

J고등학교 음악실의 음향성능 개선에 관한 연구

A Study on the Improvement of Acoustic Performance at Music Class Room in J High School

정인모†·설수환*·김재수**

Jeong In-Mo, Seol Soo-Hwan and Kim Jae-Soo

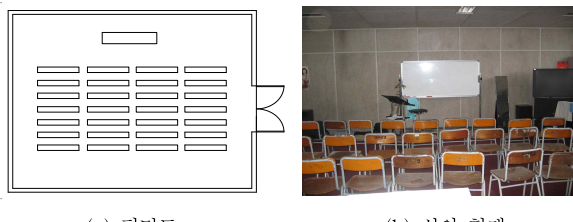
1. 서론

중·고등학교의 음악실은 일반 교실과는 달리 노래를 부르며 악기를 연주하는 공간으로서 다른 수업에 방해가 될 수 있기 때문에 독립된 공간이 필요하다. 또한 선생님과 학생들과의 원활한 수업이 이루어지기 위해서 음이 너무 울리거나 건조해지지 않게 음향상태를 고려해서 설계해야 한다. 그러나 대부분의 중·고등학교의 음악실은 다른 수업의 방해가 될 수 있다는 이유로 무분별한 흡음재를 사용하거나 일반 교실을 그대로 사용함으로써 수업의 질을 떨어뜨리는 등 음악실로서의 기능을 다하지 못하고 있다. 따라서 본 연구는 익산시에 소재한 고등학교 음악실을 대상으로 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 최적화된 음향성능을 갖는 음악실을 설계하고자 하였다. 그리고 분석된 결과를 토대로 개선 전·후를 비교하여 음악실 음향성능기준에 맞는 음향상태를 제시하고자 하였다.

2. 측정방법 및 개요

2.1 대상 고등학교 음악실의 개요

본 대상 음악실의 음향특성은 규모, 평면형태, 체적, 실내표면과 마감 재료 등에 크게 영향을 받는다. 대상 음악실의 형태 및 제원은 Fig 1. 및 Table 1, 2, 3 과 같다.



(a) 평면도 (b) 실의 형태
Fig 1. 대상 음악실의 평면도 및 실의 형태

Table 1. 대상 음악실의 제원

구분	제원
면적(m ²)	53
체적(m ³)	149
좌석수	약 35석

† 정인모; 원광대학교 건축공학과 석사과정
bless20c@naver.com
(063)857-6712

* 설수환; 원광대학교 건축공학과 박사과정

** 김재수; 원광대학교 건축학부 교수

Table 2. 개선전 음악실의 마감 재료별 흡음률

위치	마감 재료	주파수(Hz)					
		125	250	500	1k	2k	4k
바닥	카펫 5T	0.03	0.05	0.05	0.25	0.35	0.50
벽, 천정, 문	암면흡음판 12T(300A)	0.20	0.20	0.40	0.60	0.70	0.75
창문	목재 샷시	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04

Table 2. 와 같이 벽, 천정 전체가 흡음성이 큰 마감재료를 사용할 경우에 잔향시간이 짧아질뿐더러 음악명료도 등 전반적인 음향적 발생 가능성이 매우 높다. 따라서 반사성 있는 재료를 적절하게 배치함으로써 이러한 음향적 결함을 최소화 할 수 있는 개선안을 제안하였다. 개선후 마감 재료별 흡음률은 Table 3. 과 같다.

Table 3. 개선후 음악실의 마감 재료별 흡음률

위치	마감 재료	주파수(Hz)					
		125	250	500	1k	2k	4k
바닥	카펫 2T	0.01	0.02	0.03	0.05	0.08	0.10
벽	석고보드 9~12T+45A	0.26	0.13	0.08	0.06	0.06	0.06
천정	유공아미텍스	0.22	0.32	0.15	0.14	0.08	0.06
문	암면흡음판 12T(300A)	0.20	0.20	0.40	0.60	0.70	0.75
창문	목재 샷시	0.35	0.25	0.18	0.12	0.07	0.04

2.2 Computer simulation 개요

연구대상 음악실의 음압분포 및 실내음향 파라메타의 예측 분석은 음선추적법(Ray-tracing method)과 허상법(Image model method)에 의한 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며 사용 프로그램은 Odeon 4.21이다. 시뮬레이션 방법은 ISO에서 제안하는 무지향성 음원을 단상 바닥면으로부터 1.5m 높이에, 수음점은 좌석 부분에 모두 4개를 선정하여 1.2m 높이에 위치하였다.

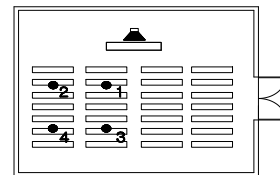
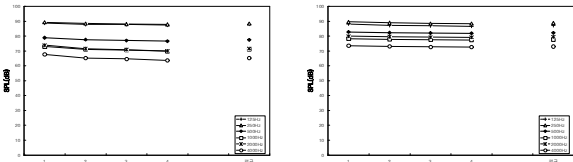


Fig 2. 대상 음악실의 수음점 위치

3. 분석 및 고찰

3.1 음압레벨 (SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 매우 중요한 의미를 가지며, 객석의 균등한 음압분포는 소리의 직접음과 초기반사음 에너지의 양에 따라 결정된다. 연구대상 음악실을 대상으로 4개 수음점에서 주파수별 음압레벨(dB)은 Fig 3. 과 같다.



