

교회 방송음원의 종류에 따른 음향출력 설비 구성 배치에 관한 연구

박은진*, 이선희**[◎] 정회원

A Study on Arrangement and Configuration of Acoustic Output Equipment according to Type of Church Broadcast Sources

Eunjin Park*, Seonhee Lee**[◎] Regular Members

요 약

본 연구는 선음원과 점음원의 이론에 근거하여 개발된 혼타입 스피커와 라인어레이 타입 스피커에 대해 비교분석하여 실제에서 이론대로 적용되는지에 대해 연구하였다. 이론적으로 점음원은 거리가 2배 됨에 따라 6dB 감쇄하며, 선음원은 거리가 2배 됨에 따라 3dB 감쇄한다. 선음원 이론에 근거하여 개발된 라인어레이 스피커 시스템이 선음원의 이론대로 작은 음압감쇄가 일어나는지에 대하여 분석하여 사용 목적과 환경에 따른 올바른 스피커의 배열 구성이 선택되도록 하는 것이 본 연구의 목적이다. 이를 위해 점음원과 선음원의 이론을 분석하였으며, 이론을 바탕으로 설계된 혼타입 스피커와 라인어레이 스피커를 시뮬레이션으로 파라미터 값을 분석하였다.

Key Words : Point source, Line source, Horn type speaker, Line array type speaker

ABSTRACT

In this paper, by comparatively analyzing horn type speaker and line array type speaker developed based on line sound source theory and point sound source theory, we research whether theory is adaptable or not in real. Academically, point sound source is attenuated as much as 6dB in accordance with double distance and line sound source is attenuated as much as 3dB in accordance with double distance. Line array speaker system developed based on line sound source is analyzed by theory of line sound source about occurring small sound pressure attenuation and it is propose of research that array composition of right speaker is selected in accordance with use purpose and environment. For this purpose, we analyze theory of point sound source and line sound source. we analyze parameter value by simulating designed horn type speaker and line array speaker based on theory.

I. 서 론

적합한 음향환경을 구축하기 위하여 음향시스템 설계 시 ①충분한 음량; 하울링이 생기지 않는 상태에서 음성은 70~80dBA, 음악은 80~100dBA 이상 되도록 설계. ②균일한 음압분포; 모든 자리에서 똑같이 잘 들리기 위해서는 좌석간의 음압레벨 편차는 ±3dB 이내. ③명료하고 음질이 좋을 것; 자연스럽고 명료한 소리. ④잡음; 히스 잡음이 없어야 함. ⑤안정성; 재생음량에서 하울링이 발생하지 않아야 함. 이와 같이 5가지의 기본 성능을 고려하여야 한다[1]. 객석에서 분포

되는 음량이 균일하도록 구현하기 위하여 거리별 음압편차가 적은 라인어레이 스피커를 사용하게 되었다. 환경과 기술의 발달로 과거에 비해 대규모의 공연장도 많이 세워짐에 따라 라인어레이 스피커의 설치 사례도 점차 증가하고 있다.

객석간 음압편차를 최소화하기 위하여 집중방식과 분산방식의 혼합적인 설계, 또는 보조 Fill 스피커를 추가 설치하는 방식으로 설계할 수 있지만 올바른 음상정위를 형성하기 위해서는 보조 스피커보다 메인스피커 중심으로 음이 분사되어야 한다. 실제로 메인 스피커로 라인어레이 스피커를 사용하게 됨으로서 음압편차가 줄어들어든다면 보조 스피커를

※이 연구는 서울과학기술대학교 교내연구비의 지원으로 수행되었습니다.

*서울과학기술대학교 산업대학원 매체공학과, **서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과

◎교신저자: 이선희(Seonhee@seoultech.ac.kr)

접수일자 : 2016년 9월 12일, 최종 게재확정일자 : 2016년 9월 26일

사용하지 않고도 심리적으로 소리의 방향과 시선의 방향의 일치라는 점을 만들게 하여 덜 피곤하게 만든다는 결과도 같이 제공할 수 있다[2].

