

[Research Paper]

## T자형 복도 공간의 비상 방송용 확성기 배치별 음압 레벨과 음성 명료도 비교

정정호 · 이성찬<sup>\*†</sup>

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 책임연구원, \*영산대학교 건축플랜트학과 교수

### Comparison of Sound Pressure Level and Speech Intelligibility of Emergency Broadcasting System at T-junction Corridor Space

Jeong-Ho Jeong · Sung-Chan Lee<sup>\*†</sup>

Senior Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea,

<sup>\*</sup>Professor, Department of Architecture and Plant, Youngsan University

(Received November 15, 2018; Revised January 28, 2019; Accepted January 30, 2019)

#### 요 약

본 연구에서는 T자형의 복도 연결 공간에서 비상 방송음이 명료하고 고르게 전달되는지를 건축음향 시뮬레이션을 이용하여 알아보았다. 복도 공간의 흡음성능 변화, 비상 방송용 확성기의 설치 위치와 간격을 변화시켜 보았으며 변화에 따른 음압 레벨 분포, 음성 전달 지수(STI, RASTI) 분포를 비교하였다. 시뮬레이션 결과 명료한 음성 전달을 위해서는 비상 방송용 확성기를 T자형 복도 연결부의 중심에서 약 10 m를 이격시켜 설치하는 것이 좋은 것으로 나타났다. NFSC의 25 m 설치 간격을 좁히는 경우 더욱 명료하고 충분한 음량을 갖는 비상 방송음이 고르게 전달될 수 있는 것으로 나타났다.

#### ABSTRACT

In this study, an architectural acoustics simulation was conducted to examine the clear and uniform transmission of emergency broadcasting sound in a T junction corridor space. The sound absorption performance of the corridor space and the location and spacing of the loudspeaker for emergency broadcasting were varied. The distribution of the sound pressure level and the distribution of sound transmission indices (STI, RASTI) were compared. The simulation showed that the loudspeaker for emergency broadcasting should be installed approximately 10 m from the center of the T junction corridor connection for clear voice transmission. Narrowing the 25 m installation interval of the NFSC shows that an even clearer and sufficient volume of emergency broadcast sound can be delivered evenly.

**Keywords** : Emergency broadcasting system, Speech intelligibility, Speech transmission index, Sound pressure level, Architectural acoustics simulation

#### 1. 서 론

화재 및 재난 상황 발생시 비상 방송 설비는 건축물 내부의 재실자에게 화재, 재난 상황의 전파 및 신속한 피난을 유도하는 등 매우 중요한 역할을 한다. 최근 건축물이 대형화, 초고층화됨에 따라 실내 복도 공간의 구성도 복잡해지고, 피난 이동 거리도 길어지고 있다. 또한 피난시 피난 효율을 증가시키기 위해 실내 복도 공간에서 피난 방향을 안

내하는 등의 방안이 제안<sup>(1)</sup>되고 있다. 화재 및 재난 상황 발생시 재실자를 신속하고 효율적으로 피난시키기 위해서는 주요 피난 경로에 비상 방송 설비에서 전달되는 내용이 충분히 크고 명료하게 피난하는 재실자에게 전달되어야 한다. 이전 연구에서는 우리나라 화재안전기준(NFSC 202)<sup>(2)</sup> 제 4조에 규정된 내용을 바탕으로 다양한 크기의 공동주택 내부<sup>(3)</sup>에 설치된 비상 방송 설비를 통해 전달되는 음향 특성 비교과 음향 장치의 적정성에 대한 실험적 연구<sup>(4)</sup>가 수

<sup>†</sup> Corresponding Author, E-Mail: [sclee@ysu.ac.kr](mailto:sclee@ysu.ac.kr), TEL: +82-55-380-9493, FAX: +82-55-380-9249

© 2019 Korean Institute of Fire Science & Engineering. All right reserved.

