

[논문] 한국태양에너지학회 논문집

Journal of the Korean Solar Energy Society

Vol. 27, No. 4, 2007

교육시설의 실내환경 특성 분석에 관한 연구 (초등학교의 열 및 음환경 실측조사에 의한 사례연구)

조민관

강남대학교 도시건축공학부(cho803@kangnam.ac.kr)

Analysis of the Indoor Environmental Characteristics of Educational Facilities (Case Study of Thermal and Acoustical Environment of Elementary School by Field Measurement)

Cho, Min-Kwan

Department of Urban & Architectural Engineering, Kangnam University, Kyonggi, Korea(cho803@kangnam.ac.kr)

Abstract

This study is to propose the basic data for deciding remodeling of wornout educational facilities. In order of it, the indoor environmental standard, the actual conditions of thermal environment and sound insulation of walls were examined through field measurement in the subjected open elementary school(J school) and modernization model of elementary school(Y school) which they are located in Seoul. As the result, standard for indoor environmental factors of educational facilities which is established by Ministry of Education is not subdivided into indoor environmental performances considering usages and characteristics of classrooms for comfortable indoor environment. The vertical temperature difference in general classroom and in open classroom showed to be 11.2°C and 12.1°C respectively, while indoor temperature of special classroom was, on the whole, higher than that of any other classroom due to its specific heat flux of wall materials. The sound insulation performance of the masonry brick wall of classroom satisfied the minimum standard of AIJ, Architectural Institute of Japan, in the open elementary school and the modernization model of elementary school. That is to say, the movable partition wall between the classroom and the corridor disturbed students in their class in the open school.

Keywords : 교육제도(Educational Facilities), 리모델링(Remodeling), 열린학교(Open Elementary School), 현대화 시범학교(Modernization Model of Elementary School), 현장측정(Field Measurement), 쾌적환경(Comfortable Indoor Environment)

접수일자 : 2007년 10월 10일, 심사완료일자:2007년 11월 21일

교신저자 : 조민관(cho803@kangnam.ac.kr)

1. 서 론

교육시설의 노후화가 진행될수록 유지관리에 소요되는 비용의 증가는 물론, 구조안전상의 심각한 문제를 일으킬 수 있다. 더구나, 학교시설에 대한 현대화사업이 추진되기 이전에 건립된 표준설계에 의한 편복도형 교사의 경우 각 부위를 구성하고 있는 재료 및 부재, 공·구법의 보유성능에 많은 문제를 내포하고 있어 교육환경이 상대적으로 열악할 뿐만 아니라 학생이나 교직원 등의 거주안전성을 크게 위협하고 있는 실정이다.

이와 같이, 현재 교육시설 특히 초등학교의 신축 혹은 재건축이 사회적으로도 현안이 되고 있지만 최근의 경제적 여건이나 환경적·교육일정상의 제약 등으로 인해 이를 적극적으로 추진하기에는 많은 어려움이 있다. 이러한 현실 속에서 리모델링은 신축이나 재건축에 비해 공사비 절감 및 공기 단축을 도모할 수 있으며, 향후 유지관리비용을 절감하고 나아가 제7차 교과과정에 따른 기존 시설의 재배치 문제도 어느 정도 해결할 수 있는 대안으로서 강하게 대두되고 있다. 그러나, 노후 교육시설에 대한 리모델링의 수요가 가까운 장래에 급증할 것이 명확함에도 불구하고, 리모델링에 관한 국내·외 연구동향을 보면 아직은 정책적 혹은 추상적 개념 정립에 관한 것이 주류를 이루고 있다. 또한, 일부 구성재료의 노후화 판정에 관한 연구 역시 종래 재건축의 경우와 동일한 관점에서 접근하고 있어, 기존의 연구성과를 본 연구에 직접 적용하기에는 다소 무리가 있다.

이상의 관점에서, 본 연구는 실측조사에 의한 열린교육시설학교, 현대화 시범학교의 실태에 관한 것이다. 교육시설의 실내환경 특성 분석에 관한 것으로서 서울특별시 소재의 2개 초등학교(현대화 시범학교·열린교육 시설학교)를 선정하여, 실내환경 기준 검토·환경 성능 문제점 분석·환경 성능 실측조사 및 분석을 행하였다.

한편, 교육시설의 물리적 실내 환경인자에 관한

기준은 학교보건법 교육인적자원부령(고등학교 이하 각급학교 설립운영 규정)에 책상면 조도 300 lux 이상, 소음은 55dB 이하, 실내온도 섭씨 18℃ 이상 28℃ 이하로 규정하고 있다. 그러나 쾌적한 실내 환경을 위한 실의 용도 및 특성 등을 고려한 실내환경 성능별로 세분화되어 있지는 않은 실정이다.

2. 측정개요

2.1 측정대상 및 기간

교육시설의 실내 환경성능에 관한 현장측정 및 분석 대상으로서는 서울특별시 소재 2개 초등학교(현대화 시범학교(Y교) 및 열린교육시설학교(J교))를 선정하였으며, 측정기간은 3월 17일부터 3월 31일까지, 10월 13일부터 20일까지 23일간으로 하였다.

