

# 대학 강의실의 음향성능 개선에 관한 연구

## An Study on the Improvement of Acoustics Performance of the Lecture Room

한경연\*                      서정석\*                      김재수\*\*  
Han, Kyeong-Yeon      Seo, Jung-Seok      Kim, Jae-Soo

### Abstract

This study has carried out in order to furnish the fundamental material to systemize the lecture room into multimedia in the future, by locating college lecture room as the subject of study, by compare and analyze on acoustic character in both before and after of each improvement. Thereby, now we are about to compare and analyze on physical character of room acoustics in both common lecture room before improvement and the modified multimedia-lecture room after its improvement.

Observing the conclusion obtained through experiment, reverberation time in the modified 'lecture room after improvement' became shorter compare with the 'lecture room before improvement', definition and RASTI also improved to be suitable to lecture, and considered that it is able to elevate the intimacy with studying and teaching efficiency, as well.

키워드 : 강의실, 실내음향, 무지향스피커

Keywords : Lecture room, Room acoustics, Omnidirectional speaker

## I. 서 론

최근 사회환경이 발달하고 생활수준이 향상됨에 따라 대학교육의 질의 향상이 요구되고 있고, 학생들의 학습 친밀도를 높이고 교수와 학생이 상호 작용할 수 있는 대화형 교육방식 으로의 변화와 학습능률 및 참여율을 높일 수 있는 최적의 장소인 멀티미디어 강의실의 보급이 요구되고 있다.

따라서 대학에서는 기존의 대형 강의실을 멀티미디어 강의실로 개선하려는 노력을 하고 있

다 또한 이러한 강의실의 음향특성 파악은 교육의 효율성을 높이기 위해서 아주 중요한 의미를 갖는다고 할 수 있고, 대학 강의실의 음향특성은 학생들의 학습환경 및 집중도에 많은 영향을 미치고 있다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 개선전의 일반강의실과 개선후의 멀티미디어 강의실을 대상으로 음향특성을 파악하여 현재의 대학 강의실이 가지고 있는 문제점을 찾아보고 변화하는 멀티미디어 강의실의 특성을 찾고자 하였다.

이렇게 파악된 자료가 축적된다면 향후 멀티미디어 강의실 설계시 음향 성능을 향상시킬 수 있는 기초적인 자료로 제공할 수 있을 것으로 사료된다.

\* 정회원, 원광대학교 건축학부 석사과정

\*\* 정회원, 원광대학교 건축학부 부교수, 공학박사

## II. 측정방법 및 개요

### 2.1 대상 강의실의 개요

대학 강의실중 멀티미디어 강의실로 개선의 지가 있는 강의실을 선정하여 개선전의 강의실과 개선후의 강의실에서 측정을 실시하였다 대상 강의실의 개요는 표1.과 같다.

표1 대상 강의실의 개요

구분		개 선 전	개 선 후
제 원	면적(m <sup>2</sup> )	241	241
	체적(m <sup>3</sup> )	795.3	795.3
	길이(m)	24.5	24.5
	폭(m)	9.8	9.8
	천정고(m)	3.3	3.3
마 감 재 료	바닥	인조석 물갈기	디럭스타일
	측벽	콘크리트/페인트	난연패브릭/나무
	천정	"	유공 텍스
수용인원(명)	180	177	

위 표를 보면 대상 강의실의 제원은 변함이 없고 마감재료의 변화가 있음을 알 수 있다.

### 2.2 측정 방법

대상 강의실의 평면이 거의 대칭에 가까운 형태이므로 실의 중심을 기준으로 그리드(Grid)를 설정해 일정한 간격으로 15개소의 동일한 수음점을 선정하였다 음원은 개선후에 변경되어질 교단의 위치에 개선전.후 동일하게 배치하여 고정된 상태에서 측정을 실시하였으며, 대상 강의실의 평면형태와 수음점의 위치는 그림1.과 같다.