행되었다. 또한 규정에 맞게 설치된 비상 방송 설비에서 발생된 방송음 레벨이 충분한 크기로 전달되는지에 대하여 전기 음향 시뮬레이션 방법을 통하여 검토한 결과<sup>(5)</sup> 비상 방송용 확성기 설치 간격을 줄이는 방안을 제안하였다. 또한 장방향 복도 공간에서의 비상방송설비의 음압 레벨과 음성 명료도를 비교한 결과<sup>(6)</sup>, 장방향 복도 공간의 경우 명료한 비상 방송음 전달을 위해서는 공간내부에 흡음재를 설치하는 것이 필요하며, 흡음재를 설치하는 경우 복도 공간 내부의 음압 레벨 분포 차이가 더욱 증가되어 단위 확성기의 출력 증가 또는 확성기 설치 간격을 좁히는 방안을 제안하였다.

본 연구에서는 복도 공간이 T자 형태로 연결되는 경우, 비상 방송용 확성기 설치에 따른 음압 레벨과 음성 명료도(C80, D50, STI, RASTI) 분포를 음향 시뮬레이션 기법을 활용하여 비교하였다. 이를 위해 우선 복도 공간의 마감재별 잔향시간 변화, 음압레벨, 음성 명료도 변화를 검증하였으며, T자형 교차 공간 부위의 명료하고 충분한 음압레벨로 비상 방송음을 전달할 수 있는 비상 방송용 확성기 설치 위치를 비교하였다. 또한 NFSC에 규정된 1 W 출력(정격전압의 80% 적용)의 확성기 설치 간격을 변화시켜 음압 레벨과 음성 전달 지수 분포를 비교하였다.

## 2. 비상 방송 설비에 대한 건축음향 시뮬레이션

본 연구에서는 T자형으로 연결된 복도 공간의 비상 방송음 전달을 비교하기 위하여 단순화된 가상의 T자형 복도 공간을 구성하여 건축음향 시뮬레이션 기법을 활용하여 분석하였다. 건축음향 시뮬레이션에 활용한 Odeon 12 프로그램은 기하 음향 예측 방법의 일종인 음선 추적법(Ray tracing method)을 기반으로 개발되었고, 건축음향 분야에서 신뢰도와 정확도가 입증되어 다양한 공간의 건축음향 지표 및 음압 레벨 예측 등에 널리 활용되고 있다. 비상 방송 설비의 음향 특성 비교를 위해 사용한 지표와 정의<sup>(7-10)</sup>는 다음과 같다.

- 잔향시간(RT, Reverberation time) : 음원 재생이 멈춘 이후 일정 공간(enclosure)의 에너지밀도가 60 dB까지 감소할 때까지 걸리는 시간(단위 : s)
- 음성전달지수(STI, Speech Transmission Index) : 명료도와 관련된 음성전달의 질을 나타내는 물리량 실내공간에서 음성신호음의 요해도를 떨어뜨리는 주된 요인을 원음의 왜곡 때문인 것으로 판단하고 그 왜곡의 정도를 측정함으로써 요해도의 양, 부를 판단하고자 한 실험적인 척도.
- RASTI : 음성 명료도의 객관적 측정치. 단순화된 음성 전달지표에 기초함. 원래 휴대용 기기를 이용하여 음성 명료도를 측정하기 위하여 고안됨.
- C80 (Clarity) : 음을 또렷하게 이해할 수 있는 정도를

나타내는, 음의 선명도와 관련이 있음. 초기(0~80 ms)에 들어오는 음의 에너지와 후부(80 ms 이후)에 들어오는 음의 에너지를 비로 구함. 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz의 대역에 대해 각각 값을 구한 후 평균을 취하는 것이 일반적임.

$$C_{80} = 10 \log \frac{\int_0^{80 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}$$

