

教育施設の 리모델링을 위한 構成材料의 老朽化 判定基準 作成(Ⅱ)

- 主要 構造部材의 老朽度 綜合判定方法 提示 -

Evaluation Method of Deterioration Grade for Remodeling Old Educational Facilities (Ⅱ)

- Synthetic Judgment Method of Deterioration Grade of Structural Components -

徐致焯* 崔民權**
Seo, Chee-Ho Choi, Min-Kwon
崔壽炅*** 吳世出****
Choi, Soo-Kyung Oh, Se-Chul

Abstract

Deterioration of the educational facilities built before 1985 is a serious situation. The purpose of this study is to present the efficient remodeling method of old educational facilities. This paper, part II, presents the systemic and synthetic judgment method of deterioration grade of structural components. Deterioration grade of the whole structural components are judged by synthetic evaluation score which is the total of the score of ten evaluation items. And we added the importance coefficient of the viewpoint of four performance to each evaluation item.

키워드: 노후 교육시설, 구조부재, 노후도, 종합판정방법

Keywords: old educational facilities, structural components, deterioration grade, synthetic judgment method

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

국내 초등학교 및 중학교 시설은 대개 1985년

이전의 양적 팽창시기에 건립되어 노후화가 심각한 지경에 이르고 있다. 또한 이들 노후 교육시설의 대부분은 종래의 편복도형으로 설계되어 제7차 교과과정을 수행하는데 커다란 장애요인이 되고 있는 실정이다.

본 연구는 전국에 산재되어 있는 노후 교육시설

* 정회원, 건국대 건축공학과 교수, 공학박사
** 정회원, 계명대 건축공학과 교수, 공학박사
*** 정회원, 한서대 건축공학과 조교수, 공학박사
**** 정회원, 한서대 건축공학과 외래교수, 공학박사

* 본 연구는 한국과학재단 2000년 목적기초연구(과제번호 2000-1-31000-006-3) 지원으로 수행되었음.

에 대한 합리적인 리모델링기법을 제시함으로써, 낙후된 교육시설의 재활용은 물론 현행 교과과정을 효율적으로 실현할 수 있는 공간으로서 재창출하는 것을 목적으로 하고 있다.

본 논문에서는, 선행연구를 통해 보고한 바 있는 국내 교육시설의 구성재료·구법에 관한 성능개선 요구에 기초하여, 교육시설의 주요 구조부재에 대한 노후화를 보다 객관적이고 체계적으로 판정할 수 있는 방안을 검토하여 제시하고자 한다.

1.2 연구의 방법 및 범위

현재 국내 교육시설에는 철근콘크리트조와 철골조의 2종류 구조형식이 적용되고 있다. 그러나 철골조의 경우에는 교육시설에 도입되기 시작한지 얼마 되지 않아 아직 그 수가 적고 신축 후 10년 이상 경과한 시설도 없다. 따라서 본 연구에서는, 구성재료·부재의 노후화 문제가 현실적으로 대두되고 있는 철근콘크리트조를 대상으로, 보다 체계적이고 종합적인 노후도 판정방법을 정립하기로 하였다.

건물의 노후화를 파악하기 위한 평가항목은 그 목적이나 방법 등에 따라 상당히 많은 항목으로 세분할 수 있지만, 본 연구에서는 이들 항목을 크게 “건물의 기울기 및 기초 침하”, “구조물의 내하력”, “구조재료의 내구성”의 3그룹으로 나누어 각각의 평가항목을 설정하였다. 각 그룹별 평가항목을 표 1에 나타낸다.

표 1. 주요 구조부재의 노후도 평가항목

평가항목		조사·측정방법
기울기/침하	건물의 기울기	건물의 기울기 측정(횡변위)
	기초의 침하	전체 및 부동 침하량 측정
내하력	콘크리트의 강도	압축강도 측정(비파괴 시험)
	철근의 배근상태	배근간격·피복두께 측정
	부재의 단면치수	단면치수 실측
	부재의 처짐	휨부재에 대한 처짐을 측정
내구성	콘크리트 중성화	피복두께에 따른 중성화 깊이 측정
	철근의 부식	철근의 부식상태 측정(자연전위)
	부재의 균열	균열 폭·형상·분포 등을 측정
	표면의 노후화	바리·박락·단면결손·철근노출 조사

2. 주요 구조부재의 노후도 평가방법

2.1 주요 구조부재의 노후도 평가절차

주요 구조부재의 노후화를 보다 체계적으로 파

악하기 위해, 각 평가항목별로 조사 또는 측정을 실시하고, 그 결과를 토대로 항목별 노후화 상황을 a~e의 5등급으로 구분하여 평가하기로 하였다. 또 각 항목별 평가등급은 노후도의 정량적 판정을 위해 등급점수로써 환산하기로 하였다.