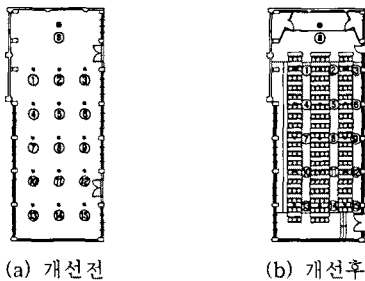


그림1 대상 강의실의 개선전·후 평면도

측정은 ISO 3382에 준하여 실시하였으며, 음원은 ISO에서 제안하는 무지향성 스피커(DO12)를 사용하였고, 높이는 1.5m, 마이크론 높이는 1.2m로 하였다. 측정용 음원은 MLS(Maximum-Length Sequence) 음원을 사용하여 배경소음에 대한 영향을 어느 정도 배제할 수 있었다.

측정기기는 01dB사의 Symphonie 중에서 dBATI를 사용하였다. 측정기기 구성 및 배열은 그림2.와 같고 실제측정사진은 그림3.과 같다.

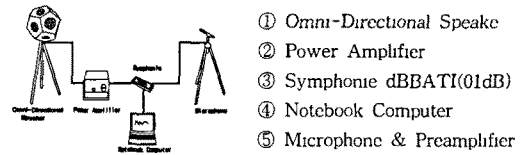
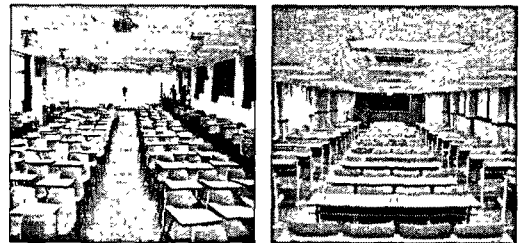


그림2 측정기기구성 및 배열



(a) 개선전

(b) 개선후

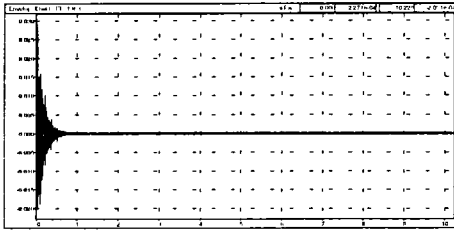
그림3 측정사진

## III. 개선전·후 강의실의 임펄스응답

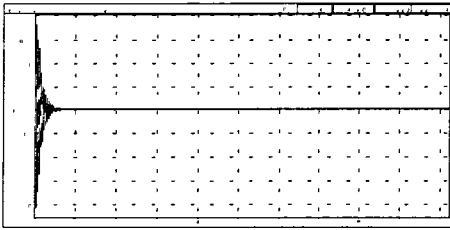
### 3.1 임펄스 응답(Impulse Response)

대학 강의실에서 개선전과 개선후에 측정된 임펄스응답은 소리가 변화하는 임펄스의 합(sum)으로 공간이 갖는 음향적 특성을 나타낼 수 있는 모든 정보를 갖고 있으며 이 측정 결과로부터 RT, EDT, C<sub>80</sub>, D<sub>50</sub>, RASTI 같은 건축음향의 물리적 평가지수를 산출할 수 있다

각 강의실 중앙에 위치한 수음점 8번 지점에서 측정된 임펄스 응답은 그림4와 같다.



(a) 개선전 8번 좌석



(b) 개선후 8번 좌석

그림4 임펄스 응답(수음점8번)

#### IV. 분석 및 고찰

##### 4.1 음압레벨(SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 객석의 균등한 음압분포는 소리의 직접음과 초기반사음 에너지의 양에 따라 결정된다.

그림5는 개선전·후 강의실의 음압레벨(dB(A))을 좌석별로 비교 분석한 결과이다.

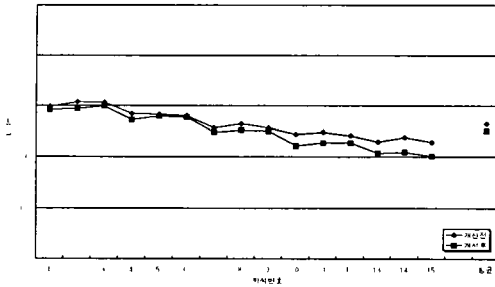


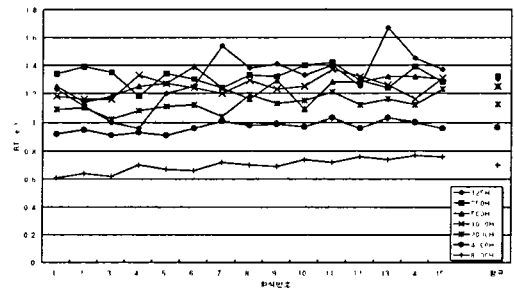
그림5 대상 강의실의 음압레벨 비교(dB(A))

