

A-5

## 학교시설물의 노후화 현상 및 지진·화재·풍수해의 피해에 대한 사례 조사연구

윤유혁 · 신이철 · 권영진\*\*

호서대학교 소방방재학과, 호서대학교 소방방재학과 교수·공박\*\*

### A investigation study on the site analysis damaged by disaster and deterioration reason of school facilities

Yun, Yoo Hyuk · Shin, Yi Chul · Kwon, Young Jin\*\*

Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo Univ.

Fire & Disaster Protection Engineering of Hoseo Univ. Professor\*\*

#### Abstract

We investigate the various factors such as earthquake, fire, flood and deterioration factors such as carbonation, salt attack, freezing thawing, alkali-aggregate reaction effects on the school facilities. As the consequence of this study we can see that there are very relative relation between deterioration factors and disaster factors. It is the aim of this study to investigate the site analysis damaged by disaster and deterioration factors of school facilities.

#### 1. 서 론

현대사회에 들어서면서 인위적·자연적인 각종 재해발생비율이 증가하고 있는 추세이다. 대표적인 인위적 재해로는 우암상가 붕괴, 삼풍백화점 붕괴, 성수대교 붕괴, 대구지하철 화재 등이 있으며 자연적 재해로는 지구 온난화로 인한 극심한 가뭄, 잦은 집중호우, 지진 등을 들 수 있다. 특히 최근 중국과 일본의 대지진 피해는 상상을 초월하는 것으로 나타났다. 지난 5월에 발생한 쓰촨성 지진의 경우 7천여 채의 학교건물이 붕괴 된 것으로 보고되었다. 최근 우리나라 또한 교육시설물의 경우 노후화로 인한 화재, 풍해, 수해 및 설해 등의 피해가 점차 증가하는 추세이지만 그에 대한 현실적인 대응은 구체적으로 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

따라서 이번 연구에서는 교육시설의 재난발생 현황 및 노후화 현황, 화재위험성을 조사하여 일차적으로 발생추이 등을 조사하고 또한 각종 관련 법규 및 규정 등에 관한 분석을 통하여 교육시설물의 위험도를 분석한 후 향후 연구 방향 및 대책을 제시하고자 한다.

## 2. 교육시설물의 노후화 현황

교육시설의 안전관리 제도가 도입된 배경은 1990년 이후 대형공공시설의 안전사고(성수대교, 삼풍백화점 붕괴등) 발생으로 인하여 도입되었다. 국민의 생명과 재산에 위험요소가 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 의원입법으로 시설물의 안전관리에 관한 특별법을 1995년 1월 5일에 제정·공포하였다. 이 특별법의 안전점검의 실시(법 제6조)에 의하면 학교 시설물은 기능 및 안전을 유지하기 위하여 안전점검 및 정밀안전 진단지침에 따라 정기점검, 정밀점검 및 긴급점검으로 구분하여 실시하게 되어 있다. 실시시기는 정기점검은 반기별 1회 이상, 정밀점검은 2년에 1회 이상, 긴급점검은 관리주체가 필요시 또는 관계행정기관의 요청 시에 실시하게 되어 있으며, 실시자는 관리주체가 직접 하거나, 안전진단전문기관, 시설물 유지관리업자가 실행하고 있다. 정밀안전진단을 실시한 경우에는 상태평가 및 안전성평가를 실시한 결과를 종합하여 시설물별 세부지침의 종합등급 결정방법에 따라 표 1과같이 시설물의 종합평가 등급을 분류한다.

표 2는 2004년 전국의 학교건물을 대상으로 정밀안전점검을 실시한 결과로 관리대상 건물의 총 비율이 1.55%로 낮아 보이지만 한번 사고가 발생할 때 교육기관의 특성상 어린 학생들이 사고를 당할 수 있고, 복구하는 비용 또한 무시 못 할 액수이기에 사고 이전에 정밀진단을 통하여 건물을 진단하는 것이 제일 중요하다 할 수 있다.

건축물의 노후화 현상 중에서도 철근 콘크리트 구조로 구성된 학교건축물은 크게 중성화, 염해, 동해, 알칼리 골재반응 등을 들 수 있다. 건물이 중성화로 변화하는 이유는 먼저 경제 성장과 함께 화석연료의 사용량증대와 산림의 파괴로 인해 CO<sub>2</sub>의 급격한 증가에 있다. 이 이산화탄소는 콘크리트 중의 수산화칼슘을 서서히 탄산칼슘으로 변화시켜 알칼리성을 상실하게 만들어 콘크리트의 강도 저하가 발생하게 된다. 염해의 가장 큰 원인은 바닷모래로 건축물을 건설한 경우이다.

