

음악대학 성악 레슨실의 음향성능 개선에 관한 연구

A Study on Improvement of Acoustic Performance at Vocal Music Lesson Room, College of Music

이경재†·김재수*

Lee, Kyung-Jae, Kim, Jae-Soo

1. 서 론

음악대학 성악 레슨실은 수업 및 공연을 준비하는 학생들의 연습 공간으로서 실제 공연장과 비슷한 음향성능을 갖추어야 한다. 그러나 흡음재 위주로 마감된 성악 레슨실은 음향적 고려없이 무분별하게 설계 및 시공되어 실제 공연장과 전혀 다른 음향특성을 보여 전혀 다른 소리로 본인의 노래가 들리기 때문에 학생 및 교수들이 레슨시 많은 어려움을 겪고 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 음향적 문제점이 있는 대학교 성악 레슨실을 대상으로 Computer Simulation을 통해 최적의 음향 상태를 유지 할 수 있는 건축 음향요소를 제안하고자 한다.

2. 측정방법 및 개요

2.1 연구대상 성악 레슨실의 개요

본 연구대상 성악 레슨실은 원광대학교 음악대학에 위치하고 있으며, 형태는 그림 1.과 같고 제원은 표 1.과 같다.

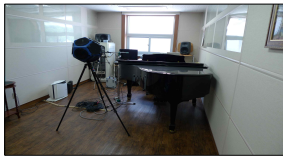


그림 1. 성악 레슨실의 형태

표 1. 성악 레슨실의 제원

구 분	제 원
체 적	약 50m ³
길 이	6.55m
폭	3m
천 정 고	2.5m

2.2 음향 설계를 위한 마감재료의 변경

개선전의 재료는 음향적 요소를 고려하지 않은 채 무분별한 흡음재의 사용으로 인해 너무 음이 건조하고 메탈라 레슨시 음량을 과도하게 키우는 문제점이 있다. 따라서 적정잔향시간을 확보하기 위해 벽과 천정을 반사재로 변경하였다.

표 2. 대상 성악 레슨실의 개선 전후 마감재료

구 분	마감 재료	주파수(Hz)						
		125	250	500	1k	2k	4k	
개선 전	천장	솔라톤 15T	0.34	0.42	0.53	0.68	0.68	0.63
	바닥	목조바닥 3	0.16	0.14	0.12	0.11	0.09	0.07
	벽	페브릭 보드(폴리우레탄 + 페브릭 마감)	0.1	0.25	0.55	0.8	0.65	0.85
개선 후	벽	합판 6T 2겹 + 목재무늬시트	0.42	0.21	0.1	0.08	0.06	0.06
	천장	샌드위치 판넬	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02

3. 음향 시뮬레이션

3.1 Computer Simulation 개요

연구대상 성악 레슨실의 음압분포 및 실내음향 파라미터의 예

† 이경재; 원광대학교 건축공학과 석사과정
ultras-kj@hanmail.net
(063)857-6712

* 김재수; 원광대학교 건축공학과 교수

측분식은 음선추적법(Ray-tracing method)과 허상법(Image model method)에 의한 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며 사용 프로그램은 Odeon 4.21이다. 음향 시뮬레이션에서 측정조건은 실제 측정조건과 동일하게 하였으며 확산방법은 Lambert Method, Impulse Response 길이는 1,000m, Transition order는 3으로 설정 하였다.

3.2 측정방법

시뮬레이션 방법은 ISO에서 제안하는 무지향성 음원을 바닥면으로부터 1.5m 높이에, 수음점은 다목적 홀의 평면이 대칭 형태이므로 실의 중심을 기준으로 그리드(Grid)를 설정해 모두 4개를 선정하여 1.2m 높이에 위치하였다. 시뮬레이션에 사용된 주파수별 파워출력은 표 3.과 같다.

표 3. 시뮬레이션에 사용된 음원의 주파수별 PWL

주파수	125Hz	250Hz	500Hz	1kHz	2kHz	4kHz
PWL(dB)	96.4	97.35	89.14	84.45	85.99	79.82

위의 내용을 바탕으로 한 음원 및 수음점의 위치는 그림 2.와 같다.

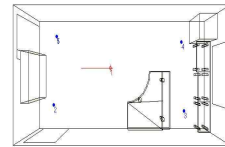


그림 2. 성악 레슨실의 수음점 위치

4. 분석 및 고찰

4.1 음압레벨(SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 음압레벨의 분포상태는 매우 중요한 의미를 갖는다. 4개의 수음점에서 실측치와 예측치의 500Hz의 음압레벨을 측정한 결과는 다음과 같다.