그림5에서 보면 개선전의 음압레벨의 평균이 약 1.38dB 높고, 또한 개선전의 표준편차가 2.71dB인 것에 비해 개선후의 표준편차는 3.38dB의 차이를 보이고 있다 이는 마감재료의 변화로 잔향시간이 짧아져 음압레벨이 다소 낮아진 것으로 사료된다.

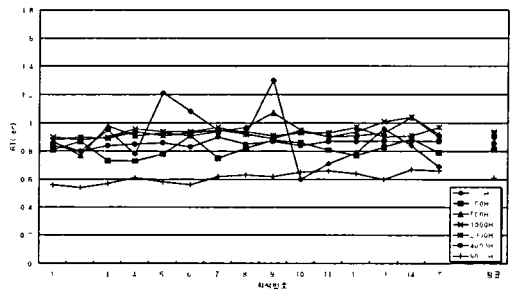
##### 4.2 잔향시간(Reverberation Time)

잔향시간은 울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수이며 정상상태의 음이 60dB 감쇠하는 데까지 소요되는 시간으로 정의된다. 이 잔향시간은 음원의 주파수에 따라서도 달라진다. 잔향시간이 짧으면 명료도는 좋아지지만, 음악 등에서는 풍부한 울림이 부족하게 되고, 반대로 너무 길어지면 음성 명료도가 나빠져서 듣기가 거북하게 된다.

그림6는 대상 강의실의 개선전·후 잔향시간 실험치를 좌석별로 비교 분석한 결과이다



(a) 개선전



(b) 개선후

그림 6 대상 강의실의 좌석별 잔향시간(RT)

그림6.에서 보면 개선후 잔향시간이 모든 주파수대역에서 전체적으로 낮아짐을 알 수 있다. 이는 개선후 사용된 멀티미디어 강의실 마감재

료의 흡음특성이 개선전에 비해 훨씬 높아졌기  
때문으로 사료된다.

그림 7.은 실내음향에서 가장 중요시되는  
500Hz의 잔향시간 분포형태를 비교 분석한 것이  
다.

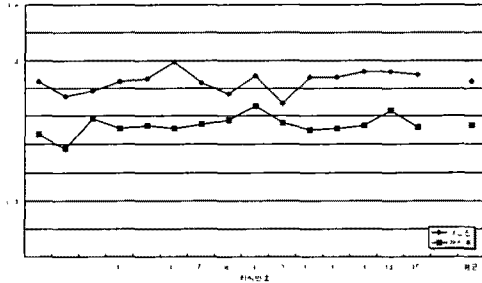


그림7 대상 강의실의 잔향시간 비교(500Hz)

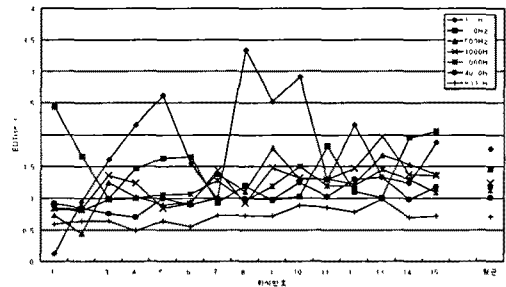
그림7.을 보면 500Hz대역에서 개선전 평균  
1.25초에서 개선후에는 평균 0.93초를 유지하고  
있다. 이는 벽체와 천정의 마감재료가 기존의  
콘크리트에서 패브릭(Fabric)과 텍스로 변경되  
어 잔향시간이 짧아진 것으로 사료된다

일반적으로 강의를 하기에 적합한 잔향시간  
은 1초 이하이므로 0.93초 정도의 잔향시간은  
강연 및 회의를 하기에 충분하리라 사료된다.