여기서  $p(t)$ 는 측정 지점에서 측정된 충격 응답의 순간 음압 레벨

- D50 (Deutlichkeit) : 실내음향학에서 사용하는 명료도(distinctness)라는 뜻의 독일어. 50 ms 안에 도달하는 직접음의 에너지의 일부분으로 정의. 실제로 500 Hz, 1 kHz, 2 kHz의 중심주파수를 갖는 옥타브밴드의 값은 음질의 명료도의 측정치로 알려져 있음.

$$D_{50} = \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} p^2(t) dt}{\int_0^{\infty} p^2(t) dt}$$

- A-가중 음압 레벨 : 원 신호에 A-가중치를 준 뒤에 계급 평균을 하여 구한 등가 음압 레벨.

대상공간으로는 높이 3 m, 폭 4 m의 단면을 갖는 복도 공간이 T자 형태로 연결되도록 하였으며, 비상 방송용 확성기 설치 간격을 고려하여 각 분기 공간 별로 52 m 길이의 복도 공간을 갖도록 구성하였다(Figure 1 참조).

건축음향 시뮬레이션은 3단계로 구성하여 실시하였다. 첫 번째로는 T자형 복도 공간의 마감 재료를 변화시키는 경우의 잔향시간(Reverberation Time<sup>(4)</sup>), 비상 방송음의 음압레벨과 음성 전달 지수(STI(Speech Transmission Index)<sup>(5)</sup>, RASTI(Rapid Speech Transmission Index)<sup>(6)</sup>)를 비교하였다. 두 번째로는 T자형으로 교차되는 복도 공간의 비상 방송용 확성기 설치 위치를 비교하기 위하여 T자형 교차 공간의 중심부에 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우와 중심부에서 5 m 간격으로 떨어뜨려 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우에 대하여 음성 명료도 관련 지표와 음압 레벨 분포를 비교하였다. 세 번째로는 NFSC 202 제4조에 규정된 비상 방송용 확성기 설치 간격 25 m를 기준으로 확성기 설치 간격을 20 m, 15 m 간격으로 좁혀 설치한 경우의 비상 방송음의 음압 레벨과 음성명료도 분포를 비교하였다. T자형 복도 공간의 마감재 변화는 Table 1과 같이 각 조건별로 입력하여 비교하였다. 각 입력 마감재료의 주파수 대역별 흡음특성은 Table 2와 같다. 모든 음향 시뮬레이션 수행시 천장에 설치된 비상 방송용 확성기의 음향 방사 특성은 반구 형태로 음에너지가 방사되는 조건으로 설정하였다.

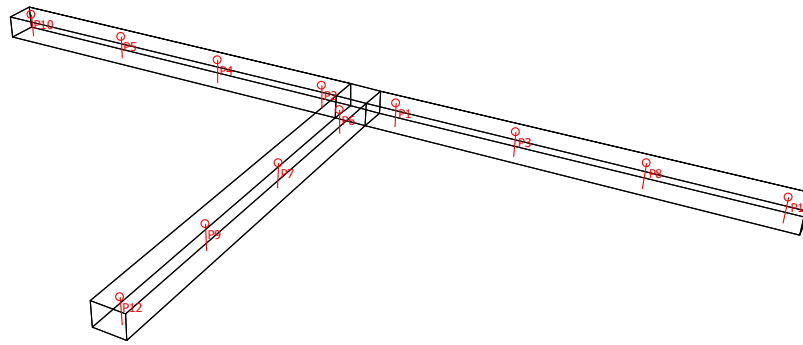


Figure 1. 3D modelling of T shape corridor for architectural acoustics simulation.