주요 구조부재의 노후도에 대한 종합적인 판정은, 우선 구조안전성·일상안전성·기능성·미관의 4가지 관점에서, 각 평가항목별 등급점수에 중요도계수를 곱하여 성능점수를 산출한 후 성능분류별로 합산하고, 이들 성능점수의 합과 성능분류별 가중치계수를 곱한 총점으로서 구조부재 전체의 노후화 정도를 파악하기로 하였다.

또한 각 평가항목별 중요도계수 및 성능분류별 가중치계수는, 각각의 성능에 미치는 영향과 구조부재로서의 기능을 우선적으로 고려하여 설정하기로 하였다.

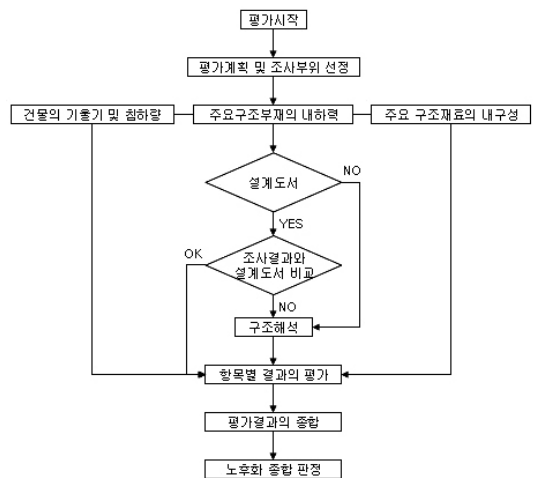


그림 2. 주요 구조부재의 노후도 평가절차

2.2 항목별 노후도 평가방법

1) 건물의 기울기 및 기초의 침하

(1) 건물의 기울기

건물의 기울기는 건물 최상단의 횡변위를 건물 높이로 나눈 각변위로서 평가하기로 하였다. 평가등급별 판정기준은, a등급의 경우에는 현행 안전진단 세부지침 등을 참고하여 1/750 이내를 설정하였다. b등급은 구조물의 균열발생 한계로 구조설계시 횡변위 제어값인 1/500 이내를 설정하였으며, c등급은 칸막이벽에 최초 균열이 발생하는 1/300 이내를 설정하였다. d등급은 건물의 경사를 육안으로

감지할 수 있고 조적벽에 일부 균열이 발생하는 1/200 이내를 설정하였다. 그리고 d등급을 초과하는 경우를 e등급으로 설정하였다. 건물의 기울기에 대한 등급별 판정기준을 표 2에 나타낸다.

표 3. 건물 기울기의 판정기준

등급	건물의 기울기	내 용
a	1/750 이내	예민한 기계 기초의 위험 침하 한계
b	1/500 이내	구조물의 균열 발생 한계
c	1/300 이내	칸막이벽에 최초 균열 발생
d	1/200 이내	건물 경사 감지, 조적벽 일부 균열 발생
e	1/200 초과	구조물의 위험 상태

(2) 기초의 침하

기초의 침하는 구조물의 종류·크기·위치·용도 등 수많은 요인에 영향을 받으며, 이들 요인에 의해 발생하는 건물의 균열이나 손상을 최소한도로 줄이기 위한 경험적 기준이 많이 제시되어 있다.

본 연구에서는 이러한 기준들을 참고하여, 기초의 침하량을 건물의 전체 침하량과 두 측정점간의 각변위(δ/ℓ)에 의한 부동 침하량에 따라 a~e의 5등급으로 구분하여 설정하였다. 기초의 침하량에 대한 등급별 판정기준을 표 3에 나타낸다.