메인 스피커로 객석간의 음압 편차를 줄이고자하는 목적으로 만들어진 라인어레이 스피커는 야외 대규모 공연 및 집회에서 뿐만 아니라 실내 공연장에서도 사용된다.

II. 컴퓨터 프로그램에 의한 시뮬레이션

선음원 이론과 점음원 이론을 비교함에 있어서 단일 모델의 시뮬레이션 보다는 혼타입 스피커와 라인 어레이 타입 스피커를 선정하여 비교함이 정확한 데이터를 추출할 수 있기에 혼타입 스피커 2대와 라인어레이 타입 2대를 선정하였다. 보다 정확한 데이터를 추출하기 위해 수평 지향각은 100°로 일정하게 하며, 서로 다른 출력의 스피커를 선정하여 스피커 출력 제원에 따라 선음원 형성에 영향을 주는지 분석하였다.

표 1. 적용 스피커의 제원 #1

비교	스피커	스피커 A	스피커 B
제조사		Meyer Sound	
모델명		UPA-1P	UPM-1P
Type		Horn Type	
지향각 (H×V)		100°×40°	100°×100°
최대 음압		133 dB	123 dB
최대 출력		550 W	350 W

표 2. 적용 스피커의 제원 #2

비교	스피커	스피커 C	스피커 D
제조사		Meyer Sound	
모델명		MICA	M'elodie
Type		Line Array Type	
지향각 (H×V)		100°×Varies	100°×Varies
최대 음압		138 dB	131 dB
최대 출력		3,020 W	1,275 W

4가지 모델로 각 수량별 (8가지 경우) 8지점에서 측정하여 비교 분석하였다. 경우의 수는 다음과 같다.

표 3. 시뮬레이션 경우의 수

	스피커 A	스피커 B	스피커 C	스피커 D
1대				
2대				
4대				
8대				
16대				
32대				
64대				
128대				

마이크 8지점 측정
(1m, 2m, 4m, 8m,
16m, 32m, 64m, 128m)

MAPP XT 시뮬레이션에서 dBA, dBC, dBZ의 평균값, dBZ의 최대값과 지점별 주파수 응답을 확인할 수 있다. dBA, dBC는 사람의 청감특성을 고려한 값이므로 기계적 측정임을 감안하여 Flat Weighted 값인 dBZ의 값을 분석하며, 각 경우별 지점간 음압차를 비교하여 시뮬레이션 상에서 점음원과 선음원의 특성을 분석한다.

음압레벨 데이터를 근거로 하여 거리에 따른 주파수별 음압레벨, 수량별 음압레벨과 수량에 따른 거리별 음압레벨을 분석하며, 음압차 데이터를 근거로 하여 수량과 거리에 따른 음압차를 주파수별로 분석한다.

III. 스피커 음압레벨 분석

대표적으로 1대와 128대의 그래프를 비교 하여 보면, 전체 음압의 기울기는 전체적으로 완만해진 것을 확인할 수 있었다. 그러나 주파수별 음압 감쇄 그래프를 확인한 결과, 고음 대역으로 갈수록 원거리에서의 음압 감쇄는 크게 보강 되지 않는 것으로 보여졌다.

그림 1 ~ 그림 8은 스피커 A~D 각각 1대, 128대 거리별 음압 그래프를 나타낸다.

