

법학전문대학원 국제 회의장의 건축음향 설계

A Study on the Architectural Design for International assembly of law school

이 국 현†·이 경 재*·김 재 수**

Lee Kook-Hyun, Lee Kyung-Jae and Kim Jae-Soo

표 2. 개선 전 국제회의장의 마감 재료별 흡음률

위치	마감 재료	주파수(Hz)						
		125	250	500	1k	2k	4k	
무대	바닥	인조석 물갈기	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
	벽체	볼탈 위 수성페인트	0.01	0.01	0.05	0.04	0.07	0.09
	천장	석고보드	0.29	0.1	0.05	0.04	0.07	0.09
벽	상부	볼탈 위 수성페인트	0.01	0.01	0.05	0.04	0.07	0.09
	하부	부늬목 부착보드	0.19	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
	객석	의자 통기성 천으로 마감	0.15	0.25	0.4	0.45	0.45	0.4
바닥	통로	인조석 물갈기	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04
	천장	석고보드	0.29	0.1	0.05	0.04	0.07	0.09
기타	문	레자방음문	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	창문	4T 유리	0.3	0.2	0.1	0.07	0.05	0.02

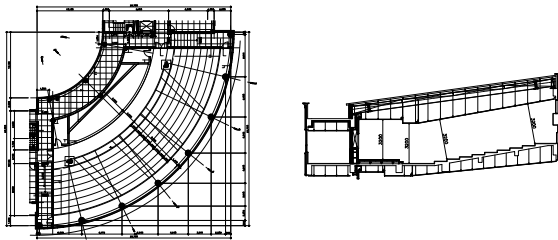
1. 서 론

최근 건립되고 있는 국제 회의장의 경우 음악 홀과 달리 음악적인 명료성 보다는 음성적인 명료성이 매우 강조되기 때문에 설계단계에서부터 음향적 요소에 대한 충분한 검토가 필수적이다. 따라서 본 연구에서는 건립 단계에 있는 법학전문대학원 국제 회의장의 설계원안을 토대로 AutoCAD로 모델링 한 후 Computer Simulation 프로그램을 이용하여 건축음향성능 평가를 실시하였다. 이 결과를 바탕으로 설계원안이 갖는 음향적 결함을 개선하기 위하여 실의 체적과 용도에 적합한 마감재료를 변경한 뒤 최적화된 음향상태를 갖는 국제 회의장을 건립하기 위한 개선안을 제시하여 음향성능을 평가해 보았다.

2. 측정방법 및 개요

2.1 연구대상 국제회의장의 개요

본 연구대상 국제회의장의 음향 특성은 규모, 평면형태, 체적, 실내표면과 마감 재료 등에 영향을 크게 받는다. 국제회의장의 형태 및 제원은 그림 1. 및 표 1, 2, 3 과 같다.



(a) 평면도 (a) 단면도
그림 1. 대상 회의장의 형태

표 1. 대상 회의장의 제원

구 분	제 원
체적	1,554m ³
표면적	486m ²
객 석 수	약 300석

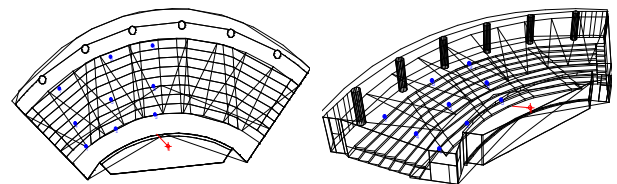
표 3. 개선 후 국제회의실의 마감 재료별 흡음률

위치	마감 재료	주파수(Hz)						
		125	250	500	1k	2k	4k	
무대	바닥	단풍나무 플로링	0.1	0.25	0.1	0.1	0.07	0.07
	벽체	MDF + 펠름시트 마감	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.06
	천장	공기층 위 석고보드 16T 2겹	0.28	0.12	0.1	0.17	0.13	0.09
벽	상부	멜라민 흡음보드 25T + 지정천 마감	0.23	0.26	0.5	0.52	0.55	0.55
	하부	MDF + 펠름시트 마감	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.06
	객석	의자 통기성 천으로 마감	0.15	0.25	0.4	0.45	0.45	0.4
바닥	통로	카펫 6T	0.03	0.09	0.25	0.31	0.33	0.44
	천장	흡음텍스 9T	0.3	0.2	0.16	0.12	0.15	0.2
기타	문	레자방음문	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03
	창문	4T 유리 + 커튼	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37

* 국제회의실의 경우 창문에 설치된 커튼은 음성을 위주로 한 강연 및 회의에 Close된 상태에서 사용하는 것이 바람직하다고 판단되며, 본 연구에서는 커튼을 Colse한 상태에서 음향시뮬레이션을 수행하였음.

