

## 초·중등학교시설의 노후도 평가 방법

# An Evaluation Method of Deterioration Level of Elementary, Middle, and High School

김 형 은\*                      류 한 국\*\*  
Kim, Hyungeun              Ryu, Hanguk

### Abstract

Facility management is to maintain and develop the primary structural, functional, aesthetic performance of facility in order to guaranty the users' daily convenience and safety. However it is hard to maintain and serve their intended function and safe environment from the beginning as times go by.

As present educational government of city and local area has been performing formally facility check and management as well as maintenance of school facility, it is hard to respond a dangerous situation at the suitable time and safety prevention plans are delayed. In addition, educational environment improving budget have been unreasonably decided not according to the allocating criteria.

Therefore, this research developed a same, simple, and quantitative evaluation method of deterioration level of elementary, middle, and high School in Korea and verified usability of the method through the case study.

키워드 : 학교시설물, 노후도, 평가, 시설물유지관리, 환경개선사업

Keywords : school facility, deterioration level, evaluation, facility maintenance, environment improving business

### I. 서론

시설물의 유지관리란 시설의 구조적, 기능적, 미적 성능을 보전하는 것이다. 이를 통하여 시설물을 이용하는 사람들의 일상적인 편의와 안전을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 그러나 준공당시의 시설물은 시간이 지남에 따라 노후화되고 초기의 기능을 확보하는데 어려움을 갖게 된다. 특히, 시설의 노후화가 진행될수록 유지관리에 소요되는 비용이 증가하고 구조안전상의 심각한 문제를 일으킬 수 있다.<sup>1)</sup>

현재 각 시도교육청의 시설담당자가 정기적으로 시설물의 균열, 내외부 마감상태, 전기시설, 설비시설 등 시설물의 노후화 상태를 검사하고 있으나 세부 항목과 정량적인 산정 방법은 다소 부족하다.

자산 관리적 측면의 시설물 관리는 제한된 예산 내에서 시설물과 사용자의 특성을 고려하여 노후화 억제와 사용성 향상을 위하여 경제적, 기능적, 물리적, 사용 편의적, 친환경적인 요인을 균형적으로 반영하여야 한다.<sup>2)</sup> 특히, 교육시설의 노후화 관리는

\* 한국교육개발원, 공학박사

\*\* 창원대학교 건축공학과, 부교수, 공학박사

(교신저자 : hgryu@changwon.ac.kr)

이 논문은 2017~2018년도 창원대학교 자율연구과제 연구비 지원으로 수행된 연구결과임

1) 서치호, 최민권, 최수경, 전현규, 신상태, 권용균, 교육시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(I). 교육시설, 8권 3호, 2001, pp.7-14.

2) Then, D.S.S. and Tan, T.H., Assessing Building Performance-An Integrated Model, Proceedings of CIB World Building Congress 2004, Toronto, Ontario, Canada, 1-7 May, 2004, Session CIB T5S1, pp.1-9.

단편적인 개·보수공사가 아닌 안전하고 쾌적한 교육환경을 제공하는 통합적인 서비스 관점에서 이루어져야 한다.<sup>3)</sup>

그러나 기존 학교 건축물의 노후도 판단 방법은 재건축기준에 의해 노후화를 평가하기 위한 방법을 활용하였다. 교육시설에 대한 노후화 판정 연구는 기존 재건축과 동일한 관점에서 접근하여 대부분의 노후화 판정방법이나 성능개선을 위한 목표 설정이 불명확하고 구체적인 보수보강 외에는 그 효과를 검증하기가 곤란한 실정이다.<sup>4)</sup> 특히, 정확한 구조 내력, 기울기 및 침하, 내구성 항목은 전문가의 전문 지식과 시간, 비용이 많이 발생한다.<sup>5)</sup>

따라서 학교시설물의 환경개선사업은 노후화된 시설물 중에서 대상 시설물의 우선순위를 고려하여 선별하고 개선하여야 한다. 그러나 현재 국내 실정은 주관적·정성적으로 노후도를 판정하여 환경개선 사업을 추진하는 경향이 있으므로 이에 대한 객관적이고 정량적인 방법의 노후도 판단 기준을 수립하고 그에 따른 개선 방안을 도출하여야 한다.

이에 본 연구는 초·중등학교 시설의 노후 관리 현황과 기존 연구를 고찰하고 일본의 국립대학교 시설성능 평가 지표를 분석한다. 일본의 대학에 적용한 노후도 판정 방법을 중심으로 국내 실정에 맞도록 초·중등 시설물의 노후도를 객관적이고 정량적으로 측정할 수 있는 노후도 판정 방법을 제시하고 사례 연구를 통하여 연구의 타당성을 검증한다.

## II. 예비적 고찰

### II-1. 초·중등 시설물의 관리 현황 및 기존 연구 분석

#### 1) 초·중등학교의 시설 관리 현황<sup>6)</sup>

3) 신승우, 이준성, 손정욱, 교육 시설물의 선제적 노후화 관리를 위한 유지관리 서비스 수준의 인지요인 도출, 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 제16권 3호, 2015, pp.24-35.

4) 서치호, 최민권, 최수경, 전현규, 신상태, 권용관, 교육 시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(I), 교육시설, 제8권 3호, 2001, pp.7-14.

5) 김정현, 김관영, 김진욱, 이상호, 기존 학교 건축물의 노후도 판단방법 및 재건축기준, 대한건축학회지회연합회 학술발표대회논문집, 2012, pp.339-342.

6) 감사원, 감사결과보고서-학교 안전관리(시설·교육) 실태-, 2015.