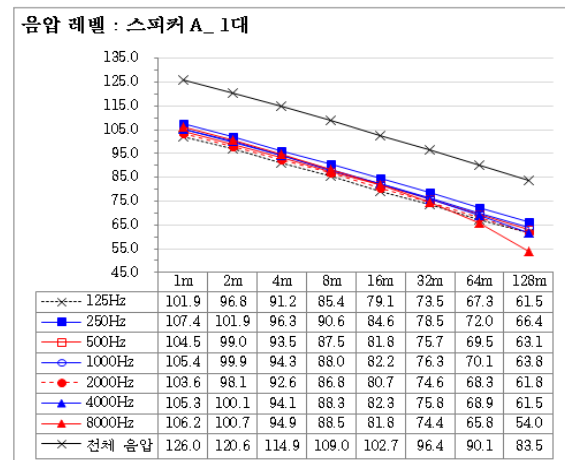


그림 1. 스피커A 1대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

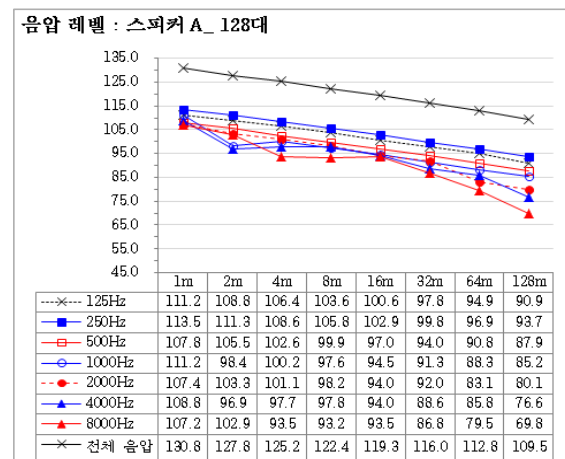


그림 2. 스피커A 128대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

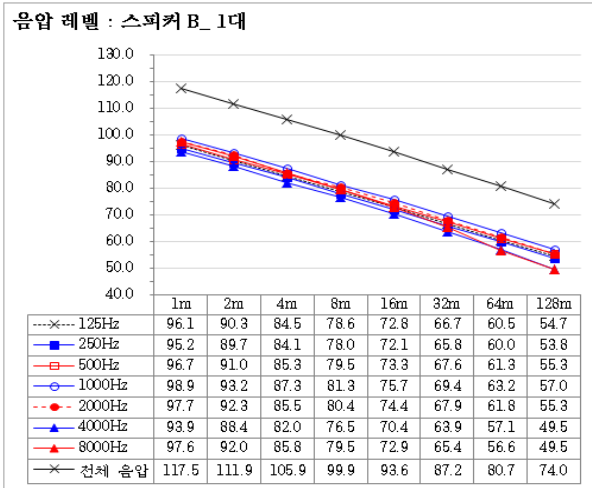


그림 3. 스피커B 1대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

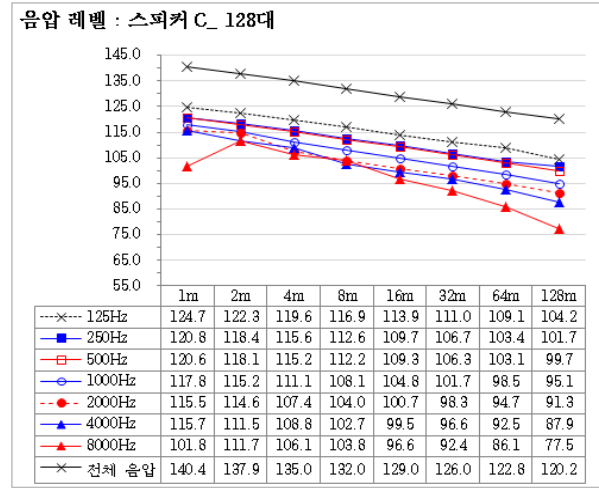


그림 6. 스피커C 128대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

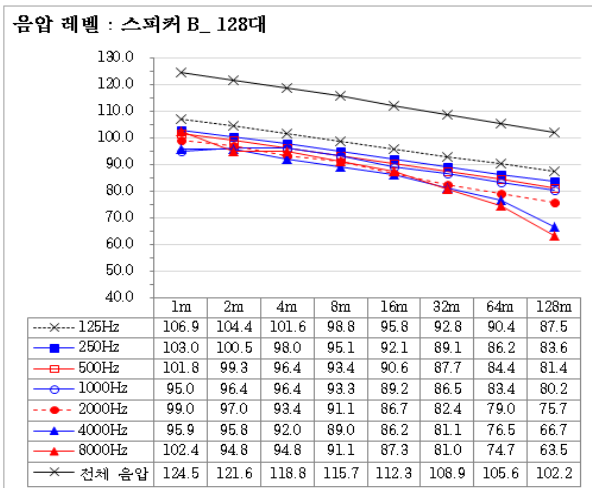


그림 4. 스피커B 128대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