표 1. 시설물의 종합평가등급

종합평가등급	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 사용제한여부를 결정하여야 하는 상태
E	주요부재에 발생한 심각한 결함으로 인하여 시설물의 안전에 위험이 있어 즉각 사용을 금지하고 보강 또는 개축을 하여야 하는 상태

표 2. 재난위험시설지정현황

구분	총보유건물	관리대상건물	재난위험시설			비고
			E	D	소계	
계	73,278	1,136	6	67	73	-
초등학교	37,151	468	1	30	31	-
중학교	14,030	202	-	9	9	-
고등학교	16,158	283	-	14	14	-
대학교	3,035	124	4	12	16	-
기타	2,904	59	1	2	3	특수·기관

염해는 콘크리트와 강재표면 사이의 부동태피막을 파괴하여 철근을 부식시켜 결과적으로 균열 및 박리·박락이 나타나게 되고 변위 및 변형이 커지게 된다. 동해는 콘크리트가 동결융해의 반복 작용을 받아 열화 하는 현상으로 콘크리트 내에 함유되어 있는 수분이 동결하면 수분의 동결팽창에 해당하는 수분이 콘크리트 중으로 이동하여 생기는 수압에 의해 콘크리트가 파괴되는 현상이다. 알칼리 골재 반응은 콘크리트 등의 수산화 알칼리를 주성분으로 하는 세공용액과 골재 중의 알칼리반응성 광물사이에 일어나는 화학반응으로 반응생성물의 생성과 흡수에 동반하는 팽창에 의해 콘크리트에 균열이 발생하는 현상이다.

### 3. 교육시설물의 재난발생의 원인

교육시설물의 재난발생을 2003년부터 2007년까지 원인별로 분석해 보면 그림 1과 같다. 자연재해 중 가장 큰 피해는 태풍으로 인한 피해가 41%로 가장 큰 부분을 차지하였으며, 폭설 14%, 집중호우 4%, 강풍 1% 순으로 나타났다. 인위적인 재해의 경우는 전기 누전 및 합선 14%, 원인미상 16%, 실화(불정난) 1%, 실화(부주의) 4%, 실화(담뱃불) 3%, 전기과부하 1% 순으로 나타났다.