초·중등학교시설물은 “시설물의 안전관리에 관한 특별법”과 “재난관리법”에 따라 특정관리대상시설로 관리되고 있다. 재난관리법 제27조에 따르면 특정관리대상시설은 재난 발생 위험이 높거나 재난예방을 위하여 계속적으로 관리할 필요가 있다고 인정되는 시설 및 지역을 의미하며 재난관리법 시행령 제32조에 따르면 관계 중앙행정기관의 장은 특정관리대상시설 등의 지정·관리 등에 관한 지침을 제정하도록 되어 있다.

이에 교육부장관은 매년 특정관리대상시설 등 지정·관리 지침을 제정하여 교사를 비롯하여 학생교육에 직접 사용되는 2층 이상의 교육시설물<sup>7)</sup>과 학생들이 사용하는 교육시설을 수직 증축하는 공사현장을 특정관리대상시설로 규정하였다. 시설관리지침에 특정관리대상시설은 재난발생위험 정도에 따라 A·B·C등급은 중점관리시설로, D·E등급은 재난위험시설로 구분한다.

법적으로 점검 대상 시설과 점검주기는 규정되어 있으나 학교의 교육시설 관리는 정밀점검 등 중·장기 유지관리계획이 없이 교육청 또는 학교직원 등이 학교시설물을 형식적으로 점검한 후 안전등급을 산정하고 관리하고 있다. 따라서 안전관리의 신뢰성이 의심되며 재난발생위험에 적기대응이 곤란하고, 재난위험시설(D·E등급)에 대한 안전대책이 지연되는 등 관리가 부실하다. 또한 학교시설의 안전점검 결과를 차세대나이스 등 6개 시스템에 별도 입력하고 있으나, 시스템별로 입력내용이 상이하여 학교시설물에 대한 효율적 관리가 되지 않고 있다.

학교시설의 수선·보수비와 관련한 학교시설 확충 및 개선 등에 사용되는 교육여건개선시설 사업비는 2010년 5조 4,830억 원에서 2013년 4조 7,076억 원으로 7,754억 원(14.1%)이 감소하였다. 특히, 노후화된 학교시설물을 개선하는 교육환경개선비도 같은 기간 1조 6,419억 원에서 1조 3,506억 원으로 2,913억 원(17.7%) 감소하였다. 반면에 교육복지지원 사업비는 누리사업, 초등방과 후 돌봄사업 등으로 2010년 1조 9,544억 원에서 2013년 5조 1,273억 원으로 3조 1,729억 원(162.3%) 증가하여 초·중등학교 시설의 노후 관리가 비용측면에서도 점차 부실해지고 있음을 알 수 있다.

7) 2014년 2월 시설관리지침을 개정하여 중전 1층 이상(59,987개)에서 2층 이상(33,303개)으로 관리대상을 축소하면서 교사, 강당 등(1,724개)이 제외됨

2) 기존 연구 분석

기존 건축물의 노후도 판단 방법은 한국시설안전 기술공단의 건축물 판정 방안과 재건축 판정을 위한 진단 기준과 절차 연구 등으로 주로 구조안정성에 많은 비중을 두고 있다.

노후도를 평가하는 대상 시설물로는 공동주택, 공동주택 단지, 공공건축물의 리모델링, 농촌주택 등이 있다. 노후 학교 시설물 관련 연구로는 콘크리트의 중성화의 속도로 내구성을 평가, 구성재료의 노후화 판정 방법, 선제적 노후화 관리를 위한 유지관리 서비스 수준의 인지요인 도출 등이 있다.

주요 연구를 살펴보면, 서치호의(2001)는 학교시설물의 노후화 실태와 개보수현황을 파악하고 시설관련자가 내구성, 경제성, 거주안전성 및 부가성능 등의 관점에서 리모델링의 적합성 여부를 판단하여 노후도 구조부재(서치호 외 2003)와 마감재(서치호 외 2004)의 노후도를 평가하는 방법을 제시하였다. 기존의 정량적 접근이 부족한 점을 개선하였으나 실질적으로 사용하기에는 다소 주관적 판단이 개입

될 수 있다. 조민관 외(2006)은 서울시에 소재한 20년이 경과한 중고등학교 84개교 148개동을 대상으로 설비시스템의 노후도 평가 방법을 제시하고 개보수의 범위를 제시하였다.<sup>8)</sup> 교육시설의 유지관리 서비스 측면에서 신승우(2015)는 교육시설물에서 제공하는 시설물 서비스 기능의 적절한 평가를 위해 서비스 수준 인지에 영향을 미치는 유지관리 항목들을 도출하고, 이를 적절한 범주로 설정하여 유지관리 체계를 구축하기 위한 범주별 영향요인을 제시하고 타당성을 통계적으로 검증하였다. 이와 같이 기존 다양한 시설물에 대한 노후도 판정 연구가 진행되었으나 주택재건축 판정 기준에 사용되는 기준을 적용하고 있는 실정이다.