표 4. 기초 침하량의 판정기준

등급	기초의 침하 상태		비 고
	전체 침하	부동 침하	
a	침하 없음	$\delta_{max} \leq \ell/750$	기초 침하량의 등급은 전체 침하와 부동 침하 중에서 낮은 등급 선정
b	$\delta \leq 2.5cm$	$\ell/750 < \delta_{max} \leq \ell/500$	
c	$2.5cm < \delta \leq 5cm$	$\ell/500 < \delta_{max} \leq \ell/300$	
d	$5cm < \delta \leq 10cm$	$\ell/300 < \delta_{max} \leq \ell/200$	
e	$10cm < \delta$	$\ell/200 < \delta_{max}$	

[비고] ℓ : 두 측정점간의 거리

2.2 구조물의 내하력

1) 콘크리트의 압축강도

콘크리트의 압축강도는 주요 구조부재의 내하력 판정을 위한 중요한 요인이지만, 아직 경화 후의 콘크리트에 대한 압축강도를 정확히 측정하기는 곤란한 실정이다. 일반적으로 경화콘크리트의 압축강도는 코어를 채취하여 측정하거나, 비파괴시험을 통해 추정하고 있다. 이 중 코어채취에 의한 방법은 리모델링 후의 재사용을 전제로 할 경우 그다지 효과적인 방법이라고 할 수 없다. 따라서 본 연구에서는 슈미트해머와 초음파장비를 이용한 비파괴 시험을 통해 압축강도를 추정하는 것으로 하였다.

콘크리트의 압축강도에 대한 등급은, 비파괴시험으로 추정한 압축강도와 해당 건물의 신축당시 설계기준강도를 비교하여 a~e의 5등급으로 설정하였다. 각 등급별 판정기준을 표 4에 나타낸다.

콘크리트의 압축강도를 판정할 때 설계도서가 있다면 큰 문제가 없지만, 실제 노후 교육시설의 대부분은 사용연한이 오래되어 신축당시의 설계도서를 구비하지 못하고 있는 것이 현실이다. 이처럼 신축당시의 설계도서가 없을 경우에는, 콘크리트의 압축강도를 추정하더라도 설계기준강도와 비교를 통한 판정이 어렵게 된다. 본 연구에서는, 신축당시의 설계도서가 없을 경우에 대비하여, 신축당시의 기술적 상황을 고려한 표 5의 설계기준강도 산정값을 판정에 이용하도록 하였다.

표 5. 콘크리트 압축강도의 판정기준

등급	콘크리트 압축강도	상 태
a	$F \geq F_c$	매우 양호한 상태
b	$F \geq F_c$	필요시 약간의 보수가 필요한 상태
c	$F_c > F \geq 0.85F_c$	즉시 보수·보강이 필요한 상태
d	$0.85F_c > F \geq 0.75F_c$	근본적 보수·보강이 필요한 상태
e	$0.75F_c > F$	사용제한이 필요한 위험한 상태

[비고] F: 비파괴시험에 의한 추정 압축강도, Fc: 설계기준강도

표 6. 신축년도에 따른 설계기준강도의 산정

신축년도	1980년 이후	1980년 이전
추정 설계기준강도	2.059kN/cm ²	1.765kN/cm ²

2) 철근의 배근상태 및 부재의 단면치수

철근콘크리트조 건물의 구조 내력을 검토하기 위해서는 주요 구조부재에 대한 철근 배근상태 및 단면치수를 검사할 필요가 있다.

철근 배근상태의 검사는 구조부재의 콘크리트를 깨서 직접 검사하는 방법과, 구조부재를 파괴하지 않고 철근탐사기와 같은 비파괴시험장비를 이용하는 방법이 있다. 철근의 위치·간격·직경·피복두께 등은 시험장비를 이용하여 비교적 정확하게 검사할 수 있으므로, 본 연구에서는 비파괴시험을 통해 철근의 배근상태를 검사하는 것으로 하였다.

부재의 단면치수는 대상부위를 실측하여 검사하는 것으로 하였다. 또한 주요 구조부재의 단면치수는 철근의 배근상태와 밀접하게 관련하여 내하력의 산정근거가 되는 만큼, 이에 대한 등급은 철근의 배근상태와 동일하게 적용하기로 하였다.