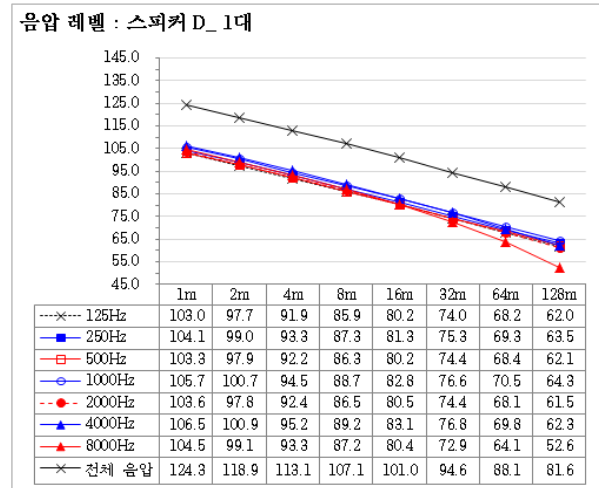


그림 7. 스피커D 1대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

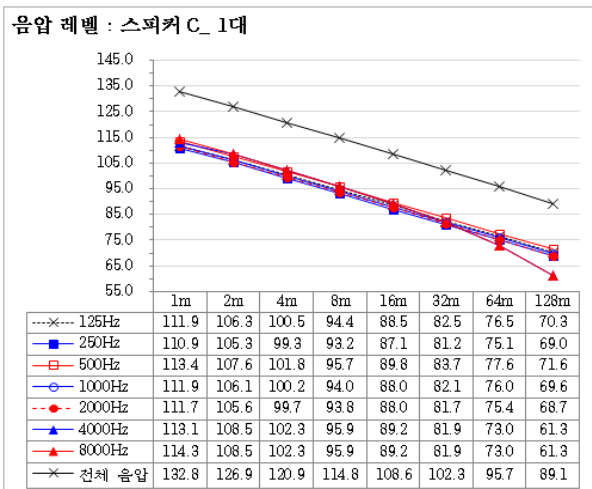


그림 5. 스피커C 1대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

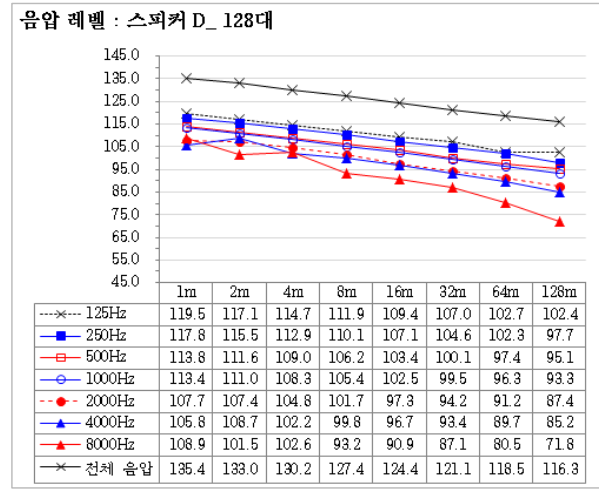


그림 8. 스피커D 128대인 경우 거리에 따른 주파수별 음압 그래프

그림 9 ~ 그림 12는 스피커 A~D 각각 수량에 따른 음압 그래프를 나타낸다. 스피커 수량을 증가시킬수록 동일 지점에 대한 음압은 점점 커지는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 스피커 사양에 따라 임계 수량은 각각 다른 값을 임계값 나타내며 스피커의 수량을 증가시켜도 음압의 상승이 나타나지 않음을 확인할 수 있다.

