약품 관리 기타 (방화/ 부주의) · 교내 흡연 후 담뱃불 출화 · 직접적인 방화 (인근 쓰레기장 방화)
	붕괴	시설적 측면	구조 · 건물 구조부 / 접합부의 노후, 부실화
		조직운영 측면	기타 · 장기간 설계하중보다 활하중이 커질때 · 주변 환경에 의한 2차 피해
자연 재난	풍해	시설적 측면	구조 · 시공 부실 · 건물 / 접합부의 노후화
		조직운영 측면	기타 · 유지 관리 부실 · 접합부 및 취약점 미 파악으로 인한 대응 미고려 (마감재나 창호)
	수해	시설적 측면	구조 · 건물 틈새 침수현상 (구조체 / 창호)
		조직운영 측면	기타 · 배수 / 집수관 미 작동으로 인한 침수
설해	시설적 측면	구조 · 적설에 대한 지붕 재료별 부적당한 하중 계산 · 건물 구조부 / 접합부의 노후, 부실화	
	조직운영 측면	기타 · 적설 후 적절한 대응 방안 부재	
지진	시설적 측면	구조 · 비내진구조로 인한 변형 · 구조체의 노후화로 인한 변형 · 구조체의 비견고성 (틈새에 대한 미대응 등) · 지반 침하 발생 (연약 지반 등)	
		조직운영 측면	기타 · 기타 건물부 부실 미 파악

자료:교육시설재난공제회, 2010년도 학교재난대응직무교육

지금까지 살펴본 바와 같이 학교시설의 재난안전은 다양한 원인에 의해 발생하고 있으며 관리적 요인과 시설적 요인이 모두 중요하게 작용하고 있으며 법적으로도 이러한 요인들에 대해 모두 기준을 설정해 적정한 안전관리를 유도하고 있다. 위에서 살펴본 다양한 문헌과 사고사례, 법규 등을 종합해 볼 때 재난안전은 크게 인적·관리적 요인과 지역적·시설적 요인 등과 밀접한 관련이 있는 것을 알 수 있으며 시설적 요인은 건물의 구조적요인, 안전설비요인 등이 있으며 다양한 위험요인에 의해 재난이 일어나고 있는 것을 알 수 있으며, 특히 기후적 특성도 지역에 따라 많은 영향을 미친다고 볼 수 있다. 이러한 요인들과 재난과의 관련성을 보다 면밀히 검토함으로써 재난안전의 평가기법의 방향을 제시할 수 있을 것으로 판단된다.

IV. 학교시설 재난안전 평가방향 설정

재난사례 및 안전점검결과를 분석해 보면 시설적, 조직·운영적 측면에서 문제점이 발생하고 있어 계획적인 재난관리 및 사전예방조치가 필요한 실정이다. 또한 점검 매뉴얼 및 지침들이 현재 일관되게 정리 되어 있지 않고 요소별 중요도에 대한 고려가 없다. 따라서 학교시설의 재난발생이 예상되는 위험요인에 대해 요인별 중요도에 따라 평가기준을 설정하여 재난관리를 수행할 필요가 있다.

IV-1. 평가항목 설정 방법

정량화된 학교시설의 재난안전도 평가를 위해 문헌조사, 기존평가기법, 사고사례, 사회조사 등을 통해 평가항목을 설정한다. 설정된 평가 항목들은 재난유형 및 영향요인에 의한 평가틀에 의해 분류하고, 분류된 평가항목은 관련법규 및 유사기준 등을 근거로 항목별 평가방법을 설정하도록 한다.

1) 평가범위 및 평가항목 설정 원칙

평가항목 설정을 위해 다음과 같이 평가범위와 설정 원칙을 고려하여 진행한다.