현대화 시범학교인 Y교의 벽체구조는, 외벽은 철근콘크리트구조, 내벽은 시멘트벽돌의 조적식구조로 마감되어 있으며, 열린교육시설학교인 J교의 구조는, 외벽은 철근콘크리트조이며, 내벽은 경량 칸막이벽(건식)을 사용하고 있다. 한편, 일반교실과 열린교실 사이의 벽체는 개폐가 가능한 아코디언 주름문을 사용하고 있다.

2.2 측정항목 및 기기

표 1은 실내 환경성능에 관한 현장측정 항목 및 기기를 나타낸 것이다.

그림 1, 2는 측정대상 건물의 전경을 나타낸 것이며, 그림 3, 4는 측정 대상공간의 평면도이다. 측정항목은 외기온 및 일사량을 비롯하여 실내외의 48개 포인트에 대하여 매10분 간격으로 측정하여 데이터를 수집하였다.

표 1. Measuring items and equipment

Items	No. of measuring points	Equipment	
Sound transmission loss	40	Sound level meter & Signal analyzer(NA-27, Rion), Sound source(B&K)	
Solar radiation	1	Solar Radiation Meter (OTA, NO 44)	
Temperature	Outdoor air	1	Data Logger (GRANT SQ 1601)
	Outside surface of envelope	2	
	Inside surface of envelope	6	
	Floor surface of classroom	4	
	Ceiling surface of calssroom	4	
	Vertical distribution of classroom	20	
	Surface of partition wall in classroom	4	
	Surface of cement brick partition wall	7	
	Surface of light weight partition wall		
Surface of window glass			

