

강의실 내 음환경에 관한 연구

이 체 봉*, 김 용 만*

*동서대학교 정보시스템공학부

A study on acoustical environment of classrooms

Chai-Bong Lee*, Yong-Man Kim*

*Information System Eng. Dongseo Univ.

요 약

본 논문에서는 최근 건축공간에 있어서 음환경에 대한 관심이 높아지면서 학교 건축물에 있어서 강의실내의 음환경을 측정하고, 학교건축물에 대한 음환경 기준을 확립하는 데에 기초자료와 필요한 제안을 하는 것이 목적이다. 현재 음환경 기준은 단순히 소음레벨이나 잔향시간과 같은 단순한 물리특성만을 기준으로 하고 있다.

여기서는 강의실 내의 잔향시간, D, STI 등의 물리지표와 설문조사 등 주관적 평가를 통해 새로운 음환경 기준을 제시하려고 한다.

여기서 사용되는 물리지표로는 TSP(Time-Stretched-Pulse)신호를 사용하여 잔향시간과 D(Deutlichkeit), STI(Speech Transmission index)를 산출하였다. 강의실의 화자의 위치에서 1.5m 높이에 스피커를 놓고 청취자의 위치인 여섯 점에서 무지향성 마이크로폰을 1.2m 높이에 놓고 마이크로폰으로 들어온 임펄스 응답을 측정하고, 강의실 내의 잔향시간과 D, STI를 산출하였다. 다음에 설문조사를 실시하여, 앞에서 측정한 물리지표와 설문조사를 통해 얻은 주관적 평가와의 상관관계를 파악하였다.

1. 서 론

건축물은 그 사용목적에 따라서 적절한 음환경을 실현하기 위한 설계가 필요하다고 생각되어지나 현실에서

는 외관의 배치에만 주의를 집중하고 있어 음환경에는 거의 대부분이 배려되지 않는 경우가 많다.

학교건축물에 대한 예비조사로써 동서대학교 내에 있는 여러 가지 제원을 가지고 강의실에 대한 임펄스 응답을 측정하여 그것에 따라 잔향시간(RT), D(Deutlichkeit), STI(Speech Transmission index)[1~5] 등으로 물리지표를 산출했다. 또한, 교육현장에 대한 의견을 수집하기 위하여 교원과 학생을 대상으로 강의실 내의 음환경에 대해서 설문조사를 실시하였다. 그리고, 본 설문조사결과를 잔향시간(RT), D, STI 등의 물리지표와 연관시켜 학교 건축물에 대한 실내 음환경 존재를 검토하기 위한 기초자료를 작성하였다.

2. 임펄스응답의 측정과 물리지표의 산출

이번 조사의 대상이 된 동서대학교의 각 강의실의 크기, 수용인원에 대하여 표시하였다. 위의 세 강의실 모두 벽과 바닥은 시멘트로 되어 있고, 천장은 석고 보드로 되어 있다.

표 1. 조사대상의 강의실

명 칭	크 기	수 용 인 원
소강의실	폭7.5×길이9× 높이2.5m	56
대강의실	폭7.5×길이13.5 ×높이2.5m	99
계 단식강의실	232㎡	185

표 1에 나타나 있는 크기가 서로 다른 세 개의 강의실에 있어서 임펄스 응답을 측정하였으며, 그림 1은 소강의실에 대한 임펄스 응답을 측정할 때 음원 및 측정점의 위치를 나타내었다.

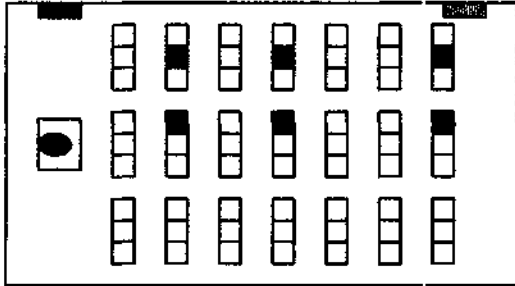


그림 1. 소강의실의 스피커와 마이크론의 위치

음원 스피커는 수업 중에 발성자가 위치하고 있는 강단 중앙에, 높이 1.5m의 위치에 설치하였다. 측정점의 위치는 강의실의 벽측의 전방(p1)과 중앙(p2), 후방(p3)과 강의실 중앙에서 바로 우측의 전방(p4), 중앙(p5), 후방(p6) 6개로 하였다. 마이크론의 높이는 칠판 시커의 높이에 상당하는 1.2m의 높이에 설치하였다. 측정은 그림 1에서 보이는 것과 같이 6개의 측정점에 있어서 물리지표를 산출하기 위해 무지향성 마이크론(B&K, 4189)을 사용하여 임펄스 응답을 측정하였다.