(1) 평가범위

시설물 범위 : 초중등교육법 제2조 및 고등교육법 제2조에 의한 학교로 하되 단 데이터베이스 구축과 관련하여 금번 연구의 시설물 범위는 대학교 학교시설, 특수학교로 제한한다. 평가 범위는 천재지변 등의 재난으로 인한 학교시설의 안전사고로 범위를 한정하며 일반

생활안전에 대한 부분은 제외한다.

(2) 평가항목 설정 원칙

재난안전 관련성 : 재난에 의한 사고빈도 및 사고의 경중 등을 고려하여 반드시 검토되어야 할 항목들로 구성한다.

자료수집가능성 : 수집이 가능한 자료로 구성한다.

조사 가능성 : 현장에서 실태조사 할 경우 비전문가에 의한 조사가 진행되더라도 쉽게 파악될 수 있는 현실성을 고려한다.

2) 평가틀의 설정

재난위험 평가식을 설정하고 평가항목 설정을 위한 평가틀을 작성한다.

(1) 재난위험 평가식 설정

본 연구에서의 재난위험도 평가는 각분야별 위험도의 합을 통하여 산출하는 것으로 설정한다.

<재난위험도 평가개념 설정>

$$R = \sum R_i$$

R : 재난위험도

R_i : 분야별 위험도

(2) 분석틀 작성

재난유형과 재난에 따른 영향요소를 분석할 수 있는 분석틀을 설정하여 평가요인을 추출할 수 있도록 다음과 같이 평가틀을 작성한다.

- 재난유형(X축)과 재난에 따른 영향요소(Y축)를 분석할 수 있는 분석틀을 설정하여 평가요인을 추출한다.

- 재난유형은 학교시설에 영향을 끼치는 인적·사회적 재난에 속하는 화재, 붕괴와 자연재난에 속하는 풍해, 수해, 설해, 지진 등 크게 6가지로 구분하여 X축으로 설정한다.

- 영향요소는 지역특성, 건물안전성, 안전설비, 안전조직, 위험요인 등 크게 5가지로 구분하여 Y축으로 설정한다.

- 영향요소를 기준으로 하여 각 재난별로 분석을 실시하되 재난구분이 어렵거나 공통적인 사항은 통합하여 분석을 실시한다.

- 각 분석항목은 분석결과로서 평가기준으로 설정하여 코드화한다.

- 코드화된 평가기준 중에서 객관적으로 평가 가능한 항목을 추출하여 학교시설 재난안전 평가 체크리

스트를 설정한다.

- 평가체크리스트는 향후 연구진협의와 전문가 사회 조사 등을 통하여 조정하여 최종 평가항목을 설정한다.
- 평가체크리스트를 기반으로 평가기법을 도출 > 향후 사례조사를 통한 학교별 평가실시 > 문제점 검토를 거쳐 최종적인 평가기법을 도출한다.

표8. 재난요인 설정을 위한 분석틀

재난유형 영향요소		Xa:인적사회적 재난		Xb: 자연재난			
		X1 화재 (F)	X2 붕괴 (C)	X3 풍해 (W)	X4 수해 (R)	X5 설해 (S)	X6 지진 (E)
건축구조 요인 (Ya)	Y1	건물구조급수	■				
	Y2	건물안전등급		■			■
	Y3	내진설계여부					■
	Y4	기타요인					
지역요 인 (Yb)	Y5	자연재해위험도					
	Y6	지역유형					
	Y7	지역구분					
조직운 영측면 (Yc)	Y8	안전조직					
	Y9	안전교육					
	Y10	안전점검 실적					
	Y11	기타요인					
설비요 인 (Yd)	Y12	화재탐지설비					
	Y13	스프링클러					
	Y14	피뢰설비					
위험요 인 (Ye)	Y15	기타요인					
	Y16	중축여부					
	Y17	지반상태					
	Y18	주변건물					

3) 평가기법 설정

(1) 평가 항목설정

재난에 영향을 끼칠 수 있는 평가항목의 특성을 고려하여 다음과 같이 체계적으로 분류하여 평가항목 설정한다. 평가항목의 설정에는 전문가 델파이조사 기법 활용한다.