II-2. 일본의 국립대학교 시설성능 평가 지표 분석

일본 정부에서는 교육연구 수준의 향상, 안전성 확보, 시설 수준의 유지 향상을 위하여 교육연구 시설의 확충 및 노후 시설의 재생 정비를 추진하고

표 1. 일본의 국립대학교 시설성능 평가 지표 분석

대항목(가중치)	중항목(가중치)	소항목(가중치)	평가항목
1. 저탄소화에 관한 지표 (2)	1.1 단열성, 일사 차폐 성능 (0.5)	-	외벽, 창문 단열 성능
	1.2 설비의 고효율화 (0.4)	1.2.1 개별 공조 (0.4)	개별 공조 방식의 전열 교환기 구성 비율, 열원기
		1.2.2 중앙식 공조 (0.3)	중앙 방식의 에너지절약 기법 도입 수
		1.2.3 조명 설비 (0.3)	조명 효율, 제어 방법
1.3 자연 에너지 이용 (0.1)	-	자연 에너지 도입 수	
2. 내진에 관한 지표 (2)	2.1 구조 내진 지표 (0.8)	-	IS치
	2.2 비 구조 부재 (0.2)	-	비 구조 부재 내진화 대응 수
3. 노후에 관한 지표 (2)	3.1 마감재의 노후도 (0.5)	3.1.1 지붕 (0.3)	경과년수, 재료, 안전성, 노후화정도
		3.1.2 외벽 (0.4)	
		3.1.3 외부창호 (0.3)	
	3.2 전기설비의 노후도 (0.2)	3.2.1 수변전 설비 또는 간선 설비	경과년수, 재료, 안전성, 노후화정도, 기능성
	3.3 기계설비의 노후도 (0.2)	3.3.1 급수 설비 (0.5)	경과년수, 재료, 노후화정도, 기능성
3.3.2 냉난방기 설비 (0.5)		경과년수, 재료, 안전성, 노후화정도, 기능성	
3.4 법령 적합 (0.1)	-	현행 법령에 적합하지 않은 항목 수	
4. 거주 환경에 관한 지표 (2)	4.1 실내 환경 (0.6)	4.1.1 온냉감각 (0.4)	지장이 되는 항목 수
		4.1.2 조도 (0.4)	조도
		4.1.3 자연환기 (0.2)	자연환기 유효 개구 면적
4.2 장애인 편의시설 (0.4)	-	법에 근거한 기준 항목 달성 비율	
5. 교육연구 기반에 관한 지표 (2)	5.1 교육연구 환경의 내실화 (0.3)		교육 연구 환경의 내실화에 이바지하는 대응 수
	5.2 크기 (0.3)		1인당 연구실 면적
	5.3 전기설비 (0.2)		지장이 되는 항목 수
	5.4 정보통신 기반 (0.2)		지장이 되는 항목 수

있다. 교육시설의 계획적인 시설 정비를 추진하기 위한 방안의 하나로 국립대학법인 등 시설의 기능 수준에 관한 조사를 통해 국립대학시설이 갖춰야 할 성능 수준 대비 해당 건물이 어느 정도의 상태 인지를 평가하는 지표를 설정하여 시설물의 상태에 대한 평가 방법을 검토하였다.<sup>9)</sup>

일본 국립대학 시설성능 평가 지표의 경우 건물의 용도는 교사(학부 등 교사·대학원 시설·연구소 시설), 대학 도서관, 복지시설 및 기숙사(국제 교류 회관, 연구자 숙박 시설을 포함)에 대해 적용하고 부속 병원, 특수 실험 시설(방사성 동위 원소 시설, 동물 실험 시설 등), 체육관 등 실내 운동 시설에는 적용하지 않았다.

일본 국립대학교의 교사동에 대한 시설성능 평가 항목은 “건물의 기본적 성능”과 “용도에 따라서 필요한 성능” 항목으로 구분되며, 각각의 항목에는 대항목, 중항목, 소항목으로 구분하여 지표를 설정하고 대·중·소 항목간 구분을 위하여 항목 앞에 코드 번호를 부여한다.(표 1 참조)

각 평가항목은 가중치를 설정하여 중요도를 정하고 있다. 대항목의 가중치는 각 2점이며 만점인 경우 100점(10.0점×2가중치×5항목)이다. 각 중항목과 소항목에서 해당 항목들의 가중치의 합은 1이다.

각 평가항목에 대한 종합 평가점수를 4단계, 즉, 80점 이상은 A, 50점 이상 80점 미만은 B, 30점 이상 50점 미만은 C, 30점 미만은 D로 4 등급으로 구분하고 각 등급별로 시설물의 성능을 판단한다.

본 연구에서는 일본의 국립대학교 시설물의 노후도 평가 방법을 고려하여 건물용도를 초·중등 교사로 한정하고 국내 초·중등 교육시설에 적용이 가능한 지표와 방법을 정립하였다.

### III. 국내 초·중등학교 노후도 평가 지표와 방법 개발

국내 초·중등학교시설의 노후도 평가에 적합한 지표는 약1만 2천여개에 달하는 수많은 학교에 동일한 척도로 적용할 수 있도록 단순화하고 정량화

8) 조민관, 조창근, 박중수, 학교건물 건축설비시스템의 노후도 평가 기준마련을 위한 기초연구. 교육시설, 제13권4호, 2006, pp.15-23.

9) 大學施設の性能評価システム, 國立教育政策研究所, 2010

할 수 있어야 한다. 즉, 학교시설은 그 수가 많고 전국적으로 분포해 있기 때문에 다수의 평가 대상 학교에 따른 평가업무의 부담을 줄이고, 조사자에 의한 정성적 평가를 지양하기 위하여 평가항목을 가능한 한 정량화하기 위하여 법적기준이나 설계도서, 학교현황 등 정량적인 지표를 개발하여야 한다.

따라서, 본 연구에서는 이러한 조건에 부합하도록 지표를 크게 5개의 대항목, 즉, 저탄소화, 내진, 노후, 거주환경, 교육연구로 구분하고 대·중·소 지표들 단순화하고 정량화하여 학교시설물의 노후도를 평가할 수 있도록 지표를 개발하였다.<sup>10)</sup>

#### III-1. 저탄소에 대한 성능지표

저탄소에 대한 성능지표는 건물의 외피 성능(외벽·창문, 지붕 등 건물의 외부에 면한 부분의 열적 성능)을 평가한다. 여기에서는 수준이 낮을수록 단열 성능이 떨어짐을 나타낸다.