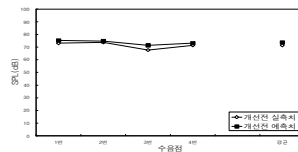


그림 3. 개선 전 실측치와 예측치의 음압레벨 비교(500Hz)

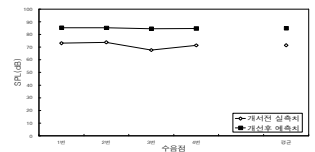


그림 4. 개선 전·후 수음점에서 따른 음압레벨 비교(500Hz)

그림 3.에서 보면 예측치와 실측치의 차이가 거의 나타나지 않고 수음점별 분포도 거의 비슷하여 시뮬레이션 결과를 신뢰할 수 있을 것으로 사료된다. 그림 3.의 수음점 3번에서 음압레벨이 낮는데 이는 피아노 및 책상이 가리고 있어 벽의 유효한 반사음을 얻기 어렵기 때문으로 판단된다. 시뮬레이션을 통한 개선 전후 각 주파수별 음압레벨은 그림 4.와 같다. 그림 4.에서 500Hz의 각 수음점별 음압레벨을 보면 개선전 평균은 71.52dB, 표준편차는 2.74dB이며, 개선후 평균은 85.03dB, 표준편차는 0.39dB로 나타났다. 이는 마감재료 변경을 통해 성악 레슨시 가장 중요한 음량이 14dB정도 증가 하였다. 또한 표준편차도 0.39dB로 낮게 나

타나 레슨실 전체에서 균일한 음압을 느낄 것으로 사료된다.

4.2 잔향시간(RT)

울림의 양에 대한 가장 중요한 지수인 잔향시간을 정상상태의 음이 60dB 감쇠하는데 까지 소요되는 시간으로 정의 된다. 4개의 수음점에서 실측치와 예측치의 500Hz의 잔향시간을 측정한 결과는 다음과 같다.

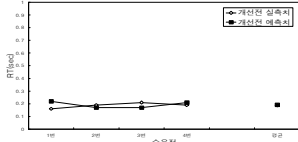


그림 5. 개선 전 실측치와 예측치의 잔향시간 비교(500Hz)

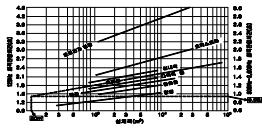


그림 6. 대상 성악 레슨실의 최적 잔향시간표

그림 5.을 통하여 본 성악 레슨실은 짧은 잔향시간으로 인해 실제 공연장과는 전혀 다른 소리로 본인의 노래가 들리기 때문에 학생 및 교수들이 레슨시 많은 어려움이 있을 것으로 사료된다. 실의 용도와 체적에 맞는 대상 성악 레슨실의 최적 잔향시간은 그림 6.이며, 시뮬레이션을 통한 개선 전후의 각 주파수별 잔향시간은 그림 7.와 같다.

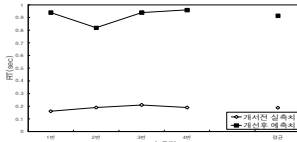


그림 7. 개선 전·후 수음점에 따른 잔향시간 비교(500Hz)

그림 7.에서 500Hz의 각 수음점별 잔향시간을 보면 개선전의 평균은 0.19초, 표준편차는 0.02초이며, 개선후의 평균은 0.92초, 표준편차는 0.06초로 나타났다. 따라서 적정 마감재로 변경으로 인해 최적잔향시간을 확보하고 있으며 이로 인해 성악 레슨시 적절한 울림을 확보하여 최상의 조건에서 성악 레슨이 가능할 것으로 판단된다.

4.3 음성명료도(D50)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D50은 음의 발생이 중지한 후 50mm까지의 반사음이 직접음을 보강하여 명료도를 좋게하는 것으로서, 4개의 수음점에서 실측치와 예측치의 500Hz의 음성명료도를 측정한 결과는 다음과 같다.

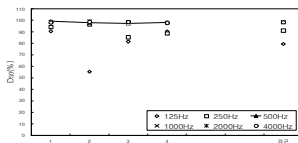


그림 8. 개선 전 실측치와 예측치의 음성명료도 비교(500Hz)

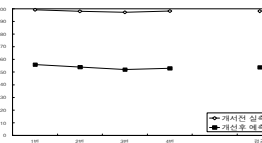


그림 9. 개선 전·후 수음점에 따른 음성명료도 비교(500Hz)

그림 8.을 보면 500Hz의 평균 음성명료도는 98.18%로 나타나 다목적 홀의 최적 D50인 55~60%를 크게 상회하고 있다. 따라서 음성정보 전달은 매우 뛰어나지만 소리가 너무 건조하고 딱딱하여 풍부한 울림이 필요한 성악 레슨은 어려울 것으로 판단된다.