평가항목의 구분은 재난사례 원인분석에서 나타난 시설측면과 조직운영측면 요인을 세분화하고 학교가 위치한 지역의 특성도 반영할 수 있도록 지역요인, 건축구조요인, 설비요인, 조직운영요인, 위험요인 등으로 구분하도록 한다.

- 지역요인 : 지역의 기후 및 현황적 특성에 따른 요인
- 건축구조요인 : 재난에 의해 건물자체가 피해 받을 수 있는 근본적인 요인
- 설비요인 : 재난발생시 물적·인적 피해 발생을 최소화할 수 있는 방재요인
- 조직·운영요인 : 재난위험을 관리할 수 있는 시스템과 관련된 요인
- 위험요인 : 요인분석을 통해 추출된 각종 재난관

련 현황적 위험요인

- (2) 항목별 중요도에 따른 가중치 및 평가 척도설정
전문가 델파이조사를 통해 선정된 평가항목별로 AHP 조사기법을 통하여 가중치를 설정한다.

<평가점수 산출 방법>

■ 종합평가 점수 = 항목별 평가 점수의 합

■ 항목별 점수 = 평가항목의 가중치 × 평가척도(배점)

주1) 평가척도 : 평가되는 세부항목이 전체 배점 중 차지하는 비율을 의미하는 것으로 세부항목의 중요도에 따라 배점(평가척도)의 기준이 결정됨

주2) 가 중 치 : 평가되는 세부항목의 수준에 따라서 차별된 등급(가점)이 적용되는 것으로 안전성이 높을수록 높은 가점을 적용함

표9. 재난위험 평가 분석표 (예시)

구분	Code	항목	가중치	평가척도	평가점수
지역 요인 (R)	R1	자연재해위험도	·	·	·
	R2	지역유형	·	·	·
	R3	지역구분	·	·	·
	Rn	학교주변현황	·	·	·
건축 구조 요인 (S)	S1	건물구조급수	·	·	·
	S2	건물안전등급	·	·	·
	S3	내진설계여부	·	·	·
	Sn	기타구조요인n	·	·	·
안전 설비 요인 (F)	F1	스프링클러설치	·	·	·
	F2	화재탐지설비	·	·	·
	F3	기타설비요인1	·	·	·
	Fn	기타설비요인n	·	·	·
조직 운영 요인 (O)	O1	안전조직	·	·	·
	O2	안전교육	·	·	·
	O3	안전점검실적	·	·	·
	On	기타설비요인n	·	·	·
위험 요인 (D)	D1	중축여부	·	·	·
	D2	지반상태	·	·	·
	Dn	주변건물현황 등	·	·	·
종합평가 (합계)					

(3) 등급의 설정(예시)

위의 평가방법을 통해 산정된 종합평가 점수를 통해 재난위험에 대한 안전등급을 설정하여 구분 할 수 있다.

표10. 재난위험 평가 등급표 (예시)

재난안전등급	점수범위	안전정도
1등급	80점 이상	매우안전
2등급	70점 이상	비교적 안전
3등급	60점 이상	보통
4등급	60점 미만	불안전

4) 분야별 분석

재난유형과 영향요소를 크로스 체크하여 재난유형별로 영향을 받을 수 있는 요소를 추출하여 평가기준을 설정하고 이를 근거로 평가항목 및 평가방법을 설정한다.

(1) 지역요인(Y_R)

학교시설 재난안전과 관련한 지역특성은 지역의 재난위험도에 따른 지역특성 분석이라고 할 수 있다. 각 학교는 학교, 즉 학교시설과 학교조직 등에서 가지는 자체적인 재난 위험도와는 별도로 학교가 위치한 지역 고유의 기후적 특성 및 지역의 재난대비 능력 등의 차이로 인한 위험도를 가지게 된다.