##### 1) 단열성, 일사 차폐 성능의 단계 (Code 1.1)

단열성, 일사 차폐 성능은 “에너지절약설계기준” 개정에 따른 단열두께 기준에 따라 해당 시설물의 준공연도를 기준으로 재정립하여 배점한다. 평가기준은 표 2와 같다.

표 2. 단열성, 일사 차폐성능의 평가 단계

수준	단열성, 일사차폐 성능 사양기준
레벨 1	값 < 80점
레벨 2	80점 ≤ 값 < 100점
레벨 3	100점 ≤ 값 < 120점
레벨 4	120점 ≤ 값

단열은 시행일에 따른 기준을 적용하여 표 3과 같이 배점한다.

표 3. 단열성, 일사 차폐성능의 평가 방법 ①

연도	조치사항	배점
제2015-1108호 (시행일2015.12.31.)	거실의 외벽 · 외기에 직접 면하는 경우 공동주택 외 125mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 공동주택 외 85mm(가등급) 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 · 외기에 직접 면하는 경우 바닥방인 경우 175mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 바닥방인 경우 115mm(가등급) 등	65

10) 본 논문의 저자가 참여한 한국교육개발원(2016), 초·중등학교 노후시설 개선방안 연구(교육환경개선사업 발전 방향 모색)에서 지표들을 발췌하여 설명을 보강함.

연도	조치사항	배점
제2014-957호 (시행일2014.12.30.)	거실의 외벽 · 외기에 직접 면하는 경우 120mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 80mm(가등급) 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 · 외기에 직접 면하는 경우 바닥방인 경우 140mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 바닥방인 경우 85mm(가등급) 등	55
제2010-371호 (시행일2010.6.10.)	거실의 외벽 · 외기에 직접 면하는 경우 85mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 60mm(가등급) 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 · 외기에 직접 면하는 경우 바닥방인 경우 105mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 바닥방인 경우 70mm(가등급) 등	45
제2001-118호 (시행일2001.5.11.)	거실의 외벽 · 외기에 직접 면하는 경우 65mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 45mm(가등급) 최상층에 있는 거실의 반자 또는 지붕 · 외기에 직접 면하는 경우 바닥방인 경우 90mm(가등급) · 외기에 간접 면하는 경우 바닥방인 경우 55mm(가등급) 등	35
2001.5.11이전	학교건축물의 에너지절약 설계기준	0

또한, 에너지효율등급 유무 및 유리창의 종류로 구분하여 표 4와 같이 배점한다.

표 4. 단열성, 일사 차폐성능의 평가 방법 ②

지역	조치 상황	배점
에너지효율등급 유무	에너지효율등급 3등급 이상	50
	에너지효율등급 3등급 이하	25
유리창의 종류	없음	0
	이중창	20
	단창(일반유리 또는 복층유리)	0

단열성, 일사 차폐 성능의 단계 (Code 1.1)의 평가 점수는 다음과 같다.

Code 1.1의 평가 점수 = 단열성, 일사 차폐성능의 평가 ① + ② + 55

### 2) 설비의 고효율화(Code 1.2)

설비의 고효율화에 대한 평가는 개별공조방식과 중앙식공조방식으로 구분하여 평가한다.

#### ① 개별공조(Code 1.2.1)

개별 공조 방식의 경우는 전열 교환기 구성 비율, 열원 기기의 효율성 등에 대하여 평가한다. 개별공조의 성능의 단계는 표 5와 같고 평가 방법은 표 6, 7과 같다.

표 5. 개별 공조 성능의 평가 단계

수준	개별공조 성능 사양기준
레벨 1	값 < 70점
레벨 2	70점 ≤ 값 < 100점
레벨 3	100점 ≤ 값 < 130점
레벨 4	130점 ≤ 값

표 6. 개별 공조 성능의 평가 방법 ①

조치 상황	배점
공조대상(공용공간 제외) 면적의 50%초과로 전열교환기를 채용	70
공조대상(공용공간 제외) 면적의 50~40%로 전열교환기를 채용	45
공조대상(공용공간 제외) 면적의 40~30%로 전열교환기를 채용	25
공조대상(공용공간 제외) 면적의 30%미만으로 전열교환기를 채용	5

1. 공조 대상 면적은 표준 층으로 산정한다.  
2. 공조 대상 면적은 공용공간을 제외한 면적으로 산정한다.

표 7. 개별 공조 성능의 평가 방법 ②

종류	조치 상황	평점
패키지 에어컨디셔너 또는 가스 히트 펌프 냉난방기	냉난방 평균 COP이2.50이상의 열원기기를 채용	60
	냉난방 평균 COP이2.00이상의 열원기기를 채용	20
	상기에 제시하는 것 이외	0

개별 공조 성능 (Code 1.2.1)의 평가 점수는 다음과 같다.

Code 1.2.1의 평가 점수 = 개별 공조 성능의 평가 방법 ① + ②

반면 중앙공조방식의 경우는 열원의 고효율화, 축열 시스템, 열부하 저감 방법, 송풍 동력 절감 방법, 제어 방법 등의 활동유무에 대하여 평가한다. 조명 설비의 경우는 LED형 램프의 사용 유무 및 전기설비의 제어 방법 활동 등으로 평가한다. 자연에너지 이용에 대해서는 신재생에너지 등의 도입 여부에 따라 평가한다.