Table 1. Input Finishing Materials at Each Cases

Simulation Conditions	Ceiling	Floor	Walls
Case 1 (No Abs.)	Painted Plaster Surface	Marble or Glazed Tile	Painted Plaster Surface
Case 2 (Ceiling)	<b>Rockphon</b>	Marble or Glazed Tile	Painted Plaster Surface
Case 3 (Ceiling, Floor, Walls)	<b>Rockphon</b>	<b>9 mm Tufted Pile Carpet on Felt Underlay*</b>	<b>Slotted 13 mm Gypsum Board (12%) and Mineral Wool*</b>

\* : Sound Absorbing Material

Table 2. Absorption Coefficient of Input Finishing Materials in 1/1 Octave-band

Materials	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	8 kHz
Painted Plaster Surface	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Marble or Glazed Tile	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Rockphon*	0.45	0.45	0.50	0.55	0.65	0.70	0.65	0.65
9 mm Tufted Pile Carpet on Felt Underlay*	0.08	0.08	0.08	0.30	0.60	0.75	0.80	0.80
Wood-wool 50 mm*	0.08	0.08	0.17	0.35	0.45	0.65	0.65	0.65

\* : Sound Absorbing Material

### 3. T자형 복도 공간 비상방송설비 건축음향 시뮬레이션 결과

#### 3.1 T자형 복도 공간 마감재료 변화

T자형 복도 공간의 마감재료 변화에 따른 음성 명료도 관련 지표와 잔향 시간 변화를 건축음향시뮬레이션을 통해 비교하였다. T자형 복도 공간 전체에 대한 잔향시간과 명료도 지표에 대한 평균값을 비교하였다. Figure 2는 T자형 복도 공간의 마감재에 따른 잔향시간 변화를 나타낸 것으로 흡음재료를 천장과 벽체, 바닥에 단계적으로 적용함에 따라 잔향시간은 감소되는 것으로 나타났다. Case 2의 경우 흡음성능이 우수한 흡음 천장재를 적용한 경우로 약 1.1 s 정도의 잔향시간을 갖는 것으로 나타나, 흡음재료를 적용하지 않은 경우의 3.8 s 보다 약 2.7 s 정도 짧아지는 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 장방향 복도 공간에서의 비상 방

송 설비에 대한 시뮬레이션 결과<sup>(6)</sup>와 유사한 결과이다. Figure 3은 Case 2의 경우 1 000 Hz 대역의 잔향시간 분포를 나타낸 것으로, 특정 위치에서 잔향시간이 길게 분포되는 것으로 나타났으며, 이는 비상 방송용 확성기 사이의 음에너지 간섭과 T자 형상에 의한 영향인 것으로 사료된다.

Figure 4와 Figure 5는 각 마감재 변화 조건별 C80, D50 변화를 나타낸 것이다. C80과 D50 변화는 유사한 경향을 갖는 것을 나타냈으며, 흡음재료 사용에 따라 잔향시간이 짧아지면서 음성 명료도 관련 지표의 값은 증가되었다. Carvalho<sup>(11)</sup>에 의하면 95% 이상의 음질 명료도를 확보하기 위해서는 D50이 0.45 이상이 되어야 한다. Case 2와 Case 3의 경우 모든 주파수 대역에서 0.45 이상의 D50 평균값이 확보되는 것으로 나타났다. Case 3의 경우 250 Hz 이상 대역의 경우 음질 명료도 95% 이상을 확보할 수 있는 D50 0.7 이상이 확보되는 것으로 나타나 복도를 구성하는 천장, 벽체 및 바닥에

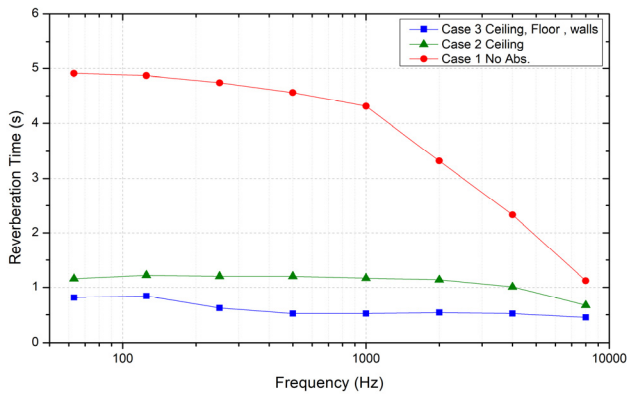


Figure 2. Reverberation time variation by the change of finishing materials in T-shape corridor.