(a) 개선전 음압레벨 (500Hz) (b) 개선후 음압레벨 (500Hz)
Fig 3. 개선전 · 후 수음점에 따른 음악실의 음압레벨(dB)

Fig 3. 을 보면 평가의 기준이 되는 500Hz에서 음압레벨이 개선전은 77.53dB, 개선후는 82.25dB로 나타났으며, 표준편차는 개선전 1.00dB, 개선후 0.40dB로 나타났다. 따라서 4개의 수음점에서 균일한 음압레벨 분포를 보여 일정한 음량감을 느낄 수 있을 것으로 사료된다.

3.2 잔향시간 (RT, Reverberation Time)

잔향시간은 울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수이며 정상 상태의 음에너지 밀도가 60dB 감쇠하는 데까지 소요되는 시간으로 정의된다. 실의 용도와 체적에 맞는 대상 고등학교 음악실의 최적 잔향시간(sec)은 Fig 4. 와 같다.

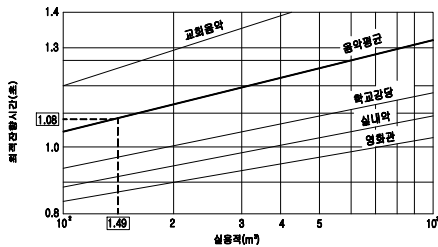
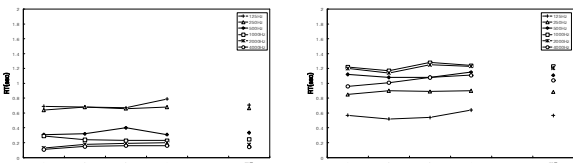


Fig 4. 적정잔향시간 범위



(a) 개선전 잔향시간 (500Hz) (b) 개선후 잔향시간 (500Hz)
Fig 5. 개선전 · 후 수음점에 따른 음악실의 잔향시간(sec)

Fig 5. 를 보면 500Hz의 잔향시간은 개선전 0.34초, 개선후 1.11초로 나타나 개선후 잔향시간이 최적 잔향시간을 만족하고 있다. 이러한 이유는 개선전의 흡음성이 강한 마감재료를 최적 잔향시간을 고려하여 벽과 천정부분을 반사성 있는 재료로 변경하였기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이러한 잔향시간의 결과로 미루어 볼 때, 개선후 대상 음악실의 경우 음악수업의 공간으로 매우 적합할 것으로 사료된다.

3.3 음성명료도 (D₅₀, Definition)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D₅₀은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음이 직접음을 보장하는 명료도를 좋게 하는 것을 말한다. Fig 6. 은 음성명료도 실측치를 수음점별로 비교·분석한 결과이다.

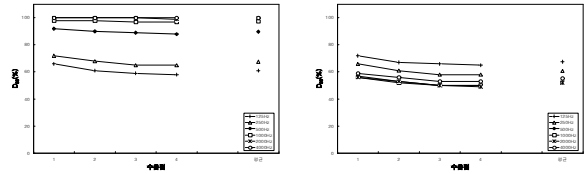


Fig 6. 개선전 · 후 수음점에 따른 음악실의 음성명료도(%)

Fig 6. 을 보면 음향설계의 기준 주파수인 500Hz에서 D₅₀의 평균이 개선전의 경우 89.75%, 개선후의 경우 52.50%로 나타났다. 개선전의 경우는 흡음재의 영향으로 음성명료도가 매우 높은 것을 알 수 있으며, 개선후 또한 음악의 기준인 30~40%에 만족하여 음악수업시 명료한 음성을 들을 수 있는 것으로 사료된다.

3.4 음악명료도 (C₈₀, Clarity)

음악에 대한 명료도 지수(Clarify Index)인 C₈₀은 음향설계시 음성명료도와 함께 고려해야 할 평가지수이다. Fig 7. 은 음악명료도 실측치를 수음점별로 비교·분석한 결과이다.

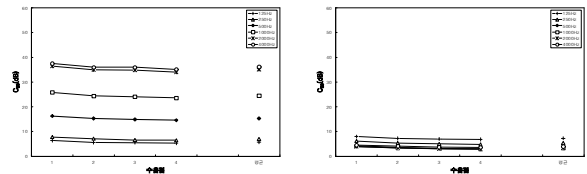


Fig 7. 개선전 · 후 수음점에 따른 음악실의 음악명료도(dB)

Fig 7. 를 보면 C₈₀은 500Hz를 기준으로 할 때 개선전은 수음점간 평균 음악명료도가 15.28dB로 나타났으며, 개선후는 평균 음악명료도가 3.53dB로 나타났다. 대중음악, 현대음악의 경우 C₈₀의 적정 허용값은 +4/-2dB을 평가의 기준으로 삼기 때문에 개선후 음악실에서 노래, 악기연주를 할 경우 충분한 음악을 감상할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구는 흡음성이 큰 마감재료에 의하여 음향적 결함 발생 가능성이 매우 높은 형태의 음악실을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실내 공간의 개선 전, 후의 음향성능을 평가해 보았다. 연구 결과, 개선전에 0.34초의 짧은 잔향시간을 고등학교 음악실의 최적잔향시간 기준에 맞출 수 있었으며 개선전보다는 개선후의 경우에 물리적 음향 평가 지수인 음압분포레벨(SPL), 음악명료도(C₈₀) 등이 보다 더 만족할 만한 음향 상태를 나타낼 수 있었다. 따라서 향후 대상 고등학교 음악실이 개선후에서 제안한 음향설계에 맞게 변경되어지면 음악실의 목적에 적합한 기능을 할 것으로 사료된다. 또한 이러한 자료는 이와 유사한 학교 음악실의 음향설계 시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.