2.2 Computer simulation 개요

연구대상 국제회의장의 음압분포 및 실내음향 파라미터의 예측분석은 음선추적법(Ray-tracing method)과 허상법(Image model method)에 의한 3차원 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하였으며 사용 프로그램은 Odeon 4.21이다. 음향시뮬레이션에서 확산 방법은 Lambert Method, 음선수는 4,010개, Impulse Response 길이는 1,000ms, Transition Order는 3으로, 각 좌석별 음향평가지수는 모두 만석시를 기준으로 평가하였다. 위의 내용을 바탕으로 한 음원 및 수음점의 위치는 그림 2. 와 같다.



(a) 평면도 (b) 투시도
그림 2. 대상 국제회의장의 음원 및 수음점 위치

† 이국현; 원광대학교 건축공학과 석사과정
yi4150@nate.com
(063)857-6712

* 이경재; 원광대학교 건축공학과 석사과정

** 김재수; 원광대학교 건축학부 교수

3. 분석 및 고찰

3.1 Echo 발생 유·무 검토

대상 국제회의장과 같이 반사성이 강한 마감 재료를 사용할 경우 시간지연차 및 반사음레벨이 크기 때문에 실내 음향 장애 중 가장 치명적인 반향(Echo)이 발생할 수 있다. 따라서 초기 단계에서부터 Echo 발생 유·무 검토가 필수적이라고 할 수 있다. 개선 전·후 Echo를 검토해 본 결과는 그림 3. 과 같다.

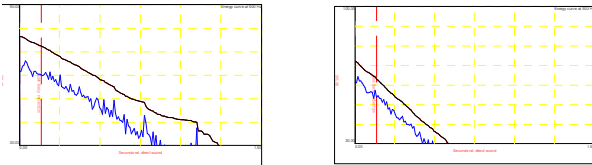
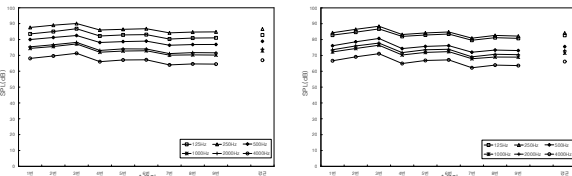


그림 3. Echo 발생 유·무 검토(14번 수음점)

그림 3. 을 보면 개선전에는 음이 발생하고 난 뒤 끝 부분에서 음이 튀어 오른 부분이 생겼으나, 개선후는 일정하게 음이 떨어지면서 Echo가 크게 감소 하였음을 알 수 있다. 이와 같은 이유는 개선전 반사성이 큰 마감 재료를 개선후 흡음력이 높은 마감 재료로 변경하여 반사음 레벨을 크게 줄였기 때문인 것으로 사료된다.

3.2 음압레벨 (SPL)

음의 세기를 나타내는 음압레벨은 실의 형태와 내부공간의 구성에 따라 매우 중요한 의미를 갖으며, 객석의 균등한 음압분포는 소리의 직접음과 초기반사음 에너지의 양에 따라 결정된다. 연구대상 국제회의장을 대상으로 9개 수음점에서 주파수별 음압레벨(dB)은 그림 4. 와 같다.



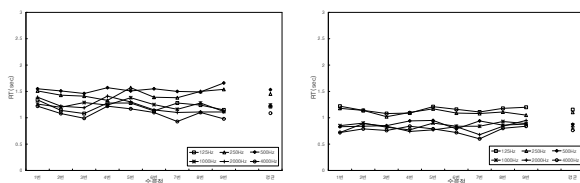
(a) 개선전 (b) 개선후

그림 4. 개선전·후 주파수 별 평균 음압레벨(dB)

그림 4.를 보면 평가의 기준이 되는 500Hz에서 음압레벨이 개선전은 78.9dB, 개선후는 75.6dB 으로 나타났으며, 표준편차는 개선전 2.10dB, 개선후 2.77dB로 나타났다. 따라서 9개의 수음점에서 균일한 음압레벨 분포를 보여 일정한 음량감을 느낄 수 있을 것으로 사료된다.

