

가청화를 이용한 장방향 평면 예배당의 음향 성능 평가

Evaluation of Acoustic Performance for Church with Quadrangle Plane using Auralization

정인모† · 김대군* · 김남돈** · 김재수***

Jeong In-Mo, Kim Dae-Goon, Kim Nam-Don and Kim Jae-Soo

1. 서론

현대사회 교회 예배당은 설교와 찬송 뿐만 아니라 CCM, 오페스트라, 부흥회 등 다양한 행사가 이루어지면서 다목적 홀로서의 종교 집회 공간을 요구하고 있다. 하지만 대부분의 교회는 초기 설계 및 건립 시 음향에 대한 고려가 거의 이루어지지 않아 많은 음향적 결함이 발생하고 있는 실정이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 선행연구¹⁾에서는 대상 교회 예배당을 대상으로 음향시뮬레이션을 통해 마감 재료를 변경하여 최적화된 개선안을 제시하였으며, 본 연구에서는 선행 연구된 결과를 토대로 건립 후 음장을 체험할 수 있는 가청화 실험을 실시하여 음향 만족도 및 반응을 조사하고자 하였다. 이러한 연구결과는 향후 이와 유사한 교회 예배당 건립 시 음향적 문제를 예측·제어하여 시공비 절감효과 및 음향성능을 향상시킬 수 있는 유용한 자료로 활용될 수 있을 것으로 사료된다.

2. 실험방법 및 개요

2.1 가청화 음향 시뮬레이션

가청화(可聽化)란 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. 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.

2.2 대상 교회 예배당의 개요

본 연구대상 교회 예배당의 음향 특성은 규모, 평면형태, 체적, 실내표면과 마감 재료 등에 영향을 크게 받는다. 교회 예배당의 형태 및 제원은 Table 1. 및 Fig 1. 과 같다.

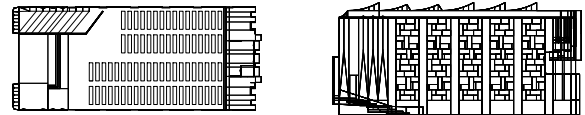
† 정인모: 원광대학교 건축공학과 석사과정
bless20c@naver.com
(063)857-6712

* 김대군: 원광대학교 건축공학과 석사과정
** 김남돈: 원광대학교 건축공학과 박사과정
*** 김재수: 원광대학교 건축학부 교수

1) 정인모, 김대군, 김남돈, 김재수 : “장방향 평면을 갖는 교회 예배당의 건축음향설계”

Table 1. 대상 교회 예배당의 제원

구분	제원
길이(m)	33
폭(m)	18.76
높이(m)	7.3
체적(m ³)	4600



(a) 평면도 (b) 단면도

Fig 1. 대상 교회 예배당의 형태

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

Table 2. 개선 전·후 실내음향 특성 비교(500Hz)

	RT(sec)	SPL(dB)	D ₅₀ (%)	C ₈₀ (dB)	RASTI(%)
개선전	2.31	82.94	15.69	-3.54	45.13
개선후	1.57	77.95	37.69	0.99	55.50

2.3 청감평가를 위한 음원의 구성

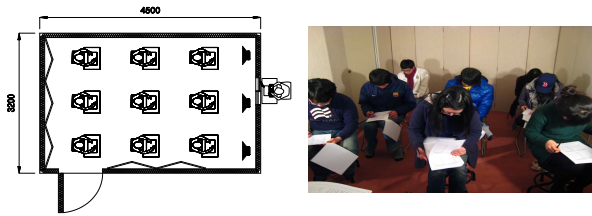
대상 교회 예배당의 청감 실험에 사용될 평가 가청화 음원은 CD 및 Odeon Sample에서 추출하여 Table 3. 과 같이 구성하였다.

Table 3. 가청화 음원의 구성

음원번호	음원종류
1	강의음성
2	테너
3	기타
4	바이올린
5	성악(소프라노)
6	피아노
7	섹소폰
8	합주곡

2.4 청감 평가방법 및 실험

청감실험은 원광대학교 무향실에서 동시에 9명씩 진행하였다. 피험자로 선정된 20명은 청감평가를 실시하기 전에 음향에 대한 이해를 돕기 위해 평가시트를 사전에 나누어 주고 충분한 설명과 함께 음원을 들려준 뒤 실험에 참가하도록 하였다. Fig 2. 는 청감평가 실시 장면이다.

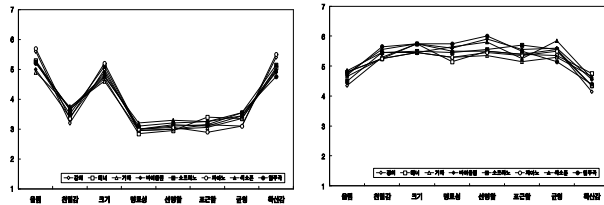


(a) W대학 무향실 평면도 (b) 청감실시 장면
Fig 2. W대학 무향실 평면도 및 청감실시 장면

3. 분석 및 고찰

3.1 각 평가어휘에 대한 평균적 반응 항목

음량에 대한 대표적인 평가지수인 청감보정 음압레벨(SPL(A))은 Fig 3. 과 같다.