측정 신호로는 TSP(Time-Stretched-Pulse)[6]신호를 사용하고 10회의 가산평균을 실시하였다. 신호의 표본화 주파수는 48kHz로 하였으며, 각 강의실마다 사람이 없는 공석 시에 측정을 하였다.

앞에서 측정한 임펄스 응답을 사용하여 잔향시간(RT[500Hz])[7], D, STI를 산출하여 표 2~4에 나타내었다. 표에는 각 측정점의 위치를 전방, 중앙, 후방의 3개로 나누어 벽측과 내측에 있어서 공석시의 물리지표를 나타내었다.

표 2. 소강의실 내의 객석에서의 물리지표

	물리지표	벽측	내측
전 방	RT30	0.98	0.80
	D50	0.417	0.349
	STI	0.55	0.56
중 앙	RT30	0.91	0.76
	D50	0.203	0.204
	STI	0.51	0.56
후 방	RT30	0.84	0.76
	D50	0.203	0.214
	STI	0.55	0.54

표 3. 대강의실 내의 객석에서의 물리지표

	물리지표	벽측	내측
전 방	RT30	0.90	1.04
	D50	0.448	0.571
	STI	0.54	0.64
중 앙	RT30	0.89	0.95
	D50	0.439	0.399
	STI	0.54	0.57
후 방	RT30	0.86	0.81
	D50	0.089	0.138
	STI	0.55	0.55

표 4. 계단식강의실 내의 객석에서의 물리지표

	물리지표	벽측	내측
전 방	RT30	1.04	0.96
	D50	0.394	0.511
	STI	0.53	0.62
중 앙	RT30	0.89	0.85
	D50	0.191	0.331
	STI	0.52	0.54
후 방	RT30	0.63	0.69
	D50	0.015	0.013
	STI	0.51	0.54

표 2~4에서 각 강의실에 있어서 전체 잔향시간의 평균을 보면 대강의실의 잔향시간(0.91s)이 가장 길고, 소강의실의 잔향시간(0.84s)과 계단식강의실의 잔향시간(0.84s)은 비슷하게 나오는 것으로 밝혀졌다. 또한 소강의실의 경우는 내측보다 벽측의 잔향시간이 길게 나타났다.

D는 평균적으로 계단식강의실이 가장 작은 값(0.243)으로 나타났고, 대강의실에서 가장 큰 값(0.347)을 보였다. 그리고 대강의실의 경우 벽측보다는 내측이 큰 값을 보이고 있다.

STI는 D가 가장 작은 값을 가진 계단식강의실(0.543)이 가장 작았고, 잔향시간이 긴 대강의실(0.565)이 각 점에서 전체적으로 크게 나타났다. 그리고 D와 같이 전 강의실에 걸쳐 전체적으로 벽측보다는 내측의 값이 컸다.

3. 강의실 내의 음환경에 대한 설문조사

표 1에 보인 바와 같이 각 강의실에 있어서의 강의를 한 교수와 강의를 받고 있는 학생을 대상으로 각 강의실의 음환경에 대해 설문조사를 실시하였다. 조사는 각

강의실에 있어서 그 강의실의 음환경을 어느 정도 이해하였다고 생각되는 학기의 마지막 강의시간에 하였다.

설문조사는 각 강의실에서 강의를 행하는 교수와 강의를 받고 있는 학생을 대상으로 하였다. 설문은 강의 중에 주 발생자인 교수용과 수업을 듣는 학생용 2종류로 준비했다. 설문지의 주된 내용은 다음과 같다.

- ① 강의실의 크기와 수강생의 인원수와의 적합성에 대하여
- ② 강의실의 음향특성에 대하여(대강의실, 계단식 강의실)
- ③ 강의실의 음의 울림에 대하여
- ④ 강의 중 거슬리는 음에 대하여
- ⑤ 강의 중 수강생이 질문하는 소리의 들림에 대하여(교수)
- ⑥ 확장장치(마이크) 사용유무에 대하여(교수)
- ⑦ 강의에 기인하는 소리의 변화나 목의 아픔에 대하여(교수)
- ⑧ 강사의 소리를 알아차림에 대하여
- ⑨ 강사의 소리의 크기에 대하여

표 5는 각 강의실에서 교수와 학생으로부터 회수한 용지 수이다.