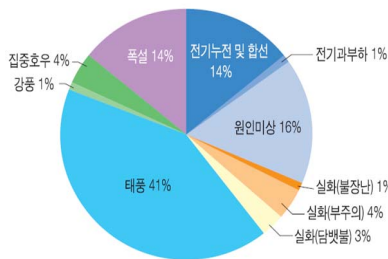


그림 1. 교육시설의 원인별 재난발생 현황

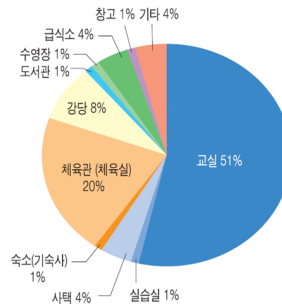


그림 2. 교육시설의 장소별 재난발생 현황

### 3.1 풍수해 위험성

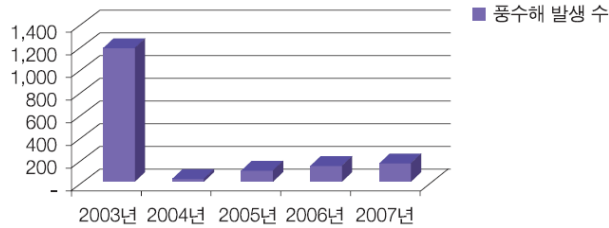


그림 3. 교육시설 풍수해 발생 현황

재난발생의 가장 큰 원인은 풍수해로 인한 피해이다. 그림 3은 연도별 풍수해 발생 건수를 나타낸 것으로 2003년 태풍 매미로 인해 사망 61명, 실종 42명이라는 큰 인명피해를 가져왔었다. 이러한 자연재해는 매년마다 피해가 크게 발생하지 않아 피해가 발생한 이후에 대처하기 급급하고 미리 이에 대한 대비를 확실하게 하지 못한 점에서 항상 안타까운 실정이다. 호우로 인한 피해 유형은 바닥 마감재 침수가 약 75%, 건물 침하 및 산사태 등이 15%로 대부분을 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이러한 피해 원인은 지반의 취약화로 인해 발생하는 것으로 이러한 피해가 가중되면 최악의 경우 건물 붕괴까지 이르게 될 수도 있다. 따라서 태풍이 내습하거나 장마가 오는 7월 이전에 시설물에 대한 안전점검을 실시하여야 하며 침수피해에 대비하여 교내 하수도 및 배수구가 막히지 않도록 정비하고 낙엽 등의 이물질을 제거하여야 한다. 또한 건물이 산을 끼고 있는 경우는 산사태에 대비하여 옹벽의 균열을 확인하고 노후화 된 경우 이를 보수·보강해야 한다.

### 3.2 화재 위험성

최근 교육시설의 대형화·고층화 추세로 전기사용량의 증가 등으로 학교의 화재발생 요인이 점점 늘어가고 있다. 교실에서 화재가 발생할 경우 대부분이 목재로 이루어져 있고 넓은 창으로 인해 다량의 산소가 유입되어 화재의 확산속도가 빨라 재산피해 뿐만 아니라 인명피해도 다른 건물에 비하여 커질 수밖에 없다. 또한 이러한 화재의 발생 현황은 그림 4와 같이 2003년부터 점차 증가하고 있는 추세로 교육시설물의 화재위험성이 높다는 것은 자명한 사실이라고 말할 수 있다.

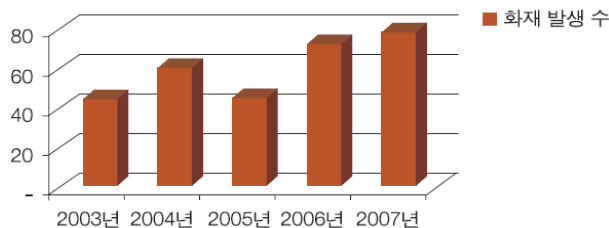


그림 4. 교육시설의 화재발생 현황

표 3. 교육시설의 화재원인별 발생현황

(단위:백만원)

구분	피해 발생 현황		
	건수	발생비율	복구비
전기화재	76	52%	2,626
원인미상	31	21%	2,354
부주의	15	11%	1,394
담뱃불	12	8%	212
불장난	7	5%	126
기타	5	3%	13

화재 발생 특징은 3~4월과 11~12월에 특히 많이 발생하고 있으며, 화재가 가장 많이 발생하는 장소는 교실이고, 원인별 화재로는 표 3과 같이 전기관련 화재가 가장 많은 것으로 조사되었다. 한편, 초등학교 및 중학교의 경우 이용자가 많은 반면 대부분의 구성원이 호기심이 많고 사고 판단능력이 부족한 학생들이기 때문에 시설물에 대한 적절한 유지관리가 어려우며 화재 발생 시 이를 신속하게 인지하고 대처하는 데에도 무리가 있어 대형사고로 확대될 소지가 많다. 또한 교육시설물의 특성상 구조가 단순하고 피난로를 평소에 숙지하고 있는 상태라 할지라도 한정된 계단으로 다수의 학생들이 몰릴 경우 병목현상이 발생하고 이로 인해 피난이 지연되어 피해가 증가하게 된다. 따라서 학교 관리자는 화재 대비 소방훈련계획, 방재계획등을 수립하고, 소방점검에서 발견된 지적사항을 즉시 시정하여야 하며, 평상시 학생 수를 고려한 피난유도 계획도를 작성하여 화재 발생 시 분산된 피난을 유도하여야 한다.

### 3.3 지진 위험성

아래의 그림 5에 나타난 바와 같이 1990년대 이후 지진의 총 회수가 눈에 띄게 급증하며 내진 문제가 수면위로 부상하기 시작하였고, 지난 5월에 발생한 쓰촨성 지진으로 인하여 건물들의 내진에 대하여 사람들의 관심이 증폭되기 시작하였다. 교육과학기술부에 따르면 2007년 8월 1일을 기준으로 1천㎡ 이상, 3층 이상 초·중·고교 건물 총 17,734동 가운데 내진설계가 돼 있는 건물은 2,429동으로 전체의 13.7%에 불과한 것으로 나타났다. 조사 대상의 86.3%에 달하는 15,305동의 학교 건물에는 내진설계가 돼있지 않아 만약의 사태가 발생했을 경우 균열 및 심할 경우 붕괴에 이르는 큰 피해가 발생할 수 있다.