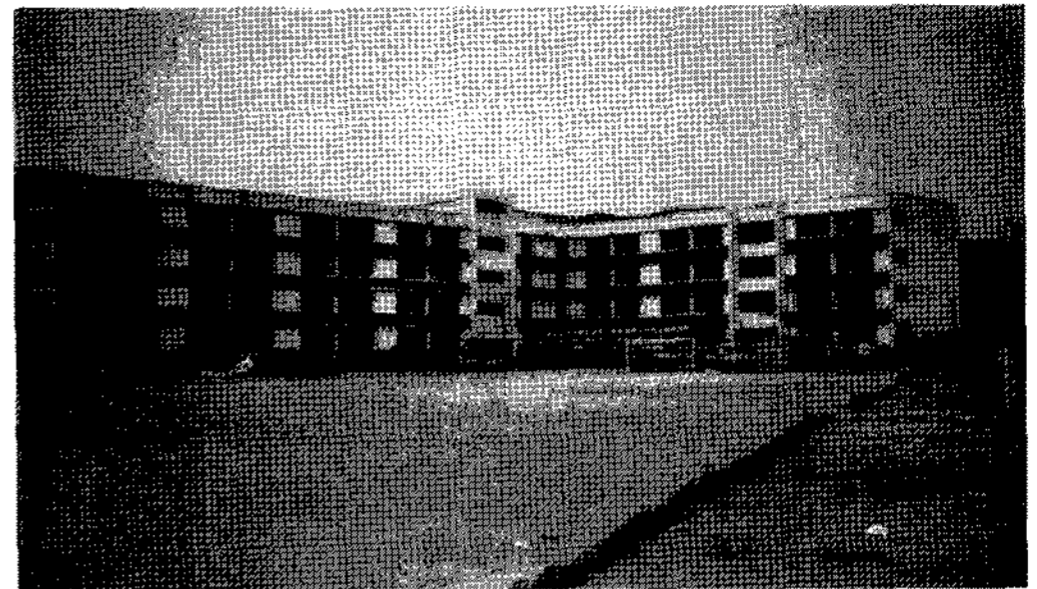


그림 2. Front view of Y school building

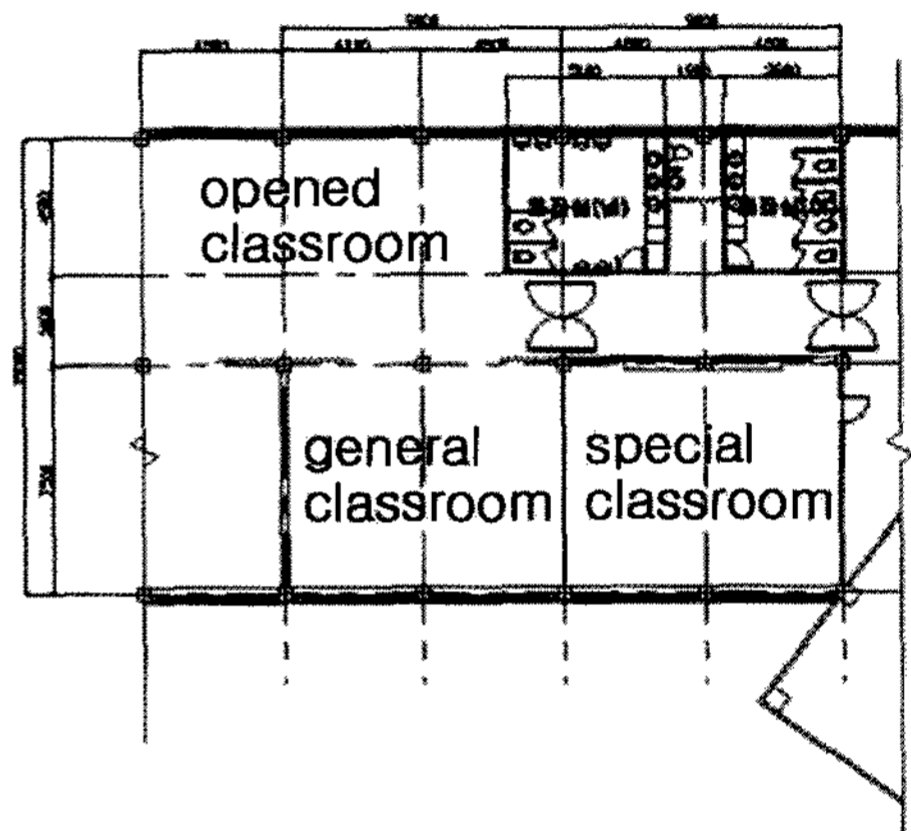


그림 3. Floor plan of J school building

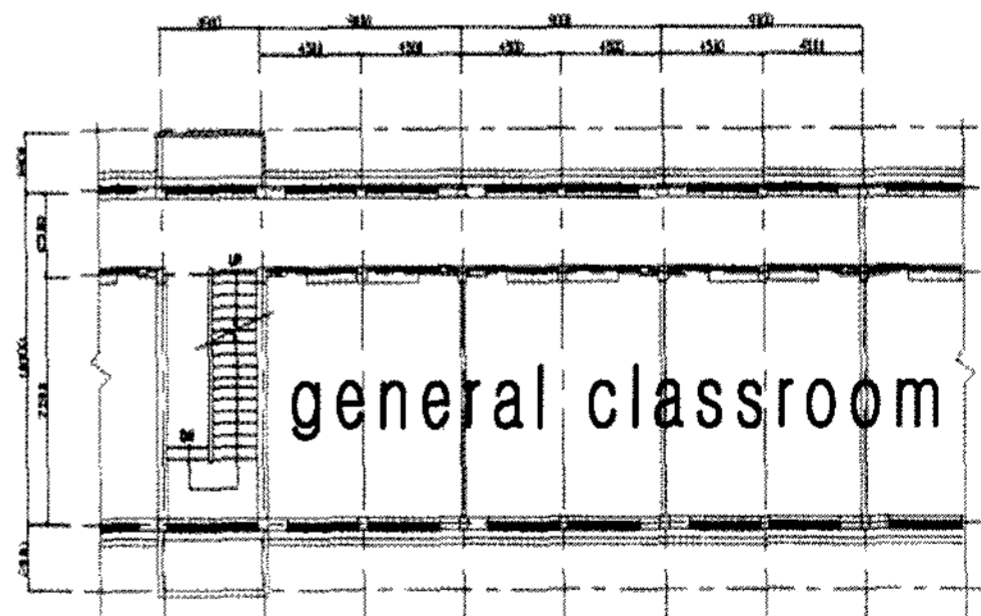


그림 4. Floor plan of Y school building

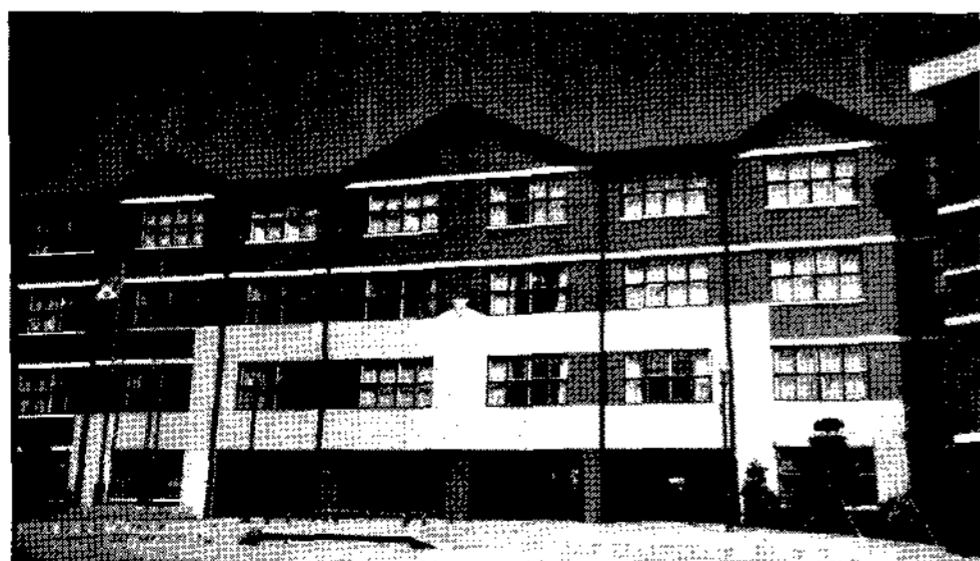


그림 1. Front view of J school building