① 지역특성 종합

특정한 재난 유형이 아닌 자연재난 전체를 평가하는 기법을 적용하고, 지역별로 자연재해에 대한 발생빈도 및 강도가 다르므로 이에 대한 차등적인 평가를 적용한다.

② 풍해 및 지진 등에 대한 개별 기후 지역특성

풍속 및 적설량에 대한 통계기준을 근거로 지역별 풍속 위험도와 적설하중의 위험도를 설정한다. 지진의 경우 해당지역별로 구분된 지역계수를 근거로 지역별로 지진에 대한 재난위험도를 평가한다.

③ 기타

지역별로 화재 등의 재난 시 대응능력(대응속도)이 다를 것으로 추정할 수 있어 소방방재청의 지역별 안전도를 사용하는 방안과 해당학교별 지역 소방서까지의 실제거리별로 차등 급수를 적용하는 방안을 검토해 볼 필요가 있다.

표11. 지역요인 평가항목 분석표

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	설해	지진
지역요인(R)	R ₁	지역안전도	자연재해 위험도	1~10등급	○	●	●	●	●	●	●
			바람 강수 적설	1~4급	○		●				
	R ₂	지역유형	지진	1지역/2지역	○					●	
			대도시 지방도시 농어촌/도서지역	소방서까지의 실제거리구분	○	●	●	●	●	●	●

(2) 건축구조요인(Y_S)

학교시설 재난안전과 관련하여 건물자체가 갖고 있는 구조요인에 대한 분석이라고 할 수 있다. 각 학교의 건물안전성은 외부의 위험요소로 부터 학교가 대응할 만한 구조적 능력, 재료의 적절성, 유지관

리 능력 등의 차이로 인한 위험도를 가지게 된다.

① 화재에 의한 건물안전성(X₁Y_S)

화재 발생에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목으로 화재에 의한 피해규모를 결정하는 여러 인자들 중 건물의 구조 및 층수를 주요한 인자로 판단하고 그에 대한 기준을 제시한다.

② 붕괴에 의한 건물안전성(X₂Y_S)

붕괴에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목으로, 건물의 붕괴는 자연재해로 인한 붕괴, 화재로 인한 붕괴 등 재해의 결과적 형태로 많이 나타나나 본 항목에서는 구조부의 취약성 등에 의한 구조적 붕괴로 제한한다.

③ 풍해에 의한 건물안전성(X₃Y_S)

풍해에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목이다. 최근 10년간 학교 풍해 피해유형을 살펴보면 지붕, 외단열, 외벽의 피해가 크게 나타나고 있다. 따라서 지붕구조, 지붕, 단열재 및 벽체의 재료 확인 등 평가가 필수적이다.

④ 수해에 의한 건물안전성(X₄Y_S)

수해에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목이다. 최근 10년간 학교 수해 피해 유형을 살펴보면 바닥의 침수 피해가 가장 크게 나타났다. 따라서 주변 지형이나 도로와 건물과의 레벨차 등을 확인할 필요가 있다.

⑤ 설해에 의한 건물안전성(X₅Y_S)

설해에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목으로서 학교시설 주요 폭설피해 피해유형을 근거로 취약부분 및 취약구조부에 대한 현황 파악 및 안전도를 평가할 필요가 있다.

⑥ 지진에 의한 건물안전성(X₆Y_S)

지진에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목으로서 지진재해대책법 제14조(내진설계기준의 설정)에 의거하여 지진이 발생할 경우 재해를 입을 우려가 있는 시설은 관계 법령 등에 내진설계기준을 정하고 그 이행에 필요한 조치를 취하여야 한다.