### III-2. 내진에 관한 지표

내진 진단은 “내진설계기준” 개정에 의해 강화된 기준에 따라 해당 시설물의 준공연도를 기준으로 표 8과 같이 배점한다. 평가항목으로는 경과년수에 따른 내진설계 기준년도이다. 내진 진단은 “내진설계기준 연혁” 지표에 따른 레벨로 평가한다.

표 8. 구조 내진 성능의 단계

수준	개별공조 성능 사양기준
레벨 1	내진설계 기준 1988년 이전
레벨 2	내진설계 기준 1988년 이후 ~ 2000년 이전
레벨 3	내진설계 기준 2000년 이후 ~ 2005년 이전
레벨 4	내진설계 기준 2005년 이후

III-3. 노후에 관한 지표

노후에 관한 지표는 마감재의 노후도, 전기설비의 노후도, 기계설비의 노후도로 구분하여 평가한다. 마감재의 노후도는 지붕, 외벽, 외부창호로 분류하여 각 경과년수, 재료, 안전성, 열화정도에 대하여 표 9, 10과 같이 평가한다

표 9. 마감재의 노후도 평가 방법 (지붕(Code 3.1.1)의 경과년수 및 마감수준 평가 방법의 예)

평가방법/평가지표	경과년수/ 마감수준	면적비	항목별평가점
지붕전체에 대해 조사	년/점	%	점
해당 재료 및 경과년수에서 감점수를 조사기입, 마감수준은 건물기능에서 감점수를 조사기입	년/점	%	점
지붕의 방수재료가 2개이상 혼재하는 경우, 면적이 가장 큰 대표적인 재료를 평가. (판단하기 어려운 경우는 면적에 의해 가중평균 적용)	년/점	%	점

재료는 초·중등학교시설에서 사용 빈도가 높은 재료를 추가하여 조정한다. 경과년수는 재료별로 공공주택관리법 등에 의한 수선주기 등을 참고하여 배점한다.

표 10. 안전성 평가 방법 (지붕(Code 3.1.1)의 예)

평가항목	평가방법/평가지표
난간, 펜스 등 전도의 위험성이 있는 개소가 없는가?	0: 해당하는 개소가 없음(1.2m기준 이상) -10: 해당하는 개소가 조금 있음(1.2m 기준이하) -20: 해당하는 개소가 많음(난간 없음)
재료명기입 ( )	보행지붕의 경우는 난간의 높이(1.2m기준), 보행지붕이 아닌 경우(박공지붕 등)는 0으로 한다

노후화 현상의 평가 방법은 표 11과 같다. 마감재의 노후도 점수는 100점에서 경과년수, 마감수준, 안전성, 노후화현상 점수를 감하여 산정한다. 전기설비의 노후도 역시 수변전 설비, 간선설비로 구분하여 경과년수, 재료, 안전성, 열화정도에 대하여 평가하며, 기계설비의 노후도는 급수설비, 냉난방 설비로 구분하여 평가한다.

III-4. 거주환경에 관한 지표

거주환경에 관한 지표는 실내환경, 장애인편의시설 설치로 구분하여 평가하며, 실내 환경은 온냉감

표 11. 의 노후화 현상 평가 방법 (예: 지붕(Code 3.1.1))

구분	평가항목	평가방법/평가지표	점수	항목별평가점
a 보행지붕	①누수(-20점)	누수가 있는가 0: 해당하는 현상이 없음 -10: 해당하는 현상이 조금 있음(1개소) -20: 해당하는 현상이 많음(2개소 이상)	점	(-50점) 점
	②갈라짐(-20점)	갈라짐이 있는가(100㎡당) 0: 해당하는 현상이 없음 -10: 해당하는 현상이 조금 있음(2개소 이하) -20: 해당하는 현상이 많음(3개소 이상)	점	
	③표면박리(-10점)	표면박리가 있는가 (전체면적) 0: 해당하는 현상이 없음 -5: 해당하는 현상이 조금 있음(10% 미만) -10: 해당하는 현상이 많음(10% 이상)	점	
b 비보행지붕	①누수(-30점)	누수가 있는가 0: 해당하는 현상이 없음 -15: 해당하는 현상이 조금 있음(1개소) -30: 해당하는 현상이 많음(2개소 이상)	점	(-50점) 점 (-50점) 점
	②파손, 손상, 박리(-20점)	파단, 손상, 박리가 있는가 (전체면적) 0: 해당하는 현상이 없음 -10: 해당하는 현상이 조금 있음(10% 미만) -20: 해당하는 현상이 많음(10% 이상)	점	
	①누수(-30점)	누수가 있는가 0: 해당하는 현상이 없음 -15: 해당하는 현상이 조금 있음(1개소) -30: 해당하는 현상이 많음(2개소 이상)	점	
	②부식, 손모(-20점)	부식, 손모가 있는가 (전체면적) 0: 해당하는 현상이 없음 -10: 해당하는 현상이 조금 있음(10% 미만) -20: 해당하는 현상이 많음(10% 이상)	점	

(참고) ● 누수, 파단, 손상에 관해서는 드레인주변을 포함하여 방수에 대해서 조사  
● 비보행지붕(노출방수 등)의 경우는 방수시트를 조사  
● 보행지붕(방수누름콘크리트 등)의 경우는 방수누름콘크리트 등을 조사  
● 재료, 공법이 혼재된 경우는 면적이 가장 큰 대표적인 재료, 공법을 평가. 판단하기 어려운 경우는 방수누름콘크리트방수, 박공(아스팔트싱글)지붕재료의 각부분의 면적비에 의해 가중평균에 의해 구한다

각, 조도, 자연환경으로 구분하여 평가한다.