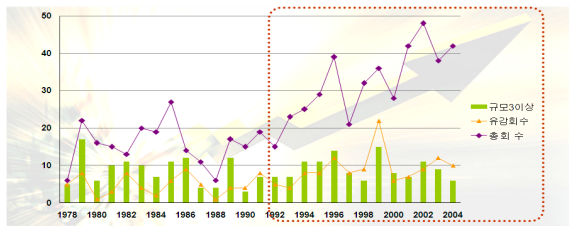


그림 5. 한반도의 최근 지진 발생 빈도 추이

현재 국토해양부는 댐, 터널, 교량, 건축물등 주요 시설물에 대해 평균 6.0의 지진에 견딜 수 있도록 내진설계를 의무화하고 있으며 2005년 7월에는 내진설계를 해야 하는 건축물 기준을 '6층 이상 1만m<sup>2</sup>이상'에서 '3층 이상 1천m<sup>2</sup>이상'으로 상향 조정했다(건축법 시행령 제 32조). 이에 따라 2005년 7월 이후에 지어진 3층 이상, 1천m<sup>2</sup>이상의 학교 건물은 모두 내진설계가 반영돼 지어졌으나 그 이전에 건축된 학교 건물의 예산 등의 문제로 인해 아직까지 내진 보수 등이 이뤄지지 못하고 있다.

#### 4. 결론

최근 지진이나 풍수해 등의 자연재해로 인하여 발생하는 건축물의 피해 중 교육시설물의 피해가 심각하며, 기존에 지어진 학교 건축물의 경우는 노후화로 인하여 여러 재해에 취약한 것으로 분석되었다. 또한 인위적인 재해로 화재위험성이 상당히 높은 것으로 나타났다. 하지만 현재 교육시설물의 재난 및 노후화에 대한 대책이 부족한 실정이며, 건축물의 구조 실태의 심각성은 상당한 위험성을 내포하고 있다.

따라서 화재가 발생할 경우 초기진압에 가장 큰 역할을 하는 소방 설비에 대한 구체적인 내진 대책 및 기술 개발이 필요하며, 내진 및 풍수해 등의 영향으로 인한 학교 건축물의 피해를 최소화하기 적합한 설계 기법 등의 개발이 필요하다. 또한 학교 시설물의 통합된 안정성 평가 및 유지관리 기법을 개발해야 할 것으로 사료된다. 이를 위해 우선적으로 학교의 지반구조, 위치, 자연 조건에 따른 자연재해로 부터의 등급 및 노후화 정도에 따른 확실한 보수·보강이 필요할 것으로 판단된다.

교육시설물은 우리나라의 미래가 성장하는 곳으로 반드시 안전을 확보해야 하며, 앞으로 이를 위해 건축구조, 설계, 기타 설비 등에 관한 다양한 연구 및 국가 정책이 진행되어야 할 것으로 사료된다.

#### 참고문헌

1. 권영진 (2008.5). “교육시설의 재난관리(노후화 및 화재를 중심으로)” 교육시설 재난공제 세미나.
2. 신이철외 (2008). “지진 피해사례를 통한 국내 소방 설비의 내진설계 방향에 관한 연구” 한일 심포지엄 논문.
3. 신이철외 (2008). “학교건축물의 노후화 현상과 지진·화재·풍수해 등에 대한 사례분석을 통한 향후 개선방안” 방재연구 제10권 제3호 pp.95~106
4. 박주현 (2008). “교육시설물 안전관리” 교육시설재난공제회.
5. 교육시설재난공제회 (2008). 학교 재난관리 직무특별교육.
6. 교육시설재난공제회 (2007). 대학 방화안전관리실무.
7. 교육시설재난공제회 (2006). 교육시설 재난관리 행동 매뉴얼.
8. 이윤영 (2008. 5). “학교 내진설계 비율 13.7%…지진 ‘무방비’”. 연합뉴스.  
<http://news.korea.com/view/normalview.asp?cid=SO&scid=SO4&sn=43942578>