표12. 건축구조요인 평가항목 분석표

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	설해	지진
건축구조요인(S)	S ₁	건물안전등급	건물동수	A,B등급	△	●					
				C등급							
				D,E등급							
	S ₂	건물내화성능	건물동수	1,2등급	◎	●					
				3등급							
	S ₃	고층건물	고층건물동수	11층이상	◎	●					
16층이상											
21층이상											

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용 가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	실해	지진
S4	건물구조안전	구조체 유형별 건물동수	RC조	◎							
			철골조								
			벽돌조								
			경량샌드위치 판넬 온실								
S5	지붕마감재료	지붕마감별 건물동수	평슬라브	◎							
			경량관넬(강판)								
			슬레이트								
			아스팔트싱글 기타								
S6	외벽마감재료	외벽마감별 건물동수	벽돌/미장	◎							
			외단열시스템								
			금속판넬 커튼월(온실)								
			기타								
S7	내진설계여부	내진설계(보강) 건물동수	내진설계 동수	◎							
			내진미설계 동수								
S8	증축	증축여부	수평증축 건물동수	△							
			수직증축 건물동수								
S9	노후건물	노후건물 비율	1970년 이전 건축	△							
			1971년 이후 건축								

(3) 안전설비요인(Yf)

학교시설 재난안전과 관련한 설비요인은 재난위험도에 따른 학교시설의 설비에 대한 분석이라고 할 수 있다. 건축구조요인은 구조에 대한 안전성을 검토하였다면 설비안전성은 외부의 재난 위험도에 대응하는 학교시설 내·외부의 설비현황을 판단하는 것이다.

① 화재에 대한 설비 안전성(X1Yf)

화재경보설비 및 화재진압설비 설치여부에 대해 평가한다. 또한 방화추정, 담뱃불, 불장난, 원인미상 등에 의한 화재발생비율이 높은 상황이므로 보안설비의 구축을 통한 안전성 확보가 필요하여 보안설비 구축 여부에 대해서도 평가한다.

② 낙뢰에 대한 설비 안전성(X2Yf)

낙뢰에 대비한 건물의 안전성을 평가하는 항목이다. 2010년도 전체 재난발생 현황 중 낙뢰 피해 규모를 살펴보면 복구비 지급액은 약 3%를 차지하나 피해발생건수는 약 13% 정도로 작지 않은 비율로 나타나고 있다. 따라서 낙뢰피해를 예방할 수 있는 피뢰설비 설치의 확인 등 평가가 필수적이다.

③ 지진에 대한 설비 안전성(X3Yf)

비구조재에 대한 내진안전 시설에 대한 방안이다.

표 13. 안전설비요인 평가항목 분석표

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용 가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	실해	지진
안전설비요인(F)	F1	스프링클러	스프링클러설비	유무	○	●					
		화재탐지설비	자동화재탐지설비	설치건물수	○	●					
	F3	보안설비	보안설비 설치여부	미설치건물수	○	●					
		피뢰설비	피뢰설비 설치여부	전체시설 없음	◎	●					
F4	피뢰설비	피뢰설비 설치여부	없음	○	●						
			전체시설 없음	◎	●						

(4) 조직·운영요인(Y0)

학교시설 재난안전과 관련한 조직·운영요인은 학교시설의 안전관리에 대한 분석이라고 할 수 있다. 안전관리조직과 그 운영은 일상적인 안전관리는 물론 재난 발생 시 신속하게 대응할 수 있는 학교시설의 안전관리 현황을 판단하는 것이다.

① 조직측면(X1Y0)

학교시설 재난안전과 관련하여 학교 내 안전을 담당하는 조직에 대한 평가이다. 각 학교 안전관련조직의 유무는 재난 발생 시 대응 능력 및 평상시의 유지관리 능력 차이로 인한 위험도를 가질 수 있다.

② 교육측면(X2Y0)

학교시설 재난안전과 관련하여 학교를 구성원들을 대상으로 하는 안전교육에 대한 분석이라고 할 수 있다. 각 학교 안전교육의 시행 현황은 재난 발생 시 구성원의 대처 능력 및 이로 인한 피해 규모의 차이로 인한 위험도를 가질 수 있다.