실내 환경중 온냉감각은 온냉감각에 대해서 지장이 되는 항목수에 따라 평가하며, 구체적인 온냉감각의 단계와 평가방법은 표 12와 13과 같다.

표 12. 온냉감각의 단계

수준	내용
레벨 1	온냉감각에 대해서 지장이 되는 항목이 3개 이상
레벨 2	온냉감각에 대해서 지장이 되는 항목이 2개
레벨 3	온냉감각에 대해서 지장이 되는 항목이 1개
레벨 4	지장이 되는 항목이 없다

표 13. 온냉감각의 평가 항목

세부 항목 내용
난방 시설이 없던지 난방 시설이 있지만 설비의 능력에 문제가 있어 실이 따뜻하지 않다.
냉방 설비가 없던지 냉방 설비가 있지만 설비의 능력에 문제가 있어 실이 시원하지 않다.
실온 제어가 불가능 하다.
창문이나 벽에 단열이 부족하여 실내에 온도의 기복이 생겨 국소적으로 불쾌한 상황(여름철 옥상·외벽·창문의 복사열, 겨울철 콜드 드래프트 등)이 생긴다.
냉난방 시간의 제어가 필요한 지역(조닝) 단위로 할 수 없다.
상기 이외의 차질이 빚어지고 있다.

조도는 학교보건법에 따른 필요 조도에 대하여 평가하며 학교에서 정기적으로 실시하는 환경위생 관리 현황에서 집계된 조도를 기준으로 평가하며 조도의 단계는 표 14와 같다.

표 14. 조도의 단계

수준	내용
레벨 1	[조도] < 300lx
레벨 2	300lx ≤ [조도] < 500lx
레벨 3	500lx ≤ [조도] < 600lx, 또는 1,000lx ≤ [조도]
레벨 4	600lx ≤ [조도] < 1,000lx

자연환기의 경우는 개폐 가능한 창문이 충분히 마련되어 있는지 여부를 평가하기 위하여 도면을 통해 자연환기 유효 개구부면적의 비율을 평가한다. 자연환기의 단계는 표 15와 같다.

표 15. 자연환기의 단계

수준	내용
레벨 1	레벨 2를 만족시키지 않는다.
레벨 2	창문이 개폐 가능한 거실에서, 자연환기 유효 개구부면적이 거실 바닥면적 1/20 이상
레벨 3	창이 개폐 가능한 거실에서, 자연환기 유효 개구부면적이 거실 바닥면적 1/15 이상
레벨 4	창문이 개폐 가능한 거실에서, 자연환기 유효 개구부면적이 거실 바닥면적 1/10 이상

장애인 편의시설은 “장애인·노인·임산부 등의 편의증진 보장에 관한 법률(개정 2014.12.29.)”에 따라 기준 달성 항목수로 배점한다. 장애인 편의시설의 단계는 표 16과 같다.

표 16. 장애인 편의시설의 단계

수준	내용
레벨 1	레벨 2를 충족하지 않는다.
레벨 2	관련법에 따른 건축물 이동 등 원활화 기준(최소한의 수준)항목수의 6개 이상 8개미만을 충족하고 있다.
레벨 3	위의 항목수의 8개 이상 10개미만을 충족하고 있다.
레벨 4	위의 항목수의 10개 이상을 충족하고 있다.

의무 건축물지정시설로 10개(주출입구 접근로, 장애인전용주차구역, 주출입구 높이차이 제거, 출입구(문), 복도, 계단 또는 승강기, 화장실, 점자블록, 유도 및 안내설비, 경보 및 피난설비), 권장건축물지정시설로 2개(관람석, 음료대)로 항목 수를 파악한다.

그 외 교육연구 기반에 관한 지표는 학생 1인당 면적 등은 규정에 따라 전국의 학교가 유사한 결과가 도출되므로 변별력이 낮고, 평가항목이 정성적인 경우가 많아 제외한다.

#### IV. 노후도 평가 방법을 적용한 사례 분석

##### IV-1. 사례 대상학교 선정

제안한 초·중등학교시설물의 노후도 평가 방법에 대한 검증을 위하여 실제 사례학교 2곳을 선정하여 비교·평가하고 시사점을 도출하였다. 사례 적용 대상 학교는 유사한 학급, 지역, 설립년도를 고려하여 동일 지역의 중학교 2개(이하 A중학교와 B중학교로 서술함)를 대상으로 본 노후도 평가 방법을 적용하였다. 조사 기간은 2016년 9월 1일부터 2주간 실시하였다. 사례 적용 대상학교의 개요는 표 17에

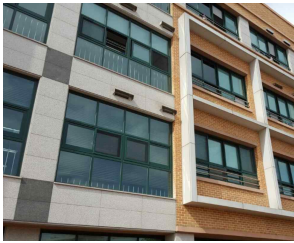
정리되었고 현황 사진은 그림 1, 2와 같다.<sup>11)</sup>

표 17. 사례 대상 학교의 개요

구분	A중학교	B중학교
지역	용인	용인
학급수	21	26
학생수	517	891
개교년도	2008	2006
사업방식	BTL	일반(재정)



<옥상>



<외관 1>



<외관 2>

그림 1. A중학교 현황 사진



<옥상>



<외관 1>



<외관 2>

그림 2. B중학교 현황 사진

11) 본 논문의 저자가 참여한 한국교육개발원(2016), 초·중등학교 노후시설 개선방안 연구(교육환경개선사업 발전 방향 모색)에서 수행한 노후시설 현황조사를 위한 대상 학교들 중에서 본 연구에 필요한 학교를 발췌하여 노후도 평가 방법을 사례에 적용함

#### IV-2. 사례 대상 학교의 노후도 평가

사례 대상 중학교의 노후도 분석 점수는 표와 같다. A중학교는 노후도 평가 점수가 90.8점으로 B중학교의 노후도 평가 점수 80.5점보다 높게 나타났다.

