한국소음진동공학회 2008년 추계학술대회논문집, pp.621~622

가청화를 이용한 J 예술회관의 음향 성능평가에 관한 연구

A Study on Acoustic Performance Evaluation of J Art Hall using Auralizational Technique

최 둘†·주 덕 훈*·김 재 수**
Choi Dool, Ju Duck-Hoon and Kim Jae-Soo

1. 서 론

J 예술회관은 강연 및 음악 공연을 수행하는 다목적 공간으로써 이에 따른 음향특성이 요구되는 홀이다. 그러나 J 예술회관의 경우 초기 설계 및 건립 시 음향특성에 대한 고려가 전혀 이루어지지 않아 많은 음향적 결함이 발생하고 있으며, 이에 따른 성능개선이 매우 시급한 상황이다.[1] 따라서 선행연구에서는 J 예술회관을 대상으로 음향시뮬레이션을 통한 실의 용도와 체적에 맞는 적정 잔향시간을 확보 할 수 있도록 개선하였다.[2] 본 연구에서는 선행 연구된 연구 결과를 토대로 건립 후 음장을 체험할 수 있는 가청화 실험을 실시하여 음향만족도 및 반응을 조사하고자 하였다. 이렇게 분석된 자료를 통해 이와 유사한 예술회관 건립 시 음향특성의 향상 및 사람들의 욕구를 수용할 수 있는 예술회관 음향계획의 기초 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험방법 및 개요

2.1 가청화 음향 시뮬레이션

가청화(可聽化)는 홀의 설계단계에서 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 음향설계를 한 뒤 객석의 수음점에서 구한 임펄스 응답(Impulse Response)과 무향실에서 녹음한 원음(Dry Source)을 합성연산(Convolution)하여 컴퓨터상에서 개관 후 공연이 되었을 때 음향상태를 직접 들어 볼 수 있는 시스템이다. 기존의 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 건축음향설계는 건축가에게 설계단계에서는 많은 도움을 주었지만 실제 개관했을 경우 어떤 소리로 들릴 것인가에 대한 신뢰성은 거의 없었다. 그러나 가청화를 통해 설계단계에서 홀이 건립된 후 음장을 직접 체험할 수 있으며, 발주자와 설계자가 홀 형태의 결정, 마감재료의 선택, 음원의 지향성 등 각종 조건들의 변화에 따른 상황을 실제의 음으로 직접 들어 봄으로써 홀에서 요구하는 음향상태를 결정하는데 이용된다.

† 교신저자; 원광대학교 건축음향연구실
E-mail : chlenf@hanmail.net
Tel : (063) 857-6712
* 원광대학교 건축학부 석사과정
** 원광대학교 건축학부 교수, 공학박사

1) 최 둘, 김대군, 김재수 : "음향성능 개선을 위한 J 예술회관의 건축음향성능평가"

2) 최 둘, 주덕훈, 김재수 : "J 예술회관 음향성능 개선에 관한 연구"

2.2 J 예술회관의 개요

J 예술회관은 1992년에 개관하였으며, 주목적은 강연과 공연에 있다. 이러한 예술회관의 음향특성은 규모, 평면형태, 용적, 실내표면과 마감재료 등에 영향을 크게 받으며, J 예술회관의 제원과 실내모습은 표 1., 그림 1.과 같다.

표 1. J 예술회관의 제원

구분	제원	구분	제원
면적	713.41m²	길이	32m
체적	2214m³	폭	25.8m
천정고	10.5m	온습도	24℃,67%

(a) J 예술회관의 3D모델링 (b) J 예술회관의 실내 모습

그림 1. J 예술회관의 모습

선행연구 결과와 음향시뮬레이션을 통한 개선 전· 후 실내음향 특성 비교는 표 2.와 같다.

표 2. 개선 전· 후 실내음향 특성 비교(500Hz)

	RT(sec)	SPL(dB)	D_{50}(%)	C_{80}(dB)	RASTI(%)
개선 전	0.97	56.45	60.22	5.04	65.9
개선 후	1.42	58.12	40.83	0.27	55.83

선행연구 결과 개선 전 J 예술회관은 긴 발코니로 인한 음영(Sound Shadow)이 발생하였으며, 또한 흡음성이 큰 마감재료의 사용으로 인하여 잔향시간이 짧게 나타나는 음향적 결함이 발생하였다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 발코니, 객석 바닥의 개선 및 마감재료의 변경을 통해 리모델링을 실시하여 다목적 홀에 부합한 음향성능을 갖춘 J 예술회관을 설계하였다.

2.3 청감평가를 위한 음원의 구성

J 예술회관의 청감 실험에 사용될 평가 가청화 음원은 공연의 목적 외에도 음악의 사용과 더불어 각종 집회활동 및 강연이 중요한 점을 고려하여 CD 및 Odeon Sample에서 추출하여 표 3.과 같이 구성하였으며, 청취 실험에 사용되어질 설문지는 표 4.와 같이 구성하였다.