③ 관리측면(X3Y0)

학교시설 재난안전과 관련된 안전관리에 대한 분석이라고 할 수 있다. 각 학교의 안전관리 현황은 재난의 예방 및 재난 발생 시 피해 규모의 차이로 인한 위험도를 가질 수 있다.

표 14. 조직운영 요인 평가항목 분석표

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용 가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	실해	지진
조직운영요인(O)	O1	안전조직 구성여부	안전조직	유무	◎	●	●	●	●	●	●
			구성여부			●	●	●	●	●	●
	O2	안전교육 대피훈련	최근1년간 재난안전교육 실적	◎		●	●	●	●	●	●
			혹은 비상시 대피훈련 실시 여부			◎	●	●	●	●	●
	O4	안전점검 실적	소방안전점검	◎		●					
검결과 가스/전기 안전점검			○			●					
O5	재난피해경력	일정규모 재난피해 발생건수(최근3년)	1천만원 이상 1천만원 미만	◎	●	●	●	●	●	●	

(5) 위험요인(Y_D)

상기의 네 가지 분야별 평가요소 이외에 학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인에 의해 학교시설의 안전도에 영향을 받을 수 있다. 잠재적인 위험요인을 평가함으로써 해당 위험의 발생가능성과 피해정도를 고려할 수 있다.

① 화재에 대한 위험요인(X₁Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 화재에 대한 위험요인을 평가한다. 화재는 낙뢰 등 자연재해로 인하여 발생하기도 하지만 주변 건물에 화재가 발생할 경우 직·간접적 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 평가가 필요하다.

② 붕괴에 대한 위험요인(X₂Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 붕괴에 대한 위험요인을 평가한다. 본 항목에서는 주변 지형 및 시설들에 의하여 발생할 수 있는 붕괴에 대하여 평가한다.

③ 풍해에 의한 위험요인(X₃Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 풍해에 대한 위험요인을 평가한다. 풍해는 주로 태풍 등 자연재해로 인하여 발생하나 주변 환경, 예를 들면 주변 건물의 밀집도, 고층건물의 분포도 등에 따라 직·간접적 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 평가가 필요하다.

④ 수해에 대한 위험요인(X₄Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 수해에 대한 위험요인을 평가한다. 수해는 주로 홍수, 태풍 등 자연재해로 인하여 발생하나 해당 학교가 과거 수해 피해 경력이 있거나 이로 인하여 재해 발생이 우려되는 지역에 위치한 경우 지역의 특성으로 인해 직·간접적 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 평가가 필요하다.

⑤ 설해에 대한 위험요인(X₅Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 설해에 대한 위험요인을 평가한다. 설해 또한 풍해, 수해와 마찬가지로 자연재해로 인하여 발생하나 설해 피해의 정도를 저감시킬 수 있는 주변의 환경으로 인해 직·간접적 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 평가가 필요하다.

⑥ 지진에 대한 위험요인(X₆Y_D)

학교 내·외부를 둘러싼 다양한 환경 요인 중 지진에 대한 위험요인을 평가한다. 지진의 경우 건물의 구조적 요인 이외에 건물이 위치한 지반의 상태에

따라 영향을 받을 수 있으므로 이에 대한 평가가 필요하다.

⑦ 기타(X₇Y_D)

상기 위험요인 이외에 대학교의 경우 연구실의 유무 및 안전등급 등이 위험 요인으로 작용할 수 있다.