유사한 시기에 개교한 2개의 대상학교에서 노후정도가 차이나는 원인은 예방보전을 실시하고 있는 BTL학교의 경우가 일반(재정)학교에 비해 노후정도의 진척이 비교적 낮게 나타났기 때문으로 판단된다. 특히 노후도를 평가하는데 있어 가장 중요한 지표가 되는 “노후에 관한 지표” 항목에서 BTL학교인 A중학교는 일반(재정)학교인 B중학교에 비해 매우 높은 평가점수를 받았다. A중학교의 경우 노후에 관한 지표에서 38.8점을 기록한 반면, B중학교의 경우는 33.6점을 기록하였다.

#### IV-3. 경과년수를 반영한 노후도 평가 보정

본 연구의 노후도 평가 지표에서는 평가업무 부담경감을 위하여 단순화와 정량화를 목표로 경과년수를 적용하는 항목이 일부 포함됨에 따라 2개 대상학교의 경과년수를 동일하게 하여 노후정도와 지표를 검증하였다. B학교의 개교년도를 A학교와 동일하게 2008년도로 가정하여 평가를 실시한 결과 내진에 관한 지표에서는 설계시점이 2005년 이후로 동일하여 16점에서 20점으로, 노후도에 관한 지표는 33.6점에서 36.4점으로 평가점수가 높아져 전체 80.5점에서 87.3점으로 평가점수가 높아졌다. 특히, 노후도에 관한 지표에서 경과년수에 대한 평가지표 중 10년이 변곡점인 수변전, 냉난방기 등에 대해서 평가 점수가 각각 0.3~0.4점 높아졌으나, 지붕, 외벽, 창호 등 마감재 노후도지표에는 영향을 주지 않았다.

따라서 일부 지표(내진에 관한 지표와 노후에 관한 지표)에서 경과년수를 기준으로 평가하는 항목이 있어, 일반(재정)학교인 B학교의 개교년도가 BTL학교인 A학교 보다 빨라, 불이익이 있을 수 있고 이를 동일한 년도로 보정하여 분석한 결과도 BTL학교의 경우가 높은 점수를 받는 것으로 나타났다. 이는 일반(재정)학교보다 BTL학교는 예방보전적 차원의 유지관리를 추진하고 있어 상대적으로 노후도가 낮을 것으로 판단되며 본 사례 연구를 통하여 제안한 노후도 평가 방법이 타당함을 검증하였다.



표 20. 사례 대상 학교의 노후도 평가

대항목	중항목	소항목	A중학교			B중학교		
			소항목 점수	중항목 점수	대항목 점수	소항목 점수	중항목 점수	대항목 점수 (보정)
1. 저탄소화에 관한 지표	1.1 단열성, 일사 차폐 성능	항목없음	-	3.0	7.0	-	4.0	6.5
	1.2 설비의 고효율화	1.2.1 개별 공조	5.6	3.2		2.8	2.1	
		1.2.2 중앙식 공조				2.4		
		1.2.3 조명 설비						
1.3 자연 에너지 이용	항목없음	-	0.8	-	0.4			
2. 내진에 관한 지표	2.1 구조 내진 지표	항목없음	-	10.0	20.0	-	8 (10.0)	16 (20.0)
3. 노후에 관한 지표	3.1 마감재의 노후도	3.1.1 지붕	2.4	4.7	38.8	1.8 (1.8)	4.1 (4.1)	33.6 (36.4)
		3.1.2 외벽	4.0			4.0 (4.0)		
		3.1.3 외부창호	3.0			2.4 (2.4)		
	3.2 전기설비의 노후도	3.2.1 수변전설비	5.0	2.0		4.0 (5.0)	1.6 (2.0)	
		3.2.2 간선 설비	5.0			4.0 (5.0)		
	3.3 기계설비의 노후도	3.3.1 급수 설비	5.0	3.0		5.0 (5.0)	2.7 (3.0)	
3.3.2 냉난방기기 설비		5.0	4.0 (5.0)					
4. 거주환경 에 관한 지표	4.1 실내 환경	4.1.1 온냉감각	2.4	4.3	15.0	3.2	4.8	14.4
		4.1.2 조도	3.2			3.2		
		4.1.3 자연환기	1.6			1.6		
	4.2 장애인 편의시설	항목없음	-	3.2		-	2.4	
5. 교육연구 기반에 관한 지표	5.1 교사 기능의 내실화	항목없음	-	2.5	10.0	-	2.5	10.0
	5.2 교육여건	항목없음	-	2.5		-	2.5	
	5.3 전기설비	항목없음	-	2.5		-	2.5	
	5.4 정보통신 기반	항목없음	-	2.5		-	2.5	
		합계			90.8			80.5 (87.3)

V. 결론

현재 학교시설물의 유지관리를 비롯한 점검 및 관리는 시·도교육청에서 형식적으로 점검하고 있어 재난발생위험에 적기대응이 곤란하고, 학교 시설에 대한 안전대책의 수립이 지연되는 등 관리가 부실한 실정이다. 또한 교육환경개선사업비가 노후정도와 관계없이 산정되는 등 비합리적으로 결정되고 있다.