그림 9.를 보면 개선후 500Hz의 수음점별 음성명료도 분포가 개선전에 비해 모두 낮아졌고, 500Hz의 음성명료도 역시 평균 53.75%로 개선전에 비해 약 45%정도 낮아 졌다. 따라서 개선후에는 다목적홀의 음성명료도 적정 값인 55~60%를 거의 만족함을 알 수 있다.

4.4 음악명료도(C80)

음악에 대한 명료도 지수(Clarify index)인 C80을 10개의 수음점에서 실측치와 예측치의 500Hz의 음악명료도를 측정한 결과는 다음과 같다.

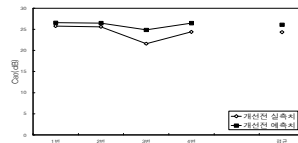


그림 10. 개선 전 실측치와 예측치의 음악명료도 비교(500Hz)

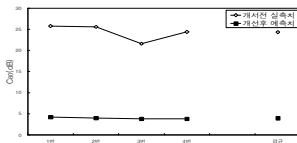


그림 11. 개선 전·후 수음점에 따른 음악명료도 비교(500Hz)

그림 10.을 보면 500Hz의 음악명료도는 평균 24.35dB, 표준편차는 1.93dB로 음악당내 최적 C80인 ±2dB을 크게 상회하고 있다. 따라서 음이 너무 건조하고 딱딱하여 성악 레슨실의 경우 충분한 음량과 음색으로 연습하기가 어려울 것으로 사료된다.

그림 11.을 보면 개선전의 평균은 24.35dB, 표준편차는 1.93dB로, 개선후의 500Hz의 평균은 3.95dB, 표준편차는 0.19dB로 개선후에 평균 및 표준편차가 낮아졌음을 알 수 있다. 이 같은 결과는 현대음악, 대중음악에서도 음악적 명료도가 얻어지는 +4/-2dB범위에 있으므로 성악 레슨시 충분한 음악적 명료도를 얻을 수 있을 것이라 판단된다.

4.5 음성전달지수(RASTI)

실내에서 음성 전달의 이해도(Speech Intelligibility)를 나타내는 주관적 척도로서의 평가지수는 RASTI를 분석한 결과는 그림 12.와 같다.

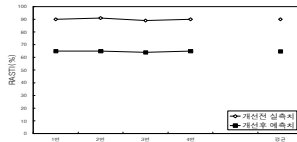


그림 12.를 보면 수음점별 음성전달지수가 개선전 평균 90%, 표준편차 0.82%, 개선후 평균 64.75%, 표준편차 0.50%로 나타났다. 개선전이 높게 나타난 이유는 잔향시간이 짧기 때문에 나타난 현상으로 표 8. RASTI 평가기준에 의해 개선전은“Excellent (아주 편하게 들을 수 있다.)”로, 개선후는 “Good (잘 들린다.)”로 평가되었다. 따라서 음악대학 성악 레슨실의 경우 발생하는 원인이 왜곡되어 명료성이 저하되지는 않을 것으로 사료된다.

표 4. RASTI 평가기준

RASTI(%)	평가 척도	비고
0~32	Bad (전혀 알아듣지 못한다.)	
32~45	Poor (잘 알아듣지 못한다.)	
45~60	Fair (노력하면 들을 수 있다.)	
60~75	Good (잘 들린다.)	개선후
75~100	Excellent (아주 편하게 들을 수 있다.)	개선전

5. 결론

본 연구는 리노베이션이 필요한 음악대학 성악 레슨실을 대상으로 음향 시뮬레이션을 통해 실측치와 예측치의 신뢰성을 검증하였으며 이를 토대로 마감 재료를 변경하여 최적화된 음향 상태를 갖는 음악대학 성악 레슨실을 제안하고자 하였다.

음향 시뮬레이션을 통하여 분석해 본 결과 물리적 음향 평가 지수인 음압레벨분포(SPL), 잔향시간(RT), 음성명료도(D50), 음악명료도(C80), 음성전달지수(RASTI)등이 개선전보다 개선후 만족할 만한 음향성능을 보임을 알 수 있다. 따라서 향후 연구대상 성악 레슨실이 이러한 음향 설계에 따라 리노베이션이 되어 진다면 학생 및 교수들이 충분한 음향감과 잔향감 및 확산감을 확보하여 실제 공연과 비슷한 환경에서 레슨이 이루어질 것으로 판단된다. 또한, 이러한 연구가 지속되고 자료가 축적된다면 향후 음악대학 성악 레슨실의 음향 설계시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.