철근의 배근상태 및 부재의 단면치수에 대한 등급은, 검사한 철근 배근량 및 피복두께가 설계도서상의 규정을 상회하는 경우를 a등급 또는 b등급, 설계도서상의 규정에 미달할 경우에는 구조해석을 통해 산출한 부재별 단면내력비에 따라 c~e등급으로 구분하여 5등급으로 설정하였다. 다만, 설계도서가 없을 경우에는 단면내력비만으로 판정할 수 있도록 하였다. 철근의 배근상태 및 부재의 단면치수에 대한 등급별 판정기준을 표 6에 나타낸다.

표 7. 철근 배근상태 및 부재 단면치수의 판정기준

등급	철근의 배근상태	상 태
a	설계도서상 규정 상회 단면내력비 100% 이상	매우 양호한 상태
b	설계도서상 규정 상회 단면내력비 100% 이상	양호하지만, 필요시 약간의 보수가 필요한 상태
c	단면내력비 85% 이상	지속적인 감시와 부분적인 보수·보강이 필요한 상태
d	단면내력비 70% 이상	대규모 보수·보강이 필요하고, 사용제한이 필요한 상태
e	단면내력비 70% 이하	사용을 금지하고 철거 또는 재건축이 필요한 상태

[비고] 단면내력비=(실측값을 근거로 한 부재내력/해석응력)×100%

3) 부재의 처짐

주요 구조부재의 변형은 건물의 구조 내력상 위험을 초래할 수 있다. 주로 보·슬래브의 처짐으로 나타나는 이러한 변형은 통상 트랜짓이나 레이저변위계 등의 장비를 이용하여 측정하고 있다.

수평부재의 처짐에 대한 콘크리트구조설계기준(건설교통부, 1999)에서는, 최대 허용처짐을 $l/480$ 으로 제한하고 있다. 본 연구에서는 부재의 처짐에 대한 등급을, 측정값이 콘크리트구조설계기준에 적합한 경우를 a등급 또는 b등급, 기준에 미달할 경우에는 처짐량에 따라 c~e등급으로 구분하여 5등급으로 설정하였다. 주요 구조부재의 처짐에 대한 등급별 판정기준을 표 7에 나타낸다.

표 8. 주요 구조부재의 처짐량 판정기준

등급	부재의 처짐량	상 태
a	$\bar{w} \leq l/480$	매우 양호한 상태
b	$\bar{w} \leq l/480$	양호하지만, 필요시 약간의 보수가 필요한 상태
c	$l/480 < \bar{w} \leq l/240$	지속적인 감시와 부분적인 보수·보강이 필요한 상태
d	$l/240 < \bar{w} \leq l/150$	대규모 보수·보강이 필요하고, 사용제한이 필요한 상태
e	$l/150 < \bar{w}$	사용을 금지하고 철거 또는 재건축이 필요한 상태

[비고] \bar{w} : 측정된 처짐량, l : 보의 길이 또는 슬래브 단변길이

2.3 구조부재의 내구성

1) 콘크리트의 중성화

콘크리트의 중성화 정도는 철근콘크리트조 건물의 내구성이나 잔존수명예측 등을 위한 유용한 자료로서 활용되고 있다.

콘크리트 중성화시험에는 일반적으로 콘크리트 표면으로부터 중성화가 진행된 부분까지의 평균깊이를 측정하는 페놀프탈레인용액에 의한 측정법이 이용된다. 따라서 본 연구에서는 콘크리트 표면을 철근이 노출될 때까지 깨어내고 그 부위에 페놀프탈레인용액을 분무하여 표면으로부터 중성화가 진행된 평균깊이를 측정하는 것으로 하였다.

표 9. 콘크리트의 중성화 판정기준

중성화 깊이	피복두께		
	$D \geq D_m$	$D_m > D \geq 1/2 D_m$	$D < 1/2 D_m$
$C_t \leq 1/4 D$	a	b	c
$1/4 D < C_t \leq 1/2 D$	b	c	d
$1/2 D < C_t \leq 3/4 D$	c	d	e
$3/4 D < C_t \leq D$	d	e	e
$D < C_t$	e	e	e

[비고] C_t : 콘크리트의 중성화 깊이(mm), D : 피복두께(cm)

D_m : 철근의 최소 피복두께(cm)

콘크리트의 중성화에 대한 등급은, 대상부위의 피복두께에 따라 측정된 중성화 평균깊이를 a~e의 5등급으로 구분하여 설정하였다. 콘크리트의 중성화에 대한 등급별 판정기준을 표 8에 나타낸다.