표 5. 설문용지 회수 수

강의실	학생	교수
소강의실	40	10
대강의실	64	5
계단식 강의실	70	5
합 계	174	20

표 5에 보인 각 설문에 대한 교수의 회답결과로써 다음과 같은 것을 알았다.

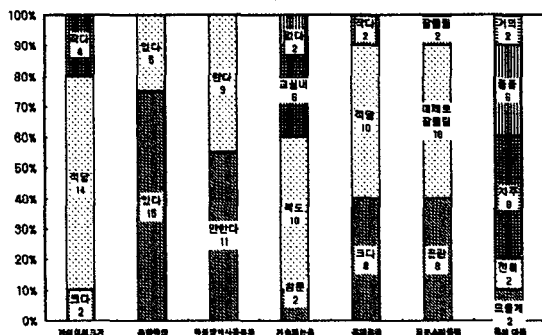


그림 2. 교수에 의한 설문조사 결과

음의 울림에 대해서(학생과 교수의 문답 시)는 울림

이 「적당하다」고 대답한 사람이 10명이고, 「너무 울려서 대화가 곤란하다」고 대답한 사람이 8명이고, 「너무 울리지 않아서 대화가 곤란하다」라고 대답한 사람이 2명 이었다. 그 내역을 보면 소강의실의 경우 「적당하다」라고 대답한 사람이 6명이고, 「너무 울려서 대화가 곤란하다」라고 대답한 사람이 3명, 「잘 모르겠다」라고 대답한 사람이 1명 이었다. 대강의실의 경우 「적당하다」라고 대답한 사람이 4명이고, 「너무 울리지 않아서 대화가 곤란하다」고 대답한 사람이 1명 이었다. 계단식 강의실에 있어서는 「너무 울려서 대화가 곤란하다」라고 대답한 사람이 5명으로 전원이 대답했다.

학생들의 질문을 알아차림에 대해서는 「잘 들린다」라고 대답한 사람이 2명이고, 「대체로 잘 들린다」라고 대답한 사람은 8명, 「알아듣기 곤란하다」라고 대답한 사람이 10명이다. 소 강의실의 경우는 1명, 대 강의실의 경우는 2명, 계단식 강의실에서는 전원이었다. 그 주된 이유는 「울림이 너무 크다」라고 대답했다.

그림 3~5에서, 각 설문에 대상이 된 학생에 의한 회답을 강의실에 따라 집계하였다. 그림 중의 수치는 응답한 사람의 수를 나타낸 것이다.

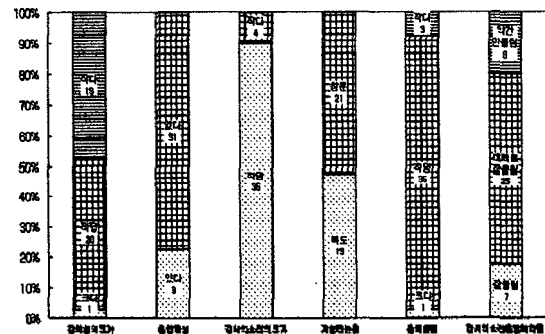


그림 3. 소강의실의 설문조사 결과

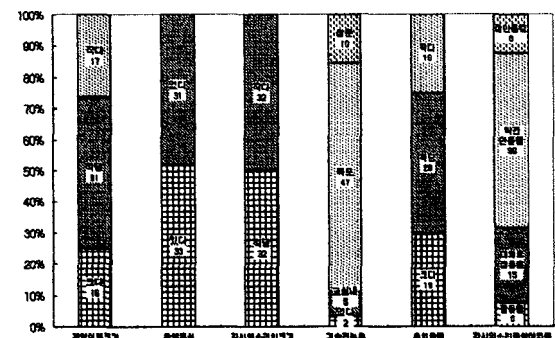


그림 4. 대강의실의 설문조사 결과

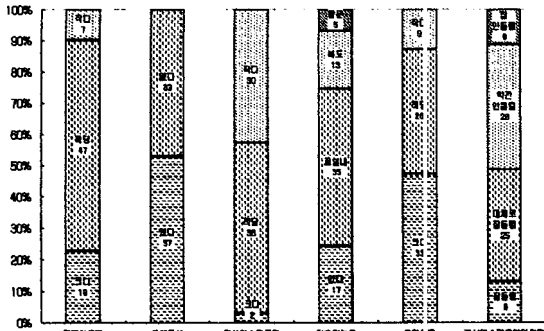


그림 5. 계단식강의실의 설문조사 결과

그림 3에서 거슬리는 음에 대한 설문내용에서 전부가 외부로부터의 소음이었다.