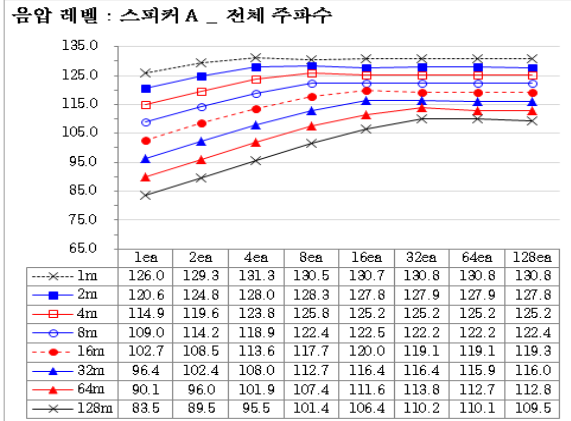


그림 9. 스피커A 수량에 따른 전체 주파수의 거리별 음압 그래프

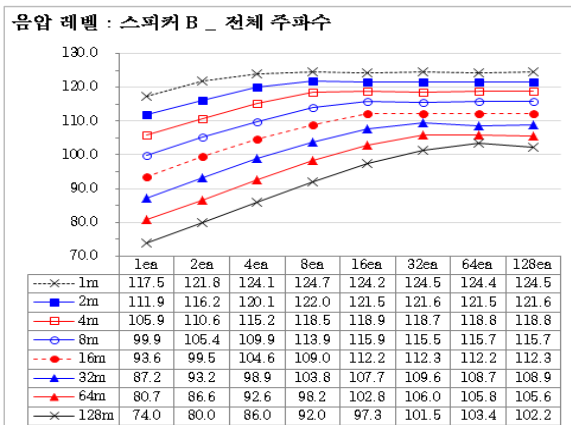


그림 10. 스피커B 수량에 따른 전체 주파수의 거리별 음압 그래프

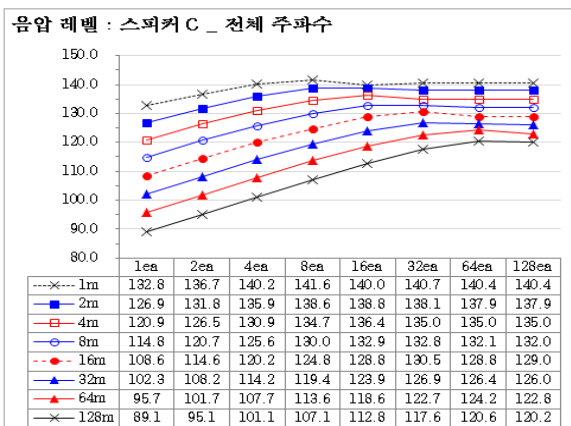


그림 11. 스피커C 수량에 따른 전체 주파수의 거리별 음압 그래프

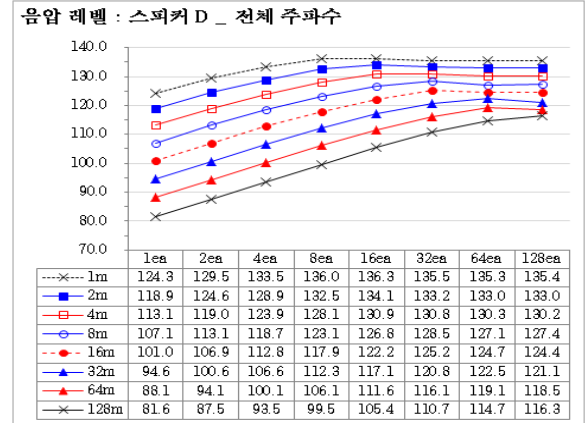


그림 12. 스피커D 수량에 따른 전체 주파수의 거리별 음압 그래프

IV. 시뮬레이션 결과에 대한 분석 고찰

1. 선음원의 유효 거리

스피커 A ~ C는 8대 이상 설치하였을 때, 스피커 D는 16대 이상 설치하였을 때 거리가 2배가 됨에 따라 3dB 감쇄하는 선음원의 이론이 적용되었으며, 스피커의 수량이 증가할수록 선음원의 특성이 유효한 거리도 길어졌다. 그러나 주파수별 음압레벨을 분석한 결과, 8m 이내 근거리에서 고음대역(1000Hz ~ 8000Hz)의 음압차가 들쭉날쭉하여 근거리에서는 선음원의 특성이 유효하지 않은 것으로 나타났다. 이러한 현상은 라인어레이 타입 스피커의 수직배열보다 혼타입 스피커의 수직배열에서 더 두드러졌다. 이는 Fig. 5.1과 Fig. 5.2에서 보는바와 같이 라인어레이 스피커의 고음대역 드래이빙은 고음대역의 컴필터링을 최소화하기 위한 특수한 구조로 되어있기 때문인 것으로 사료된다.

2. 고음대역의 공기흡음