표 3. 가청화 음원의 구성

음원번호	음원종류	음원번호	음원종류
1	강의음성	2	판소리
3	가요	4	뮤지컬
5	성악(소프라노)	6	바이올린 연주곡
7	클래식	8	사물놀이

표 4. 주관적 반응을 평가하기 위한 평가시트

항 목 별	평 가 (전혀 그렇지않다 ◀ ▶ 매우 그렇다)
음의 울림(잔향감) (Reverberance)	1 2 3 4 5 6 7
음의 친밀감 (Intimacy)	1 2 3 4 5 6 7
음의 크기 (Loudness)	1 2 3 4 5 6 7
음의 명료성 (Intelligibility)	1 2 3 4 5 6 7
음의 선명함 (Clarity)	1 2 3 4 5 6 7
음의 포근함 (Warmth)	1 2 3 4 5 6 7
음의 균형 (Balance)	1 2 3 4 5 6 7
음의 확산감 (Envelopment)	1 2 3 4 5 6 7

2.4 청감 평가방법 및 실험

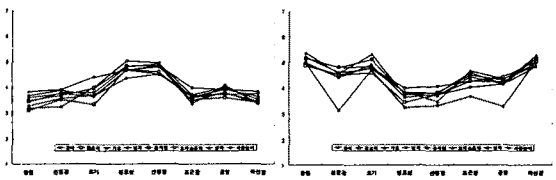
청감실험은 헤드셋을 이용해 동시에 6명씩 진행하였으며 피험자로 선정한 25명은 남성 17명과 여성 8명으로 이루어졌다. 청감평가를 실시하기 전에 음향에 대한 이해를 돕기 위해 평가시트를 사전에 나누어 주고 충분한 설명과 함께 음원을 들려준 뒤 실험에 참가하도록 하였다. 8개의 음원을 순서대로 개선 전과 개선 후로 나누어 들려주어 평가를 하게 하였으며 청감평가 실시 장면은 그림 5와 같다.

그림 5. 청감실험 장비 및 실험장면

3. 분석 및 고찰

3.1 각 평가어휘에 대한 평균적 반응 항목

J 예술회관의 개선 전· 후의 평가를 각 항목별 응답결과를 정리한 결과는 다음 그림 6.과 같다.



(a) 개선 전 평균적 반응 (b) 개선 후 평균적 반응

그림 6. 개선 전후 각 어휘에 대한 평균적 반응

그림 6.을 보면 개선 전에는 짧은 잔향시간으로 인한 평균 반응치가 "명료성"은 4.4~5.0, "선명함"은 4.5~5.0으로 높게 나타나 강연 시 음성정보 전달은 매우 뛰어나지만, "울림", "크기", "포근함", "균형", "확산감"의 어휘에 대해서는 낮게 평가되어 음악 감상 시 이름답고 풍부한 음량과 음색은 느끼지 못하는 것으로 나타났다. 그러나 개선 후의 경우 잔향시간이 확보되어 평균 반응치가 "울림"은 4.9~5.4, "크기"는 4.6~5.3, "포근함"은 3.7~4.7, "균형"은 3.3~4.4, "확산감"은 4.8~5로 개선 전보다 높게 나타나 음향성능이 개선되었음을 알 수 있다.

3.2 J 예술회관의 개선 정도 비교 분석

가청화를 실시한 J 예술회관의 전체적인 인상을 알아보기 위해 각 평가 어휘별로 8개 음원 전체에 대한 개선 전·후 응답분포 밀집도는 그림 7.과 같다.

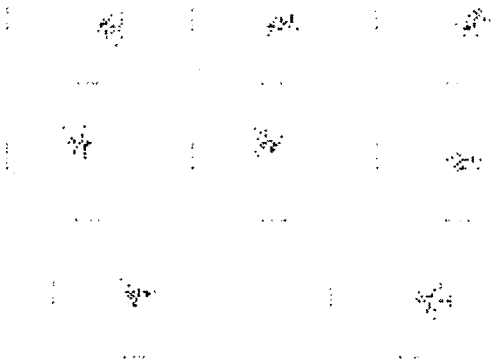


그림 7. 개선 전·후 응답분포의 밀집도

그림 7.을 보면 "친밀감", "명료성", "선명함"의 항목은다소 감소되었지만, "울림", "크기", "포근함", "균형", "확산감"의 항목은 우측하단에 밀집 분포하여 개선 후 음향성능이 상향 평가되었음을 알 수 있다. 이처럼 개선 후 음향성능에 대한 평가가 긍정적으로 나타난 이유는 실의 용도와 체적에 맞는 최적 잔향시간을 확보하였기 때문으로 사료된다.

4. 결론

J 예술회관의 경우 많은 음향적 결함이 발생하여 시뮬레이션을 통해 리모델링한 뒤 가청화 청감실험을 실시하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

1. 개선 전에는 잔향시간이 짧기 때문에 평균 반응치가 "명료성"은 4.4~5.0, "선명함"은 4.5~5.0으로 높게 나타나 강연 시 음성정보 전달은 매우 뛰어나지만, "울림", "크기", "포근함", "균형", "확산감"의 어휘에 대해서는 낮게 평가되었다. 그러나 개선 후에는 잔향시간이 확보되어 평균 반응치가 "울림"은 4.9~5.4, "크기"는 4.6~5.3, "포근함"은 3.7~4.7, "균형"은 3.3~4.4, "확산감"은 4.8~5.로 개선 전보다 높게 나타나 음향성능이 개선되었음을 알 수 있다.

2. 각 어휘의 개선 전·후의 평균적 반응을 비교해 본 결과 "가요", "뮤지컬", "클래식", "사물놀이"와 같은 요소의 음원이 개선 전· 후의 뚜렷한 반응차이를 보여 음성보다는 음악적 요소가 많이 개선되었음을 알 수 있다.

3. J 예술회관의 음향성능 개선 정도를 비교해본 결과 최적 잔향시간에 맞춘 개선 후가 개선 전에 비하여 음향성능이 매우 좋아졌음을 알 수 있다. 따라서 강연의 목적 외에도 악기연주와 같은 공연을 할 수 있는 다목적 홀의 기능에 적합한 음향성능을 갖출 수 있도록 개선되었다고 판단된다.

위와 같은 연구결과는 향후 이와 유사한 예술회관의 건립 시 설계단계에서 음향적 문제를 예측·제어하여 시공비 절감효과 및 음향성능을 향상시킬 수 있는 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.