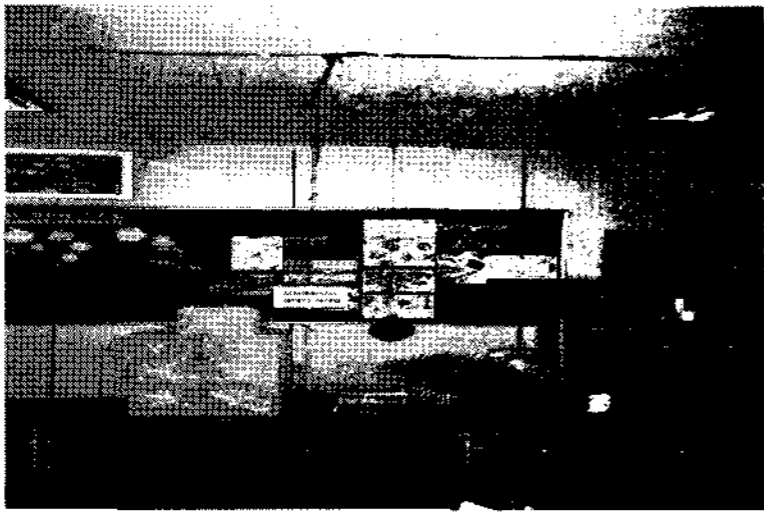


그림 5. View of measurement

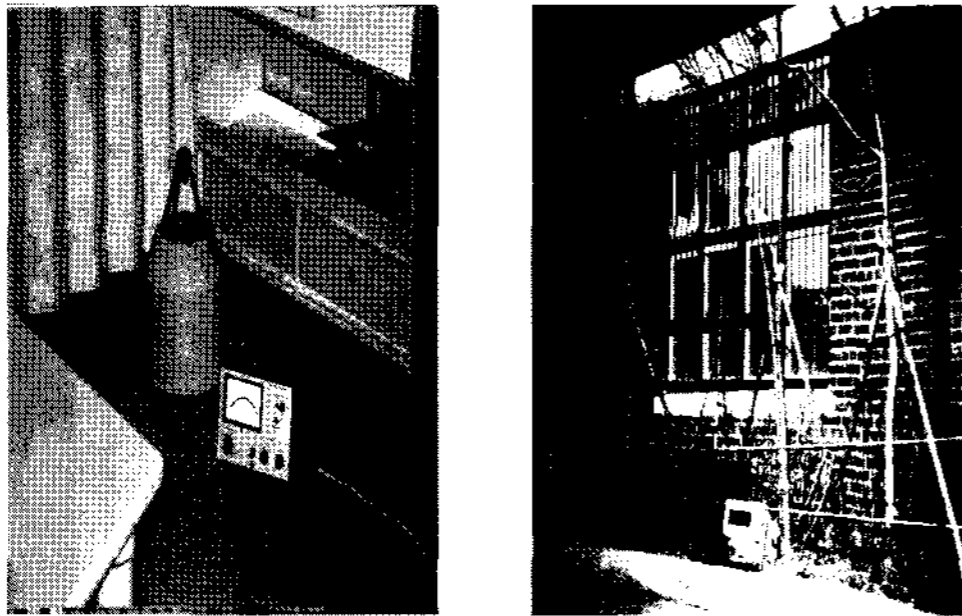


그림 6. Sound source & receiver

3. 측정결과

3.1 열환경 성능에 관한 실측조사·분석

그림 7은 J초등학교의 교실의 실내온도 변화를 나타낸 것이다. 측정기간중의 3월 18일 오전 12시 00분부터 3월 23일 오전 12시 00분까지 5일간의 실내외 온도분포 변화를 나타낸 것으로 외기온은 4.4℃~26.8℃(평균 13.5℃)의 분포를 보이고 있다.