전체 주파수 대역의 음압레벨을 분석한 결과에서는 스피커의 수량이 증가하면서 선음원의 형태가 될수록 음압차가 3dB로 근접하여 선음원의 이론이 적용됨을 확인할 수 있었다. 그러나 각각의 주파수별 음압레벨을 분석한 결과, 고음대역(2000Hz ~ 8000Hz)에서 거리에 따른 음압감쇄는 중저음대역의 음압레벨 감쇄에 비해 더 크게 발생하였다. 이는 고음대역이 중저음대역에 비해 공기 흡음의 영향을 더 많이 받기 때문인데[3], 공기 흡음으로 인해 원거리에서 발생하는 고음대역의 음압감쇄는 스피커의 수량을 증가시켜도 크게 감소시키지 못하는 것으로 나타났다.

이러한 결과를 근거로 라인어레이 스피커를 설치하게 되더라도 원거리에서 발생하는 고음대역의 음압감쇄는 선음원의 이론을 충족시키지 못하는 것으로 판단된다.

3. 음질에 대한 분석 고찰

스피커의 음압차 그래프를 비교분석 한 결과, 전체 주파수 대역의 음압감쇄 레벨은 스피커의 수량이 증가할수록 거리가 2배 됨에 따라 6dB에서 3dB로 근접하였다. 그러나 주파수별 음압차를 분석한 결과 2대 이상이 될 경우 스피커간 간섭으로 콤피터링 현상이 발생하는 것을 관측할 수 있었다. 주파수간 간섭에 의한 콤피터링 현상은 고음대역에서 더 두드러지는 것으로 나타났는데, 이는 사람 귀에 가장 민감하며, 명료도에 영향을 주는 고음대역의 큰 편차적 응답으로 인해 깨끗한 음질을 확보하기 어려울 것으로 사료된다[4].

4. 스피커 수량 임계값에 대한 분석 고찰

각 스피커별로 수량에 따른 거리별 음압레벨, 거리와 수량에 따른 주파수별 음압 레벨, 주파수별 음압차 결과값을 확인한 결과를 근거로 전체 주파수 대역의 음압레벨을 기준으로 다음 표 4와 같이 임계값을 추출할 수 있었다.

이 결과는 커버하고자 하는 거리에 따라 설치해야하는 스피커의 최대 수량을 의미하는 것으로 볼 수 있다. 즉 스피커의 수량을 늘릴수록 음압차는 선음원의 이론에 근접하지만, 임계값이상의 스피커를 설치하게 되는 경우 스피커의 수량을 증가시켜도 음압레벨은 증가하지 않음을 의미한다.