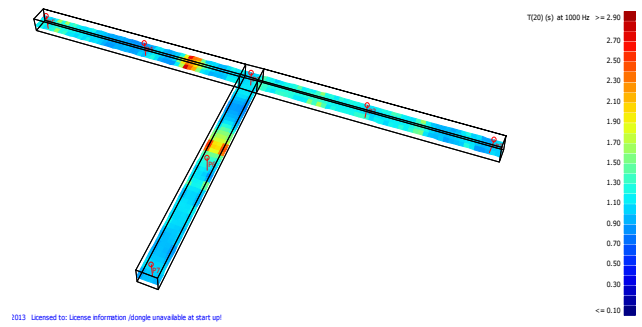


Figure 3. Reverberation time distribution of 1 000 Hz band in Case 2 situation.

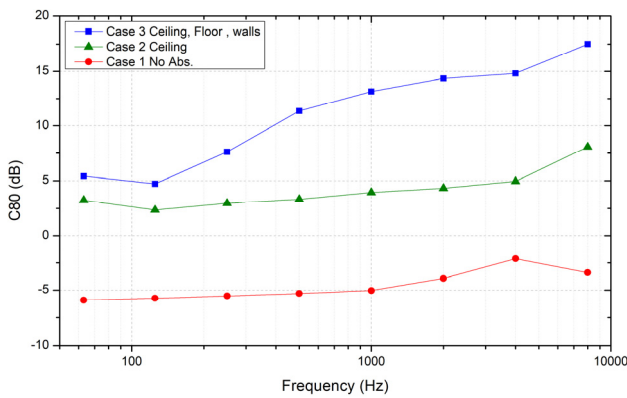


Figure 4. C80 variation by the change of finishing materials in T-shape corridor.

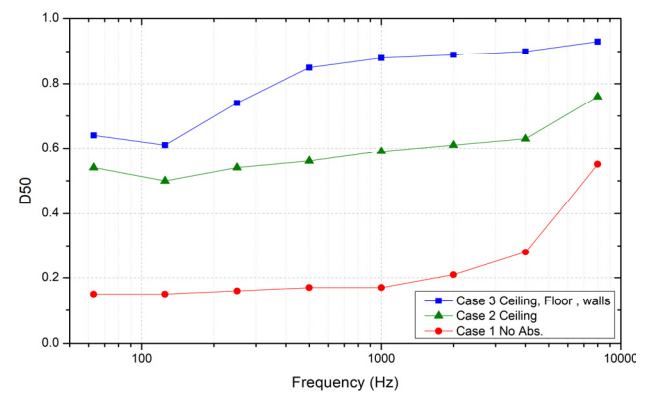


Figure 5. D50 variation by the change of finishing materials in T-shape corridor.

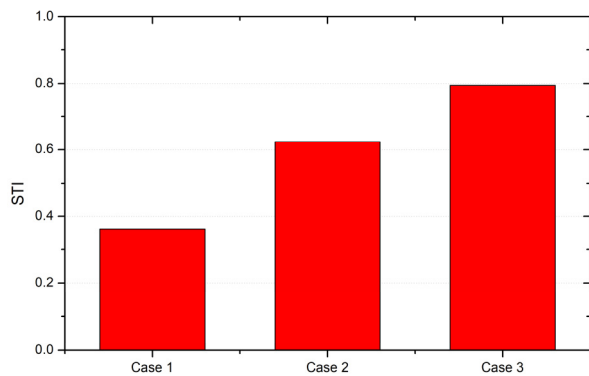


Figure 6. STI variation by the change of finishing materials in T-shape corridor.