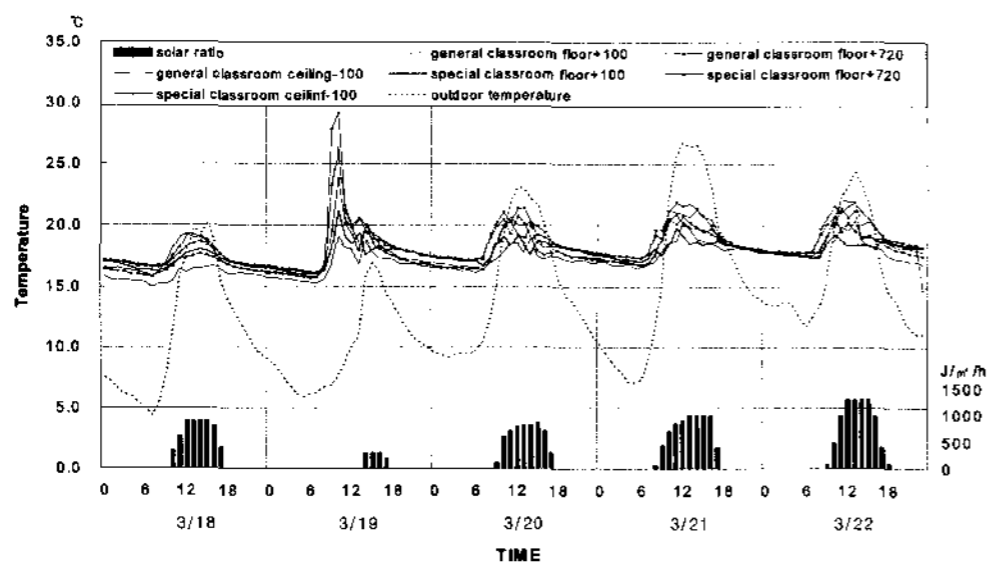


그림 7. Indoor temperature variation of classroom in J school building(1-1)

실내온도는 일반교실 15.7~23.8℃(평균 17.8℃)의 범위 내에서 변화를 보이고 있었으며, 열린교실의 경우에는 14.6~22.2℃(평균 16.7℃)를 보이고 있다.

일반교실의 실온이 열린교실보다 약간 높은 경향을 보이고 있는데 이는 공간의 체적 차에 기인하는 것으로 사료된다. 한편, 일종의 일반교실에서 수직온도 분포에 있어서 바닥면+100mm의 최저온도는 15.2℃로 나타났으며, 천정면 -100mm의 최고온도는 26.4℃로서 온도차는 11.2℃이며, 열린교실에 있어서는 12.1℃로서, 재실학생들의 온열감에 대한 불만족도는 상당한 수준에 달할 것으로 사료되어 금후, 앙케이드 조사를 행하여 이에 대한 자료확보와 개선 대책의 필요성이 대두되었다.

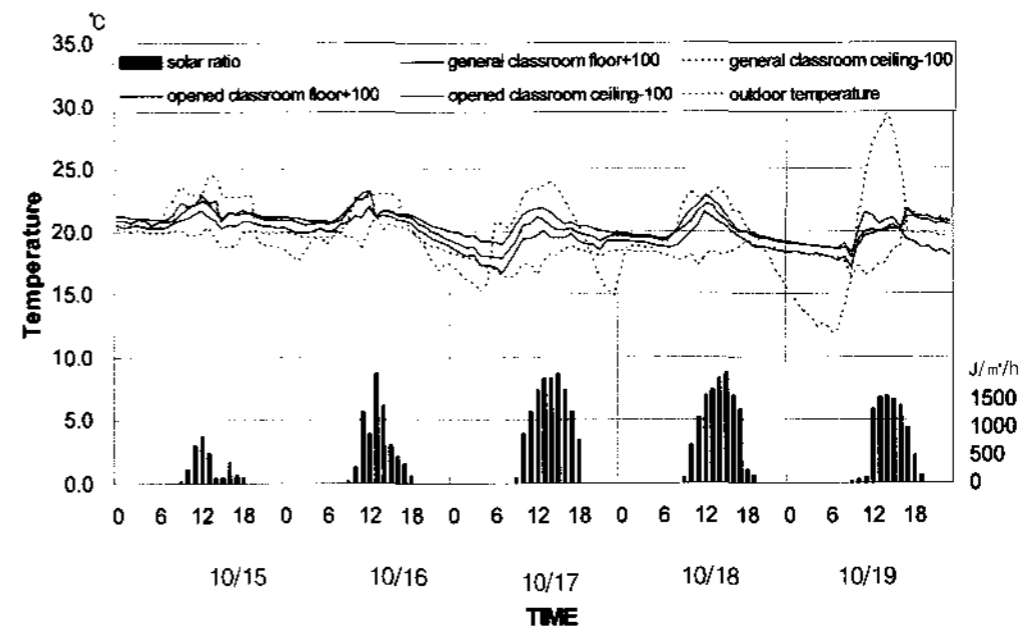


그림 8. Indoor temperature variation of classroom in J school building(2-1)

그림 8은 측정기간 중의 10월 15일 오전 12시 00분부터 10월 19일 오전 12시 00분까지 5일간의 실내외 온도분포 변화를 나타낸 것으로 외기온은 11.9℃~29.4℃(평균 20.0℃)의 분포를 보이고 있다.

실내온도는 일반교실 16.2~23.2℃(평균 19.7℃)의 범위 내에서 변화를 보이고 있었으며, 열린교실의 경우에는 16.7~23.2℃(평균 20.0℃)를 보이고 있다.