2) 철근의 부식

콘크리트 내부에서의 철근 부식은 콘크리트표면으로부터 침투한 부식성 폐액에 의한 경우와, 콘크리트에 발생한 균열로부터 공기·수분 등이 침투하여 발생하는 녹으로 구분된다. 철근이 부식되면 콘크리트와의 부착강도가 저하되어 각종 구조 내력상의 위험을 유발하는 요인이 될 수 있다.

철근의 부식상태를 검사하는 방법에는 여러 가지가 있지만, ASTM C 876에 규정된 자연전위 측정법이 가장 보편적으로 이용되고 있다. 본 연구에서는 동 방법을 이용하여 철근의 부식 정도를 측정하는 것으로 하였다.

철근의 부식에 대한 등급은, 자연전위 측정값에 따라 a~e의 5등급으로 구분하여, 90% 확률로 부식되지 않는 한계인 -200mV까지를 a등급 또는 b등급, 90% 확률로 부식되는 한계인 -350mV까지

를 c등급으로 설정하였다. 또 부식의 진행에 따라 단면 결손이 생긴 경우에는 그 양에 따라 d등급 또는 e등급으로 설정하였다. 철근의 부식에 대한 등급별 판정기준을 표 9에 나타낸다.

표 10. 철근 부식의 판정기준

등급	자연전위(mV)	상 태
a	0<E	녹이 발생하지 않은 매우 양호한 상태
b	-200<E≤0	점녹이 광범위하게 발생된 상태
c	-350<E≤-200	면녹이 발생하고, 부분적으로 들뜬 상태
d	-500<E≤-350	광범위하게 들뜬 있고, 20% 이하의 단면 결손이 발생한 상태
e	E≤-500	20% 이상의 단면결손이 발생한 상태

[비고] E: 자연전위 측정값

3) 주요 구조부재의 균열

콘크리트의 균열은 메커니즘이 상당히 복잡하여 일률적으로 파악하기는 곤란하다. 일반적으로 균열에 대해서는 균열의 폭과 깊이, 진행정도를 측정하여 발생원인을 추정하고, 그에 따른 적절한 보수를 실시하고 있다.

본 연구에서는 기존의 연구성과 등을 참고하여, 균열에 대한 등급을 균열 폭에 따라 a~e의 5등급으로 설정하였다. 다만, 균열 폭 이외의 원인을 반영하기 위해 검사자의 기술적·경험적 판단에 의해 그 등급을 조정할 수 있도록 하였다. 또한 등급별 균열 폭의 제한을 일반 환경과 누수의 위험이 있는 환경으로 구분하여, 누수의 위험이 있는 경우에는 그 제한을 더욱 강화하여 적용하도록 하였다. 주요 구조부재의 균열에 대한 등급별 판정기준을 표 10에 나타낸다.

표 11. 주요 구조부재의 균열 판정기준

등급	균열 폭(mm)		비 고
	일반 환경	누수 위험 환경	
a	0.2 이하	0.1 이하	검사자의 기술적· 경험적 판단에 의해 등급 조정 가능
b	0.3 이하	0.1 이하	
c	0.5 이하	0.2 이하	
d	0.8 이하	0.4 이하	
e	0.8 초과	0.4 초과	

4) 표면의 노후화

주요 구조부재의 노후도를 파악하기 위한 외관 검사에서는, 주로 표면의 균열·박리·박락·단면 결손·철근노출 등의 여부를 육안으로 관찰하는 방법이 채용되고 있다. 육안관찰의 경우에는 정량

적인 결과 도출이 곤란하므로, 검사자의 기술이나 경험에 의존하여 판정하는 것이 일반적이다.

본 연구에서는 외관검사에 관한 기존의 연구성과 및 관련자료 등을 폭넓게 참고하여, 표면의 노후화에 대한 등급을 표면의 열화상황에 따라 a~e의 5등급으로 설정하였다. 주요 구조부재의 표면 노후화에 대한 등급별 판정기준을 표 11에 나타낸다.