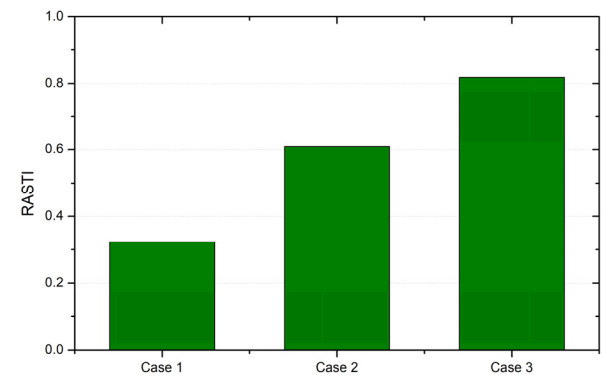


Figure 7. RASTI variation by the change of finishing materials in T-shape corridor.

흡음성능을 확보하는 경우 비상 방송용 확성기를 통해 명료한 음성 언어 전달이 가능한 것으로 판단된다.

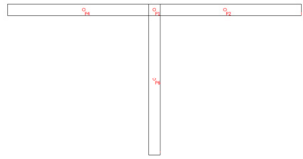
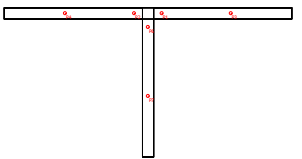
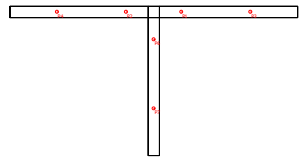
Figure 6과 Figure 7은 마감재 변화에 따른 음성 전달 지수(STI, RASTI)의 평균값 변화를 건축 음향 시뮬레이션 조건별로 비교한 것이다. Case 2의 경우 STI와 RASTI 평균값이 모두 0.6 이상으로 비상 방송용 확성기에서 전달되는 음

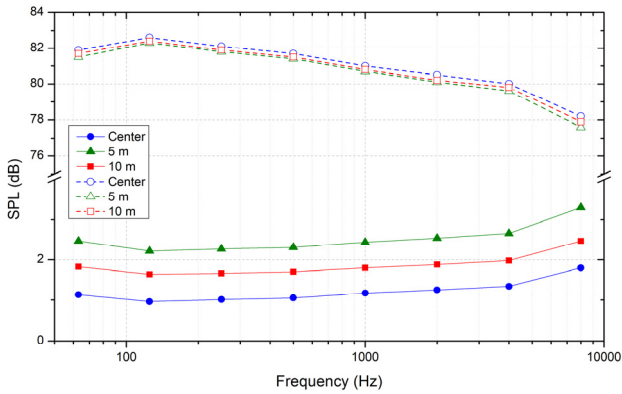
성 신호를 재실자가 잘 들을 수 있는 것으로 나타났다. Case 3의 경우 STI, RASTI 모두 0.75 이상으로 아주 편안하게 들을 수 있는 수준으로 판단된다.