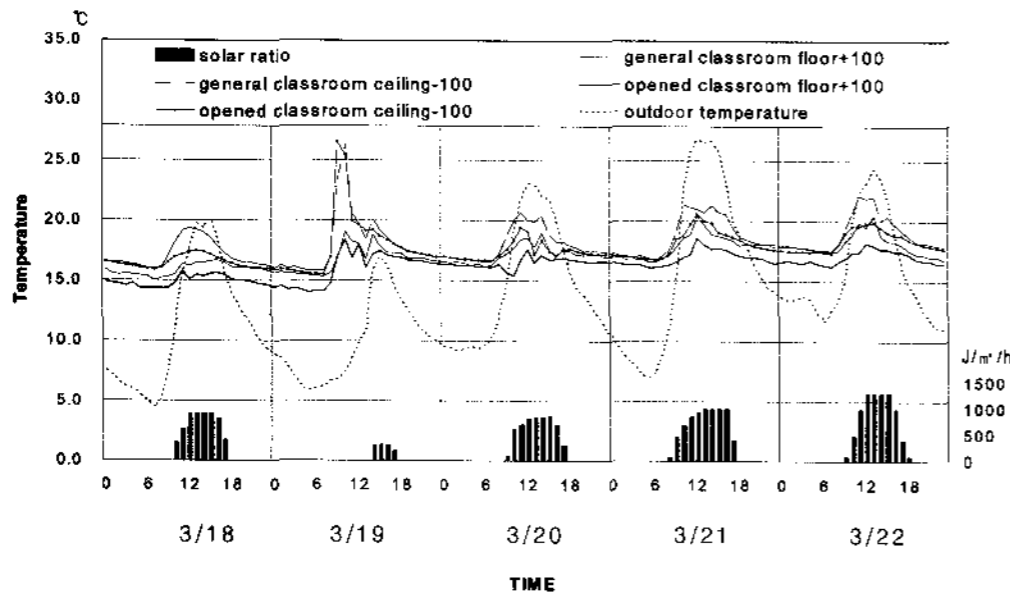


그림 9. Indoor temperature variation of classroom in J school building(1-2)

그림 9는 일반교실과 특별교실의 실내온도 변화를 나타낸 것이다. 대체적으로 그림 7과 유사한 경향을 보이고 있으나 특별교실의 데이터가 일반교실보다 전반적으로 높은 값을 보이고 있다. 이는, 특별교실의 칸막이 벽체가 시멘트벽돌벽인데 반하여 일반교실은 이웃에 열린교실과 오픈하여 사용하기 위하여 경량칸막이 벽을 사용하고 있어 열의 유동이 빈번히 일어나고 있기 때문으로 사료된다.

3월 21일의 외기온은 12시경에 26.8°C로서 측정기간 중에 최고값을 나타내고 있으나, 실온의 상승 폭은 그다지 큰 변화를 보이고 있지 않다. 이는, 기상조건에 영향을 받은 것에 기인한 것으로 사료된다. 즉, 19일 20일의 양일간(일사량 적산값은 1100J/m²·h, 5700J/m²·h) 흐린 날이 계속되어 철근콘크리트 구조체가 상당부분 냉각되어 있기 때문에 21일의 일사열이 구조체에 축열되는 열량만큼 실온이 완만히 상승한 것으로 사료된다.

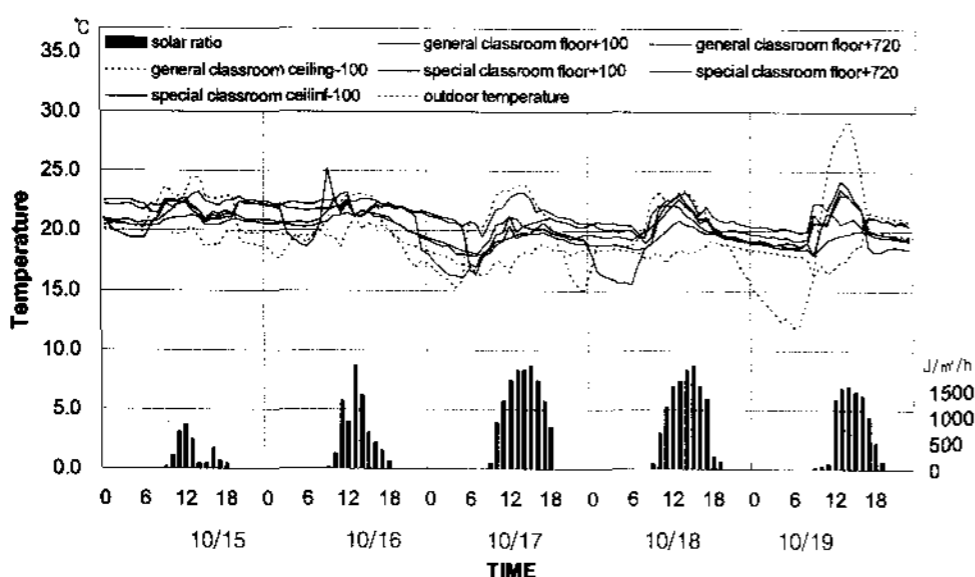


그림 10. Indoor temperature variation of classroom in J school building(2-2)

3.2 벽체의 차음성능 평가

벽체에 대한 차음성능은 건축물의 중요한 성능 평가 항목으로서 각국에서는 이에 대한 평가방법 및 기준을 설정하여 차음성능을 평가하도록 규정하고 있으나, 국내에는 학교 시설물의 용도별, 부위별에 대한 기준이 설정되어 있지 않다.