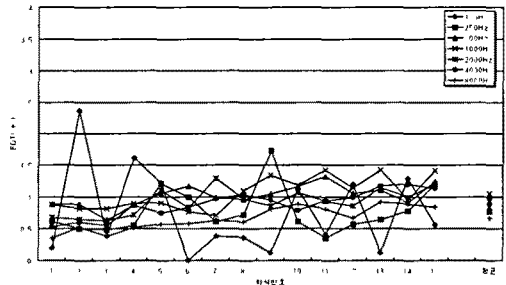
#### 4.3 초기감쇠시간(EDT)

정상상태에서 음원을 정지시킨 후 10dB 감쇠  
할 때까지의 시간으로 정의되고, 약간의 강도나  
분리된 반사로부터 정해지며 측정위치에 따라  
크게 달라지는 잔향의 또다른 주관적 지수인  
초기감쇠시간이다.

그림8.은 대상 강의실의 개선전.후에 실측한  
초기감쇠시간을 좌석별로 비교 분석한 결과이  
다.



(a) 개선전



(b) 개선후

그림8 대상 강의실의 좌석별 초기감쇠시간(EDT)

그림8 에서 보면 초기감쇠시간의 좌석별 분포  
형태는 잔향시간과는 달리 일정한 분포를 보이  
지 않고 있으며 좌석마다 다양한 초기감쇠시간  
의 값을 가지고 있다. 이는 초기감쇠시간(EDT)  
이 실의 형상에 대해 매우 민감하게 반응하고  
측정위치에 따라 현저하게 달라진다는 특성 때  
문으로 사료된다

그림9.는 500Hz를 기준으로 개선전.후 초기감  
쇠시간의 분포형태를 비교 분석한 것이다.

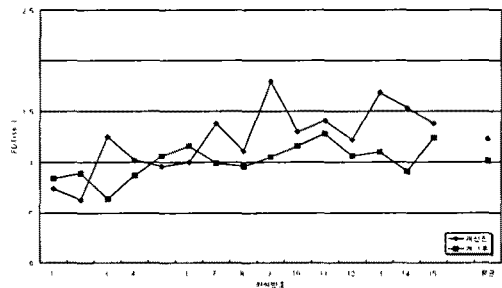


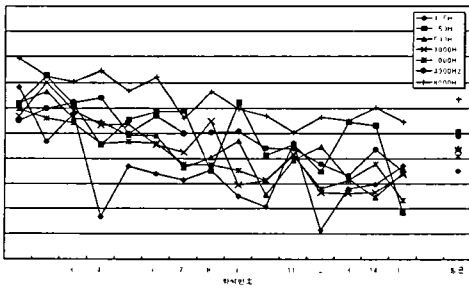
그림9 대상 강의실의 초기감쇠시간 비교(500Hz)

그림9.를 보면 500Hz대역에서 개선전·후의 평균값이 약 0.21초 정도의 차이가 남을 알 수 있다. 이는 개선전·후의 실의 형상의 변화가 없어 초기감쇠시간에 영향이 적은것으로 사료된다

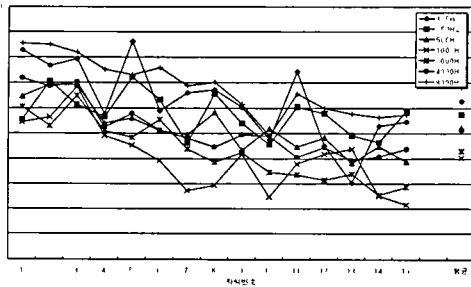
#### 4.4 음성명료도(D<sub>50</sub>)

집회 및 회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D<sub>50</sub>은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음과 총에너지의 비를 Definition 또는 Deutlichkeit라고 하며, 음성명료도와 직접 관련이 있다

그림10은 대상 강의실의 개선전·후 음성명료도 실측치를 좌석별로 비교 분석한 결과이다.



(a) 개선전



(b) 개선후

그림10 대상 강의실의 좌석별 음성명료도(D<sub>50</sub>)

그림10에서 보면 개선전에 비해 개선후의 음성명료도가 모든 주파수대역에서 전체적으로 높아짐을 알 수 있다 이는 멀티미디어 강의실 마감재료의 높은 흡음율로 인해 잔향시간이 짧아졌기 때문으로 사료된다

그림11.은 500Hz를 기준으로 개선전·후 음성명료도의 분포형태를 비교 분석한 것이다.