표 4. 거리별 스피커 제원에 따른 임계값

거리	스피커	임계값
1m	스피커 A	8대
	스피커 B	8대
	스피커 C	8대
	스피커 D	8대
2m	스피커 A	8대
	스피커 B	8대
	스피커 C	8대
	스피커 D	16대
4m	스피커 A	8대
	스피커 B	8대
	스피커 C	16대
	스피커 D	16대
8m	스피커 A	8대
	스피커 B	16대
	스피커 C	16대
	스피커 D	32대
16m	스피커 A	16대
	스피커 B	16대
	스피커 C	32대
	스피커 D	32대
32m	스피커 A	16대
	스피커 B	32대
	스피커 C	32대
	스피커 D	64대
64m	스피커 A	32대
	스피커 B	32대
	스피커 C	64대
	스피커 D	64대
128m	스피커 A	32대
	스피커 B	64대
	스피커 C	64대
	스피커 D	128대

V. 결론

점음원과 선음원 스피커의 음향특성을 분석한 결과, 라인 어레이 스피커를 설치하는 경우 중저음영역에서는 이론의 근거대로 음압편차가 적었지만 고음영역에서는 중저음영역에 보다 큰 음압편차를 나타냈고, 커버하고자 하는 거리에 따라 고음 영역대에서 스피커 수량의 임계점이 나타났다. 또한, 혼타입 스피커를 라인어레이 방식으로 배열하는 것보다 라인어레이 타입 스피커를 라인어레이 방식으로 배열하는 것이 선음원에 근접한 결과를 주었으며, 근거리에서 음원의 간섭으로 인한 콤피터링이 많은 것으로 나타났다.

결론적으로 선음원과 점음원을 선택함에 있어서 앞, 뒤거리 16m 이내의 중소형 공간에서는 선음원보다는 점음원의 사용이 적합하다. 선음원을 사용하는 경우 8대 이상의 스피커를 설치하여야 하며 혼타입 스피커가 아닌 라인어레이 타입으로 제작된 스피커를 선택해야 한다. 또한 공간의 사용목적에 따라 요구되는 음압레벨을 재생하고 적합한 음장을 구현하기 위해서 스피커의 수량을 추가하여 음압을 높이는 것보다 규모에 적절한 제원의 스피커를 최소량으로 설치하는 것이 바람직하다.

음원의 형태(점음원과 선음원)에 따라 음압레벨과 음압차의 변화는 중저음대역에 비해 고음대역에서 더 두드러졌다. 이는 귀에 가장 민감하며 명료도와 해상도에 영향을 주는 고음대역의 변화이므로 쉽게 간과해서는 안되며, 스피커 시스템 설계와 구축단계에서 면밀하게 검토되어야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] 강성훈. (2013). “음향시스템의 기초”, 사운드미디어, pp. 204-205
- [2] 장호준. (2007). “음향시스템 핸드북 3.1”, SRM(에스알엠), pp. 154-157
- [3] A Harman International Company. (1999). “Sound System Design Reference Manual”, pp. 2-1~2-6, pp. 5-11
- [4] 강성훈. (2013). “음향시스템의 기초”, 사운드 미디어, p. 37

저자

박은진(Eunjin Park)

정희원



- 2006년 2월 : 서울과학기술대학교 매체공학과 학사졸업
- 2016년 2월 : 서울과학기술대학교 산업대학원 매체공학과 석사졸업

<관심분야> : 전기음향, 음향설계

이 선 희(Seonhee Lee)

정회원



- 1978년 : 동국대학교 전자공학과 공학사 졸업
- 1982년 : 동국대학교 전자공학과 공학석사 졸업
- 1990년 : 동국대학교 전자공학과 공학박사 졸업

· 1990년 ~ 현재 : 서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과 교수

<관심분야> : 음향공학, IT융합기술, 정보통신공학