일본의 경우 실제 건축설계에서는 JIS규격(JIS A1419)과 건축학회 기준안 등이 활용되고 있는데, 표 2는 일본 건축학회에서 제안한 학교 건물의 실간 평균 음압레벨차에 관한 적용등급을 나타낸 것이다.

표 2. Criteria of average sound pressure level difference between two rooms of school building(AIJ)

Building		School
Use		Classroom
Part		Partition wall between two rooms
Criteria	Special(Special specification)	D-45
	1st(standard)	D-40
	2nd(Admissible)	D-35
	3rd(At least)	D-30

표 3은 측정대상 건물의 교실간 칸막이벽의 차음성능 측정결과를 정리하여 나타낸 것이며, 그림 11은 측정대상 건물의 교실간 칸막이벽의 차음성능을 일본건축학회에서 제안한 D곡선과 비교하여 나타낸 것이다.

Y교는 현대화 시범학교로서 J교에 비하여 노후화된 건물이다. J교는 열린학교로서 교실과 복도 사이의 칸막이벽이 합성수지제의 아코디온 벽체로서 기밀성을 기대하기 어려운 현장조건을 갖고 있는 상태였다.

열린학교인 J교의 교실간 칸막이벽의 차음성능은 ST C-17(D-20)으로 나타났으며, 노후화된 현대화 시범학교인 Y교의 교실간 칸막이벽의 차음성능은 STC-23(D-25), 조적벽의 차음성능은 STC-33(D-30)으로 나타났다.

이는 일본건축학회에서 제안한 적용등급 최저한도인 D-30 이하로서 교실간 칸막이벽을 조적벽으로 시공한 경우에만 최저한도인 D-30을 만족하고 있는 것을 알 수 있다.

즉, 열린학교의 수업시 교실간 칸막이벽보다는 오히려 교실과 복도 사이의 칸막이벽(아코디온 벽체)을 통한 소음전달로 인하여 수업시 상호 방해를 받고 있는 것으로 판단되어 설계개선을 통한 차음성능 향상이 요구되고 있다.

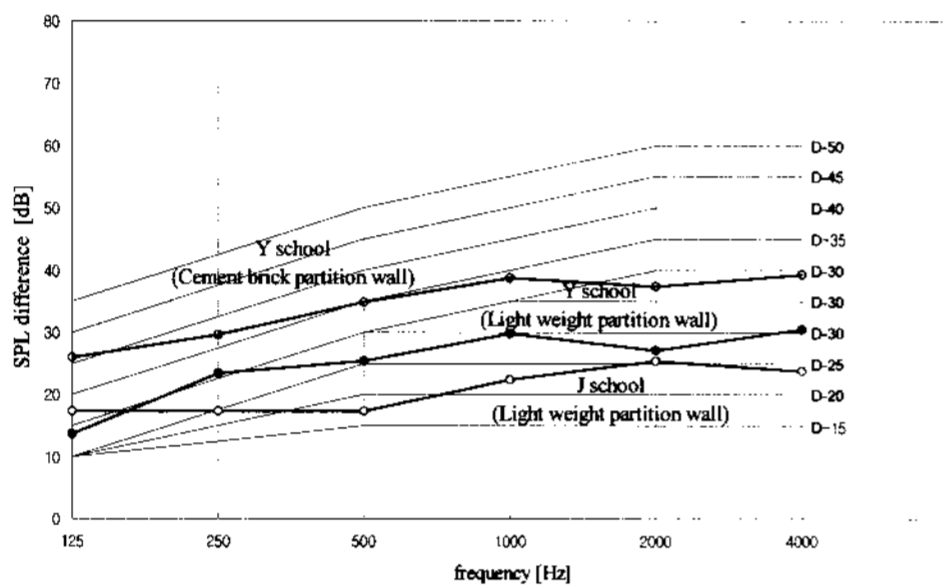


그림 11. Comparison of sound insulation performance among partition walls

표 3. Sound transmission loss of walls

Frequency (Hz)	J school	Y school	
	Light Weight Partition wall	Light Weight Partition wall	Cement Brick Partition wall
125	15	4	24
160	14	17	22
200	13	18	23
250	14	19	26
315	13	19	26
400	14	16	29
500	13	21	31
630	11	25	33
800	15	25	35
1000	19	25	34
1250	20	28	36
1600	24	23	35
2000	23	21	33
2500	18	24	32
3150	17	25	33
4000	21	25	36
STC	STC-17	STC-23	STC-33
D rate	D-20	S-25	D-30

그림 12는 측정대상 교실의 창호의 차음성능을 D곡선과 비교하여 나타낸 것이다. Y교 교실의 창호는 5mm유리 2중창(AI.새시)으로 되어 있으며, J교 교실의 창호는 12mm복층유리+5mm유리 2중창(AI.새시+플라스틱새시)으로 구성되어 있다.