표 15. 위험요인 평가항목 분석표

구분	Code	항목	평가대상	위계	활용가능성	관련재해					
						화재	붕괴	풍해	수해	설해	지진
위험요인(D)	D ₁	자연재해 위험지구	침수, 붕괴 등 재해원인별	가~라 등급	◎				●		
	D ₂	건물 관리	무허가 건물 동수		◎				●		
	D ₃	주변 공지	공지거리	7m 이상 13m 이상	◎	●		●			
	D ₄	붕괴 요인 지표	옹벽 유무 경사지유무		◎		●				
	D ₅	주변지형 면 조도	주변지역 지표면상태	A~D 단계	○			●			
	D ₆	침수 위험	저지대 유무 유무 지하실 유무 유무		◎				●		
	D ₇	지진 지반 상태	지반유형	SA~SE (5단계)	△						●
	D ₈	주변 환경 건축	노출계수	A~E 단계	△					●	
	D ₉	사 현황 대학 연구실	기숙사유무		◎	●	●	●	●	●	●
	D ₁₀	연구실 안전 위험	등급별 연구실 수	A,B등급 C등급 D,E등급	◎	●					
	D ₁₁	학과 수	연구활동 급수	3급 해당학과 수	◎	●					
	D ₁₂	학교 급별	학교유형	초/중/고 /대학/특수학교	◎						
	D ₁₃	기타 요인	주변재난위협유무		○						

V. 결론

학교시설은 학생들이 살아가는 또 다른 주요한 삶의 터전으로 안전한 환경 구축은 반드시 진행되어야 하며 사전에 학교시설의 위험요소를 파악하고 대처하는 운영관리는 필수적이라 하겠다. 최근 신설되는 학교들은 이러한 안전성 확보를 강화하고 있으므로 기존 학교들과의 수준 격차가 분명히 존재한다. 다시 말해서, 학교별로 내재된 위험성의 경중은 분명히 다르므로 학교별로 운영관리 방법도 구분되어야 한다.

학교시설의 재난안전관리 현황과 사고사례를 분석

한 결과 풍해, 수해, 화재에 의한 피해가 가장 대표적인 재난사고 유형으로 조사되었다. 또한 학교시설의 재난 및 재난관리와 관련된 법규를 살펴본 결과 대부분의 법규에서 재난의 예방을 위해 필요한 조치, 교육 및 훈련 등의 실시를 강조하고 있다. 재난의 발생을 사전에 방지하기 위한 재난안전조직의 구성과 관리체계 구축, 학생들을 대상으로 하는 재난안전 교육 및 훈련이 학교시설의 재난안전 관리에 있어 매우 중요한 요소임을 확인하였다.

교육시설 재난안전 평가요소는 실제 재난사례 및 법규·기준, 보험관련요율과 자연재해 관련성을 분석하여 선정하였으며 지역 및 건축구조, 안전설비, 조직 등 다양한 분야에 걸쳐 관련되어 있는 것으로 분석되었다.

본 연구의 결과는 학교재난안전도 평가와 점검을 위한 체크리스트로 활용 가능할 것이며 향후 평가항목별 가중치에 대한 연구를 통해 객관적인 학교시설에 대한 재난안전평가기법의 개발이 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 전정석. 재난관리의 효율성 향상 방안, 강원대학교 석사학위논문, 2010
2. 백우철. 재난관리의 효율적 체제에 관한 연구, 강원대학교 석사학위논문, 2009
3. 박충건. 한국의 재난관리체계 발전방향에 관한 연구, 서울시립대 석사학위논문, 2008
4. 교육시설재난공제회, 2010년도 학교재난대응직무 교육, 2010
5. 한국시설안전공단, 시설물의 안전점검 및 정밀안전진단 세부지침
6. 학교 내진설계 기준
(교육과학기술부 고시 제2009 - 13호)
7. 건축구조 설계기준
(국토해양부 고시 제2009- 1245호) - 풍하중
8. 연구실 안전점검 및 정밀안전진단에 관한 지침
(교육과학기술부 고시 제2008-134호)
9. 서울시정개발연구원. 도시재난 감소를 위한 재난 위험도평가 방안. 2009
10. 서울시정개발연구원, 서울시 지역안전도 평가모형 개발연구, 2006
11. 국립방재교육연구원 방재연구소, 인적재난에 대

한 지역안전도 평가방법 개발, 2006

(논문투고일 : 2012.10.29, 심사완료일 : 2012.12.16,
게재확정일 : 2012.12.14)