3. 노후도 평가결과의 적용방법

3.1 평가항목에 따른 등급점수

주요 구조부재에 대한 노후도를 정량적으로 파악하기 위해, 각 항목별 평가등급을 등급점수로 환산하여 판정에 이용하기로 하였다.

표 12. 표면 노후화의 판정기준

등급	표면의 상태
a	손상이 확인되지 않는 경우
b	다소 경미한 균열과 녹물 등이 나타나는 경우 (일부의 박리, 박락)
c	균열과 녹물, 단면 결손이 나타나는 경우 (박리, 박락, 단면 결손)
d	균열과 녹물, 단면 결손이 연속적으로 나타나는 경우
e	단면 결손 및 철근 노출이 나타나는 경우

표 13. 평가등급별 등급점수

평가등급	등급점수
a(A)	100
b(B)	90
c(C)	70
d(D)	40
e(E)	0

표 14. 평가항목별 등급점수 평균값에 따른 평가등급

등급점수 평균값(Is)의 범위	평가등급
95<Is≤100	A
80<Is≤95	B
55<Is≤80	C
20<Is≤55	D
0<Is≤20	E

평가등급에 따른 점수의 산정방식에는 통상 등급간 점수차를 동일하게 부여하는 등간척도법이 이용되고 있다. 그러나 구조부재의 경우에는 낮은 등

표 15. 항목별 평가결과표

평가항목		평가등급					등급 점수
		A	B	C	D	E	
기울기 /침하	건물의 기울기						
	기초의 침하						
내하력	콘크리트 강도						
	철근의 배근상태						
	부재 단면치수						
	부재의 처짐						
내구성	콘크리트 중성화						
	철근의 부식						
	부재의 균열						
	표면의 노후화						

급일수록 점수차이를 크게 하는 것이, 일부 항목의 결함이나 손상이 클 경우에 구조적인 안전에 미치는 영향을 최대한 반영할 수 있으므로 보다 타당할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 등급별 점수를 조정하여 낮은 등급으로 갈수록 급간 점수차가 커지도록 설정하였다. 평가등급별로 설정한 등급점수를 표 12에 나타낸다.

각 항목별 평가등급을 등급점수로 환산할 때, 건물 전체에서 측정개소가 1개소인 경우에는 상응하는 등급점수를 그대로 적용하면 되지만, 측정개소(부위·부재)가 여러 곳일 경우에는 건물 전체에 대해 평가항목별로 하나의 평가등급을 도출할 필요가 있다. 이러한 경우에는, 각 개소별 측정결과로부터 환산한 등급점수의 평균값(Is)을 이용하여 항목별 평가등급(A~E)을 책정할 수 있도록 하였다. 평가항목별 등급점수의 평균값에 따른 평가등급을 표 13에 나타낸다. 그리고 평가등급으로부터 환산한 등급점수를 토대로, 주요 구조부재 전체의 노후도를 종합 평가하기 위한 기초자료로서, 표 14에 나타내는 항목별 평가결과표를 작성하였다.

3.2 건물의 성능분류와 가중치계수

주요 구조부재의 노후화는 구조 내력상의 안전에 큰 위험요소가 된다. 또한 구조부재의 노후화가 진행된다면 구조물 자체의 안전뿐만 아니라 건물의 기능이나 미관에도 좋지 않은 영향을 끼치게 된다.

본 연구에서는 주요 구조부재의 노후도를 보다 체계적으로 파악하기 위해, 부재의 노후화에 직접적인 영향을 받을 것으로 판단되는 건물의 성능으로서 구조안전성·일상안전성·기능성·미관의 4가지 성능을 설정하여, 각 관점별로 노후화 정도를 평가하기로 하였다. 이들 성능분류에 대한 정의를

표 15에 나타낸다. 한편, 각각의 성능은 노후도 판정에 있어서 동일한 비중으로 영향을 미치지 않는 것이다. 그러므로 주요 구조부재의 노후도를 종합적으로 판정하기 위해서는, 각 성능 관점에서 구조물의 안전에 영향을 미치는 정도에 따라 가중치계수를 책정하여 이를 평가에 반영하는 것이 합리적이라 생각된다. 건물의 성능분류에 따라 본 연구에서 책정한 가중치계수를 표 16에 나타낸다.