창호의 차음성능은 2개 학교 모두 D-15로 나타났으나, 현대화 시범학교인 Y교의 경우가 열린학교인 J교의 경우보다 불리한 것으로 나타나 설계개선을 통한 차음성능의 향상이 필요한 것으로 판단된다.

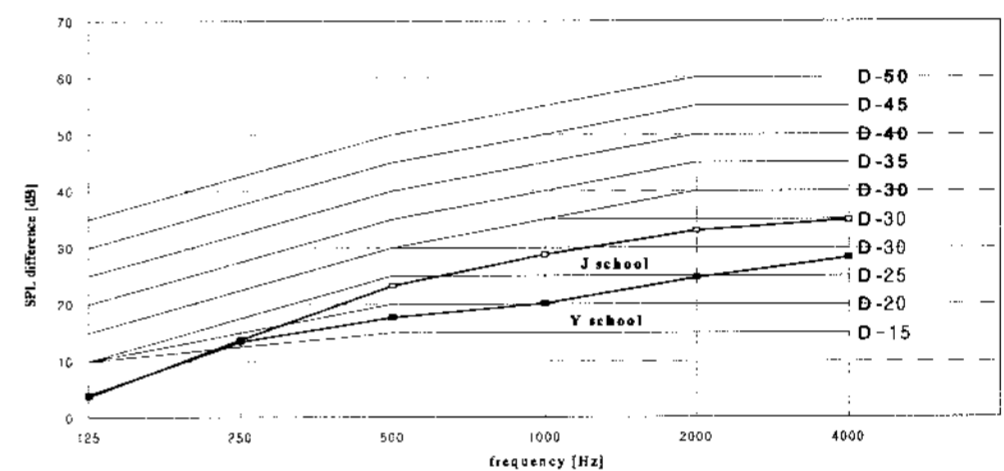


그림 12. Comparison of sound insulation performance between windows of classrooms

4. 결 론

본 연구를 통해 실측조사에 의한 열린교육 시설 학교, 현대화 시범학교의 실내환경 기준 검토·환경성능 문제점 분석·환경성능 실측조사 및 분석을 행하였다. 그 결과로서 얻은 결론은 다음과 같이 요약된다.

- 1) 교육시설의 물리적 실내 환경인자에 관한 기준은 교육부 시설기준령에 규정되어 있으나 쾌적한 실내 환경을 위한 실의 용도 및 특성 등을 고려한 실내환경 성능별로 세분화되어 있지 않았다.
- 2) 열린교육 시설학교(J초등학교)에서의 실내온도 분포는 일반교실의 실온이 열린교실보다 높은 경향을 보이는데 이는 공간의 체적 차에 기인하는 것으로 사료된다.

- 3) 일반교실과 열린교실에서의 수직온도 차는 각각 11.2℃, 12.1℃로서 재실학생들의 온열감에 대한 불만족도는 상당한 수준에 달할 것이다. 또한 열린교실과 특별교실에서의 실내온도 변화는 특별교실의 실온이 전반적으로 높은 값을 보이는데 이와 같은 현상은, 벽체의 재질이 상이함에 따른 열류의 값이 다르기 때문이다.
- 4) 열린교육 시설학교(J초등학교), 현대화 시범학교(Y초등학교)는 교실간 칸막이벽을 조적벽으로 시공한 경우에만 일본건축학회에서 제안한 적용등급 최저한도를 만족시킨 것으로 파악되어 열린학교의 수업시 교실과 복도 사이의 칸막이벽(아코디온 벽체)을 통하여 수업시 방해 받는 것으로 판단되었다.

이상과 같이, 교육시설의 실내환경을 파악하기 위하여 초등학교를 대상으로 열환경 및 벽체의 차음성능을 실측조사를 통하여 소기의 결과를 얻었으나, 이는 측정대상학교에 대한 것으로 보다 객관적인 데이터 수집을 위해서는 광범위한 학교를 대상으로 조사할 필요가 있다고 생각된다.

참 고 문 헌

1. Feasibility Study on Basic Design and Construction of KIER Green Building, Korea Institute of Energy Research , 1996.4.
2. A Study on Planning for Development of Efficient Building Energy Management Techniques, Korea Institute of Energy Research , 1997.6.
3. The Development of Optimal Maintenance Model for Buildings, Korea Institute of Construction Technology, 1994.12
4. Evaluation Method of Deterioration Degree of Structural Material for Remodeling Old Educational Facilities. (I) - On the Repairing Records of Elementary Facilities. - , The Korean Institute of Educational Facilities, 2001.7.