이에 본 연구는 수많은 초·중등학교 시설물에 적용할 수 있는 동일하고 단순한 정량적 지표를 개발하여 객관적으로 학교 시설물의 노후도를 판단할 수 있는 지표와 방법을 제안하고 사례 연구를 통하여 검증하였다. 따라서 본 연구의 결과인 노후도 평가 지표와 방법을 국내 초·중등학교 시설물의 노후

도 평가에 적용한다면 다소 비합리적으로 운영되고 있는 교육환경개선 대상 학교의 정성적인 평가에 따른 대상 학교의 선정을 탈피하여 교육환경개선비를 체계적이고 합리적으로 배분하여 집행하고 관리할 수 있을 것이다.

국문초록

시설물의 유지관리란 시설의 구조적, 기능적, 미적 성능을 보전하는 것이다. 이를 통하여 시설물을 이용하는 사람들의 일상적인 편의와 안전을 확보할 수 있도록 하여야 한다. 그러나 준공당시의 시설물은 시간이 지남에 따라 노후화되고 초기의 기능을 확보하는데 어려움을 갖게 된다.

현재 시·도교육청은 학교시설물의 유지관리를 비롯한 점검 및 관리를 형식적으로 수행하고 있어 재난발생위험에 적기대응이 곤란하고, 학교 시설에 대한 안전대책의 수립이 지연되는 등 관리가 부실한 실정이다. 또한 교육환경개선비가 배분기준과 달리 산정되는 등 비합리적으로 결정되고 있다.

이에 본 연구는 수많은 초·중등학교 시설물에 적용할 수 있는 동일하고 단순한 정량적 지표와 방법을 개발하여 객관적으로 학교 시설물의 노후도를 판단할 수 있는 방안을 제안하고 사례 연구를 통하여 검증하였다.

### 참고문헌

1. 감사원, 감사결과보고서-학교 안전관리(시설·교육) 실태-, 2015.
2. 김용인, 신경희, 이찬식, 노후 공공건축물의 리모델링 우선순위 결정 절차 및 방법. 대한건축학회 논문집-구조계, 제19권 3호, 2003, pp.107-114.
3. 김정현, 김관영, 김진욱, 이상호, 기존 학교 건축물의 노후도 판단방법 및 재건축기준. 대한건축학회 지회연합회 학술발표대회논문집, 2012, pp.339-342.
4. 김형은, 초·중등학교 노후시설 개선방안 연구(교육환경개선사업 발전방향 모색), 한국교육개발원, 2016.
5. 박길범, 박준모, 김옥규, 농촌주택의 노후도 평가요소 도출을 위한 기초연구, 한국건축시공학회 학술.기술논문발표회 논문집, 14권 2호(통권 제27호), 2014. pp.107-108.
6. 박률, 공동주택 배관 노후도 평가에 관한 연구, 대한건축학회지회연합회 논문집, 대한건축학회지회연합회, 제13권 1호 (통권45호), 2011, pp.197-214
7. 서치호, 최민권, 최수경, 전현규, 신상태, 권용균. (2001). 교육시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(I). 교육시설, 8권 3호, pp.7-14.
8. 서치호, 최민권, 최수경, 전현규, 신상태, 권용균, 교육시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(I). 교육시설, 제8권 3호, 2001, pp.7-14.
9. 서치호, 최민권, 최수경, 오세출, 교육시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(II). 교육시설, 제10권5호, 2003, pp.15-22.
10. 서치호, 최민권, 최수경, 오세출, 권용균, 교육시설의 리모델링을 위한 구성재료의 노후화 판정기준 작성(III). 교육시설, 제11권1호, 2004, pp.15-23.

11. 신승우, 이준성, 손정욱, 교육 시설물의 선제적 노후화 관리를 위한 유지관리 서비스 수준의 인지요인 도출, 한국건설관리학회 논문집, 한국건설관리학회, 제16권 3호, 2015, pp.24-35.
12. 이병태, 최무현, 현택수, 공동주택의 기능적 노후도의 평가에 관한 연구, 대한건축학회 학술발표대회 논문집-계획계, 제17권2호, 1997, pp.145-151.
13. 이병태, 현택수, 정의용, 노후공동주택의 거주성능평가요소에 관한 연구, 대한건축학회 논문집-계획계, 제20권2호, 2004, pp.79-86.
14. 조민관, 조창근, 박종수, 학교건물 건축설비시스템의 노후도 평가 기준마련을 위한 기초연구. 교육시설, 제13권4호, 2006, pp.15-23.
15. 조성희, 이태경, 오덕성, 고층고밀 아파트단지의 노후특성 평가 연구. 한국주거학회논문집, 제20권6호, 2009, pp.89-99.
16. 조성희, 이태경, 고층고밀 아파트단지의 노후도 평가지표 개발. 한국주거학회논문집, 제20권4호, 2009, pp.131-142.
17. 한국시설안전공단, 건축물의 재건축 판정을 위한 평가방안, 2000.
18. 한국시설안전공단, 재건축 판정을 위한 안전진단 기준 및 절차에 관한 연구, 2003.
19. 현택수, 이병태, 노후공동주택의 거주성능 평가에 관한 사례 연구. 한국주거학회논문집, 제17권 2호, 2006, pp. 77-85.
20. Then, D.S.S. and Tan, T.H., Assessing Building Performance-An Integrated Model, Proceedings of CIB World Building Congress 2004, Toronto, Ontario, Canada, 1-7 May, 2004, Session CIB T5S1, pp.1-9.

(논문투고일 : 2017.06.28, 심사완료일 : 2017.07.21,  
 게재확정일 : 2017.07.28.)