표 16. 건물의 성능분류 및 정의

성능분류	정 의
구조안전성	구조물의 노후, 외력 등에 의해 구조물 자체가 위해를 입을 위험성
일상안전성	콘크리트·마감재 낙하 등 구조안전성 이외의 위해 요소
기능성	사용자 보호를 위한 기본적 기능(누수·변형 등)의 충족 여부
미 관	건물 표면 변화(균열·오염 등)에 의한 시각적 불쾌감·불안감의 발생 여부

표 17. 성능분류에 따른 가중치계수

성능분류	구조 안전성	일상 안전성	기능성	미 관	합 계
가중치계수	0.4	0.3	0.2	0.1	Σ=1.0

3. 평가항목의 중요도계수

주요 구조부재의 노후도에 관한 각각의 평가항목은 모두 같은 비율로 건물의 성능저하에 관여하지는 않는다. 예를 들어, 구조안전성의 경우 콘크리트의 강도나 철근 배근상태의 영향이 지대한 반면, 표면의 노후화가 미치는 영향은 그다지 크지 않다.

표 17. 성능분류에 따른 평가항목별 중요도계수

평가항목		성능분류			
		구조 안전성	일상 안전성	기능성	미관
기울기 /침하	건물의 기울기	0.10	0.01	0.05	0.10
	기초의 침하	0.10	0.10	0.05	0.10
내하력	콘크리트 강도	0.20	0.05	0.20	0.05
	철근의 배근상태	0.20	0.05	0.05	0.05
	부재의 단면치수	0.10	0.05	0.10	0.05
	부재의 처짐	0.10	0.05	0.05	0.10
내구성	콘크리트 중성화	0.05	0.10	0.20	0.05
	철근의 부식	0.05	0.10	0.10	0.10
	부재의 균열	0.05	0.20	0.10	0.20
	표면의 노후화	0.05	0.20	0.10	0.20
합 계		Σ=1.0	Σ=1.0	Σ=1.0	Σ=1.0

표 18. 주요 구조부재의 노후도 종합판정표

평가항목		성능분류		구조안전성		일상안전성		기능성		미관		합계 Σ=1.0
		가중치계수		0.4		0.3		0.2		0.1		
		평가등급	등급점수	중요도계수	성능점수	중요도계수	성능점수	중요도계수	성능점수	중요도계수	성능점수	
기울기/침하	건물의 기울기	①	②	0.10	③	0.01	③	0.05	③	0.10	③	
	기초의 침하	①	②	0.10	③	0.10	③	0.05	③	0.10	③	
내하력	콘크리트 강도	①	②	0.20	③	0.05	③	0.20	③	0.05	③	
	철근의 배근상태	①	②	0.20	③	0.05	③	0.05	③	0.05	③	
	부재의 단면치수	①	②	0.10	③	0.05	③	0.10	③	0.05	③	
	부재의 처짐	①	②	0.10	③	0.05	③	0.05	③	0.10	③	
내구성	콘크리트 중성화	①	②	0.05	③	0.10	③	0.20	③	0.05	③	
	철근의 부식	①	②	0.05	③	0.10	③	0.10	③	0.10	③	
	부재의 균열	①	②	0.05	③	0.20	③	0.10	③	0.20	③	
	표면의 노후화	①	②	0.05	③	0.20	③	0.10	③	0.20	③	
(성능분류에 따른 점수의 합)				Σ=1.0	④	Σ=1.0	④	Σ=1.0	④	Σ=1.0	④	총점
(가중치계수×성능점수의 합)				⑤		⑤		⑤		⑤		

그러나 균열·박리·박락 등과 같은 표면의 노후화는 미관의 관점에서 본다면 보다 큰 영향을 미친다고 할 수 있다. 따라서 평가항목의 중요도에 따라 그 반영비율을 달리하는 것이 보다 효과적일 것으로 판단된다.

본 연구에서는 성능분류에 따른 각각의 평가항목에 대해 표 17과 같이 중요도계수를 책정하여, 주요 구조부재의 노후도를 종합적으로 판정할 때 반영할 수 있도록 하였다.