(a) 개선전 평균적 반응 (b) 개선후 평균적 반응
Fig 3. 개선전·후 각 어휘에 대한 평균적 반응

Fig 3. 을 보면 개선전에는 긴 잔향시간으로 인해 “울림”과 “확산감”에 대한 평균적 반응치가 4.75~5.7의 결과로 높게 나타났다. 반면 “친밀감”, “명료성”, “선명함”, “균형”항목은 2.85~3.75로 낮게 평가되어 예배시 다목적 홀로서의 공간으로 활용되기 어려울 것으로 나타났다. 그러나 개선 후 천정과 뒤틀벽등의 흡음처리를 하고 건축음향설계에 준한 마감 재료의 변경을 실시하여 실의 용도에 맞는 적정 잔향시간을 확보한 결과 “울림”과 “확산감”에 대한 평균적 반응치는 4.15~4.85로 다소 낮아 졌으며, “친밀감”, “명료성”, “선명함”, “포근함”, “균형”, 항목은 5.15~6.0으로 높게 평가되었다. 개선 전·후의 빈도분석결과를 정규분포곡선으로 나타낸 것은 Fig 4. 와 같다.

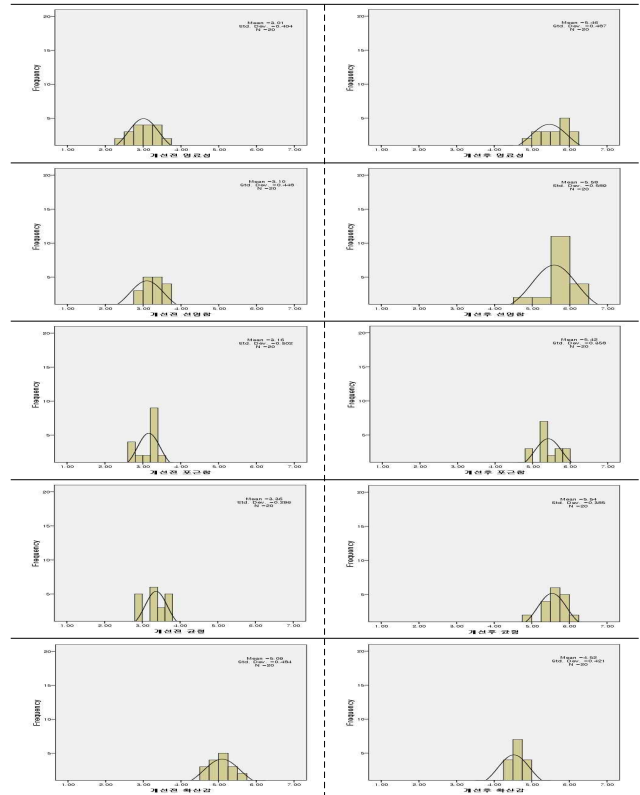


Fig 4. 개선전·후 빈도분석 (정규분포곡선)

4. 결론

대상 교회 예배당의 경우 많은 음향적 결함이 발생하여 음향 시뮬레이션을 통해 개선한 뒤 가청화 기법을 이용하여 청감실험을 실시한 결과는 다음과 같다.

1. 개선 전에는 잔향시간이 길어 “울림”과 “확산감”의 항목에 대한 평균 반응치가 4.9~5.7, 4.75~5.4의 결과로 높게 나타났으며 상대적으로 “친밀감”, “명료성”, “선명함”, “포근함”, “균형”등의 어휘에 대해서는 낮게 평가 되었다. 그러나 개선 후에는 적정 잔향시간이 확보되어 평균 반응치가 “친밀감”은 “5.15~5.7”, “명료성”은 5.3~5.85, “선명함”은 5.35~6.0 “포근함”은 5.15~5.7, “균형”은 5.3~5.85로 개선전 보다 높게 나타나 음향성능이 많이 개선되었음을 알 수 있다.

2. 각 어휘의 개선 전·후의 평균적 반응을 비교해 본 결과 “강의”, “소프라노”, “협주곡”과 같은 요소의 음원이 개선 전·후의 뚜렷한 반응차이를 보여 개선 후에 예배당에서 설교 시 명료한 음성을 들을 수 있는 것과 더불어 성가대의 찬양, 부흥회, 악기 연주를 할 경우 풍부한 음악을 들을 수 있을 것으로 판단된다.

3. 대상 예배당의 음향성능 개선정도를 비교해본 결과 적정 마감 재료를 변경하여 실의 용도에 맞는 최적 잔향시간을 확보한 개선후가 개선전에 비하여 음향성능이 매우 좋아 졌음을 알 수 있었다. 따라서 대상 예배당은 예배시 명료한 음성 뿐만아니라 부흥회, CCM 등과 같은 공연을 할 수 있는 다목적 홀의 기능에 적합한 음향성능을 갖출 수 있도록 개선되었다고 사료된다.