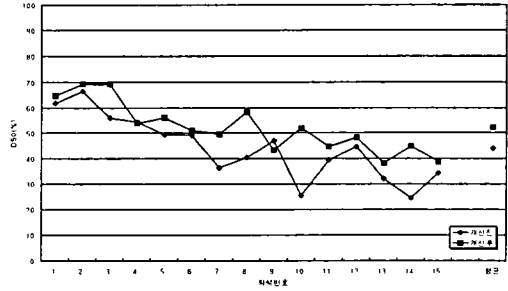


그림11 대상 강의실의 음성명료도 비교(500Hz)

그림11.을 보면 500Hz대역에서 개선전의 음성명료도 평균값이 44.10%인데 반해 개선후의 음성명료도 평균은 52.15%로 8.05%가 개선된 것으로 나타났다. 이러한 평가치는 향후 만석시가 되면 청중에 의해 소리에너지가 상당부분 흡수되기 때문에 명료도가 훨씬 높아져 강의에 적합한 수치를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

#### 4.5 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성의 전달에 따른 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서 실측치에 의한 개선전·후 음성전달지수의 분포형태를 비교 분석한 결과는 그림12.와 같다.

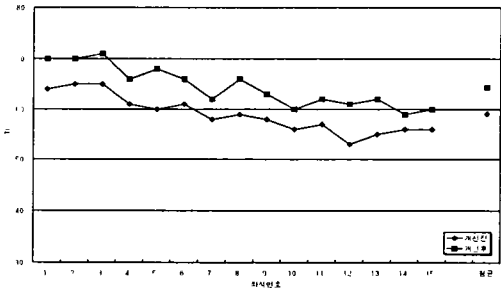


그림12 대상 강의실의 음성전달지수(RASTI)

그림12.에서 보면 음성전달지수가 개선전에 비해 개선후가 전체적으로 향상된 실측값을 가지고 있다. 개선전 평균이 59.14(%)로 “노력하면 들을 수 있다” 로 평가되었고 개선후 평균은 64.40%로 “잘 들린다” 로 평가되어 상당부분 개선된 것으로 보여진다.

## V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구는 대학 강의실을 대상으로 기존의 일반강의실과 개선후의 멀티미디어 강의실을 무지향 스피커를 이용하여 실측한 결과를 통해 음향특성을 비교분석 하였다.

개선전과 개선후의 비교 결과 멀티미디어 강의실로 개선한 후 모든 음향 평가지수들이 강의에 만족할만한 음향상태로 향상되어 학습 친밀도와 수업의 효율성을 높일 수 있을 것으로 사료된다

본 연구는 하나의 강의실을 대상으로 현장실험을 통해 음향특성을 살펴본 것이나 향후 더 많은 강의실을 대상으로 개선전후의 평가가 이루어진다면 대학교육의 질을 향상시킬 수 있는 기초적인 자료가 될 것으로 사료된다.

## 참 고 문 헌

- 1 김재수 ; 건축음향설계, 세진사, 2004 3
- 2 김재수, 양만우 ; 건축음향설계방법론, 도서출판 서우, 2001.9.
- 3 서정석, 한경연, 김재수 , “원불교 대법당의 음향특성에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 23권 2호, 2003 10
- 4 한경연, 서정석, 김재수 ; “원불교 반백년기념관의 건축음향 특성”, 대한환경공학회 추계학술발표대회, 2004 11
- 5 윤희경, 박정호, 김재수 ; “대형 실내체육관의 음향성능 개선에 관한 실험적 연구”, 대한건축학회 추계학술발표대회 23권 2호, 2003 10
- 6 F.R Watson, Acoustics of Buildings, John Wiley & Sons, Inc, 1948
7. Heinrich Kuttruff, Room Acoustics, Elsevier Applied Science, 1991
- 8 James P Cowan, Handbook of Environmental Acoustics, Van Nostrand Reinhold, 1994