그림 4에서 음향특성에 대한 설문내용에서 거의 절반이 마이크 사용 시 「거슬림이 있다」라고 대답한 것으로 보아 강의실 내의 음환경에 관심도가 높은 것을 알았다.

그림 5에서 강사의 소리를 알아차림에 대한 설문내용에서 절반이상이 교수의 말이 알아듣기가 곤란하다고 대답하였다. 그 내역을 보면 「강사의 소리의 크기가 너무 작기 때문에」라고 대답한 사람이 18명이고, 「강의실이 너무 울려서」라고 대답한 사람이 8명, 「강의실 내의 소음」이라고 대답한 사람이 6명, 「강의실 밖의 소음」이라고 대답한 사람이 4명으로 나타났다.

4. 물리지표와의 관련성에 있어서의 고찰

본 절에서는 앞에서 기술한 각 강의실에 대한 잔향시간, D, STI 등의 물리지표와 설문조사 결과와의 관련성에 대하여 검토하였다. 잔향시간에 대해서는 공식 시에 있어서의 유럽 각 국의 기준(예컨대 프랑스의 경우 : 500, 1000, 2000Hz의 옥타브 밴드 대역에 있어 공식시의 잔향시간이 250 입방미터 이하의 강의실에서는 0.4~0.8s, 250 입방미터를 넘는 강의실에서는 0.6~1.2s)과 비교하면, 소강의실과 계단식 강의실에서 약간 큰 값을 보이고 있다. 실제 설문조사의 경우도 대강의실과 비교하여도 음의 울림에 있어서는 소강의실과 계단식강의실이 음의 「울림이 크다」라고 대답한 사람의 수가 많았다. 이와 달리 대강의실의 경우는 음의 「울림이 작다」라고 대답한 사람이 상당수가 있었다.

이것으로 보아 잔향시간이라는 물리지표와 음의 울림에 대한 설문조사에서 교수와 학생 모두 같은 형태의 경향을 보이고 있으며 무엇인가 관련이 있음을 짐작 할 수 있다.

D나 STI에 대해서 낮은 D나 STI값을 가지고 있는 계단식강의실의 경우, 학생들의 설문조사 결과에서도 「강사의 소리가 알아듣기 어렵다」고 답하는 비율이 높았다. D나 STI의 값이 큰 대강의실의 경우에도 강사의 소리를 알아듣기가 어렵다고 답하는 비율이 높았으나 이것은 강사의 목소리가 작아서 나타나는 현상이었다.

5. 결론

본 연구에서는 학교 건축물의 교내 음환경의 일환으로 강의실 내에서 측정된 임펄스 응답에 따라서 잔향시간, D, STI 등의 물리지표를 산출하였다. 또한 실제의 교육현장에서 있어 교수와 학생을 대상으로 한 설문조사를 실시하여 강의실내의 음환경에 대한 현상을 고찰하였다. 이번 조사의 대상이 된 강의실에 있어서는 물리지표와 설문조사의 회담으로써 강의실내의 음환경에 대한 물리지표와 주관적 평가와의 상관관계가 있을 것이라는 것을 알 수 있었다.

앞으로는 강의실 내의 각 위치에서 임펄스 응답을 모의·재생하여, 강의실 내에서의 음성전달 특성을 평가한 실험을 하여 각 물리지표와 주관평가와의 대응관계에 대하여 조사 할 예정이다.

Reference

- [1] R. Thiele : Richtungsverteilung und Zeitfolge der Schallrückwürfe in Räumen, Acoustica, Vol.3, pp.291-302, 1953.
- [2] T. Hougast, H.J.M. Steeneken and R. Plomp : Predicting speech intelligibility in rooms from modulation transfer function, Acoustica, Vol.46, pp.60-72, 1980.
- [3] M. R. Schroeder : Modulation transfer functions : Definition and measurement, Acoustica, Vol.49, pp.172-182, 1980.
- [4] 前川純一 : 建築・環境音響學, vol.3, pp.66-67, 1997
- [5] 김부길,이재봉, 차경환 : 소음·진동, vol.2, pp178, 2000
- [6] Y.Suzuki, H-Y. Kim, F.Asano and T.Sone : An Optimum computer generated pulse signal suitable for the measurement of very long impulse response, J. Acoust. Soc. Amer., Vol.97, pp.1119-1123, 1995.
- [7] M. R. Schroeder : New method of measuring reverberation time, J. Acoust. Soc. Amer., Vol.37, pp.409-412, 1965.