3.4 주요 구조부재의 노후도 종합판정방법

각 항목별 평가등급과 그에 따른 등급점수, 건물의 성능분류에 따른 가중치계수 및 각 평가항목별 중요도계수를 이용하여, 주요 구조부재의 노후화를 종합적으로 판정할 수 있는 노후도 종합판정표를 표 18에 나타낸다.

본 연구에서 제시하는 노후도 종합판정표의 작성방법은 다음과 같다.

- ① 각 항목별 평가등급(A~E)을 기입한다.
- ② 각 항목별 평가등급을 환산한 등급점수를 기입한다. (A=100, B=90, C=70, D=40, E=0)
- ③ 각 평가항목에 대해, 성능분류별 성능점수를 기입한다. 여기서, 성능점수는 각 항목별 등급점수에 중요도계수를 곱한 값으로 산출할 수 있다.
- ④ 각 성능분류별 성능점수의 세로 합산점수를 기입한다.
- ⑤ 각 성능분류별 성능점수의 세로 합산점수와

가중치계수를 곱한 값을 기입한다.

- ⑥ ⑤에서 구한 4개의 값(가중치계수×성능점수의 합)을 합산하여 종합평가점수(총점: Ts)를 산출한다.

노후도 종합판정표로부터 산출한 종합평가점수(Ts)가 곧 노후 교육시설의 주요 구조부재의 노후화를 정량적으로 나타내는 지표라고 할 수 있다. 그러나 실제 노후화를 평가할 경우에는, 산술적으로 나타난 수치만으로는 보수·보강의 범위, 나아가 리모델링의 적정성 여부를 가늠하기 힘들 것으로 판단된다. 즉, 주요 구조부재의 노후화 상태에 따라서는 구조 내력상 리모델링이 곤란하거나 재건축의 경우가 오히려 경제적일 수도 있는 것이다.

이에 본 연구에서는, 종합평가점수(Ts)의 범위에 따라 주요 구조부재의 노후화 정도를 I~V의 5단계 판정등급으로 구분하여, 본 연구성과의 실제 적용에 있어서 참고할 수 있도록 하였다. 종합평가점수의 범위에 따른 노후도 종합판정등급을 표 19에 나타낸다.

표 20. 종합평가점수의 범위에 따른 종합판정등급

종합평가점수(총점: Ts)의 범위	종합판정등급
95 < Ts ≤ 100	I
80 < Ts ≤ 95	II
55 < Ts ≤ 80	III
20 < Ts ≤ 55	IV
0 < Ts ≤ 20	V

4. 결 론

본 연구에서는 노후 교육시설의 주요 구조부재에 대한 노후도 판정에 있어서, 정성적 요인에 좌우되는 경향이 있고 결과의 단편성에도 문제가 있는 기존의 틀에서 탈피하여, 노후도를 보다 정량적이고 체계적으로 판정할 수 있는 방법을 제시하였다.

평가항목 하나하나에 대해서는 이미 오래 전부터 수많은 연구가 진행되어 온 만큼, 본 연구를 통해 제안하는 조사·측정방법은 이들 연구성과와 상통할 수 있다. 그러나 국내 교육환경을 고려하여 주요 구조부재의 노후화를 종합평가점수로서 객관적으로 판정할 수 있는 방법은 아직 제안된 바 없다.

본 연구성과는 향후 노후 교육시설의 리모델링을 위한 타당성 있는 평가지표로서 유용한 자료가 될 것으로 생각된다.

참고문헌

1. 서치호 외 5인, “教育施設の 리모델링을 위한 構成材料의 老朽化 判定基準 作成(I) -初等學校 施設の 개·보수이력에 관하여-”, 한국교육시설학회지, 제8권 제3호, pp.7~14, 한국교육시설학회, 2001. 7
2. 既存鐵筋콘크리트造·鐵骨造學校建物の耐力度測定方法編集委員會, “既存鐵筋콘크리트造學校建物の耐力度測定方法<改訂版>”, 第一法規, 2001. 7
3. 建築研究所, 既存マンション軀体の劣化度調査·診斷技術マニュアル(案), 建築研究所, 2001. 7
4. 建築保全センター, “建築物修繕措置判定手法”, 經濟調査會, 1999. 7
5. 建築保全センター, “建築改修工事施工監理指針”, 建築保全センター, 1996. 3