3.3 잔향시간 (RT)

잔향시간은 울림의 양에 대한 가장 중요한 평가지수이며 정상 상태의 음이 60dB 감쇠하는 데까지 소요되는 시간으로 정의된다. 실의 용도와 체적에 맞는 대상 국제회의장의 최적 잔향시간(sec)은 0.86초로 나타났다. 위의 내용을 바탕으로 개선전·후 9개의 수음점에서 파악한 주파수별 잔향시간(sec)은 그림 5.와 같다.

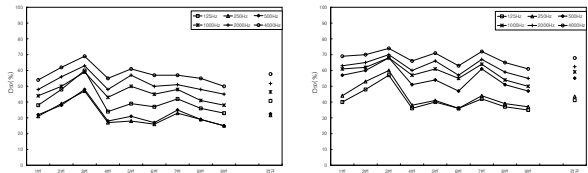


(a) 개선전 (b) 개선후
그림 5. 개선전·후 주파수 별 500Hz의 잔향시간(RT)

그림 5.를 보면 음향설계의 기준이 되는 500Hz의 잔향시간은 개선전 1.53초, 개선후 0.88초로 나타나 개선후 잔향시간이 최적 잔향시간을 만족하고 있다. 이러한 이유는 개선전의 반사성이 강한 마감 재료를 최적 잔향시간을 고려하여 적정 마감 재료로 변경하였기 때문인 것으로 판단된다. 따라서 이러한 잔향시간의 결과로 미루어 볼 때, 개선후 대상 국제회의장의 경우 회의·강연의 공간으로 매우 적합할 것으로 사료된다.

3.4 음성명료도 (D₅₀)

회화의 명료도에 관한 지수중 강연을 대상으로 하는 D₅₀은 음의 발생이 중지한 후 50ms이내의 직접음 및 초기반사음이 직접음을 보장하는 명료도를 좋게 하는 것으로, 음과 총에너지의 비인 Definition 또는 Deutlichkeit 를 말한다. 연구대상 국제회의장을 대상으로 9개 수음점에서 주파수별 음성명료도(%)는 그림 6.과 같다.



(a) 개선전 (b) 개선후

그림 6. 개선전·후 주파수 별 음성명료도(D₅₀)

그림 6.을 보면 음향설계의 기준 주파수인 500Hz에서 D₅₀의 평균이 개선전의 경우 32.6%, 개선후의 경우 55.1%로 나타났다. 일반적으로 음성명료도(D₅₀)은 강연시 55~60%가 권장된다. 따라서 개선전은 회의·강연시 음성명료도를 확보할 수 없는 것으로 나타났으며, 개선후는 강연의 기준을 만족하여 회의·강연시 음성을 매우 명료하게 들을 수 있을 것으로 사료된다.

4. 결론

본 연구는 법학전문대학원에 건립 예정인 국제 회의장의 설계원안을 바탕으로 실의 체적과 용도에 적합한 마감재료를 변경한 후 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 실내공간의 음향 성능을 비교·분석해 보았다.

그 결과, 개선전보다는 개선후의 경우에 물리적 음향 평가 지수인 음압분포레벨(SPL), 잔향시간(RT), 음성명료도(D₅₀), Echo 발생유무 등이 보다 더 만족할 만한 음향 상태를 나타냄을 알 수 있었다. 이러한 이유는 개선전의 경우 반사성이 큰 마감 재료의 사용으로 잔향시간이 늘어나 음성적 명료도가 크게 떨어졌으나, 마감 재료의 변경으로 개선후 잔향시간이 줄어 회의·강연시 적합한 음향 상태를 나타냈다. 따라서 향후 대상 국제 회의장이 개선후에서 제안한 음향설계에 맞게 완공되어지면 회의·강연의 목적에 적합한 기능을 할 것으로 사료된다. 또한 이러한 자료는 이와 유사한 국제회의장 건축음향설계 시 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.