### 3.2 T자형 연결부 비상 방송용 확성기 위치 변화

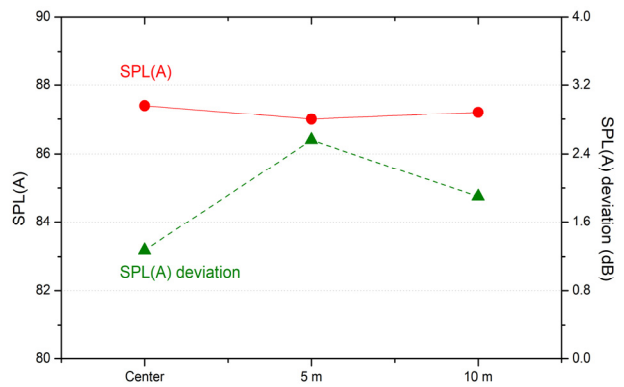
T자형으로 교차되는 복도 공간의 경우 복도 연결부에서

**Table 3.** Emergency Broadcasting Speaker Position of Each Cases

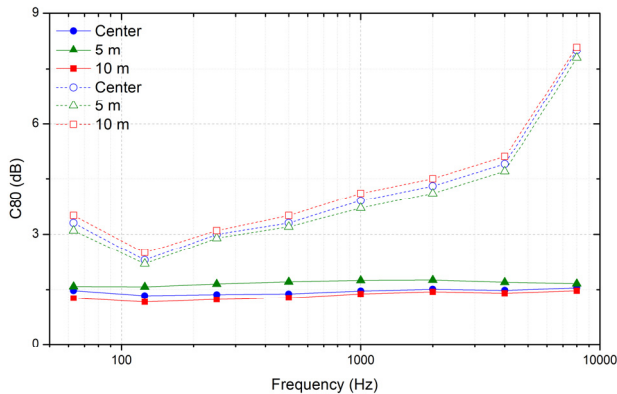
Center Position	5 m from Center Position	10 m from Center Position
		



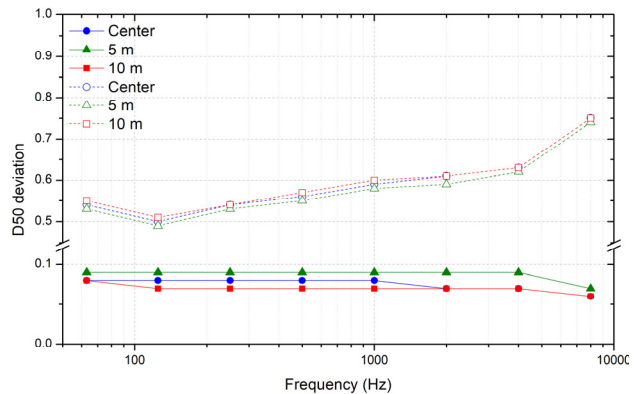
**Figure 8.** Sound pressure level value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker position.



**Figure 9.** Average value and standard deviation of SPL(A) of each emergency broadcasting speaker position.



**Figure 10.** Average value and standard deviation of C80 of each emergency broadcasting speaker position.



**Figure 11.** Standard deviation of D50 of each emergency broadcasting speaker position.

비상 방송음을 명료하고 충분한 음량으로 전달할 수 있어야 하며, 향후 피난 방향 지시가 가능한 음원을 사용하는 경우 방향 지시 음원이 발생되는 방향을 명확하게 인지할 수 있는 비상 방송용 확성기 설치 위치에 대한 지침이 필요하다. 이를 위해 T자형 교차 공간의 중심부에 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우와 중심부에서 5 m 간격으로 떨어져 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우에 대하여 음성 명료도 관련 지표와 음압 레벨 분포를 비교하였다. 복도 연결부 이외의 공간에서의 비상 방송용 확성기의 간격은 25 m로 하였다. Table 3은 각 조건별 비상 방송용 확성기 위치를 비교하여 나타낸 것이다. 비상 방송용 확성기 위치

에 대한 음향 시뮬레이션은 흡음 천장재가 적용되어 일반적인 건축물 조건과 유사한 Case 2를 대상으로 실시하였다. 비상 방송용 확성기 설치 위치별 음향 시뮬레이션 결과 비교는 음압 레벨, 명료도 지표 등의 공간 분포를 비교하였다. 이를 위해 각 음향 지표에 대한 표준편차를 계산하여 Figure 8~Figure 13에 각각 나타내었다.

Figure 8은 각 주파수 대역별 음압 레벨의 표준편차이며, 비상 방송용 확성기를 T 자형 복도 연결부의 중앙에 설치한 경우 모든 주파수 대역에서 표준편차가 가장 낮게 나타났다. 비상 방송용 확성기를 복도 연결부 중앙점에서 10 m 이격하여 설치한 경우 5 m를 이격하여 설치한 경우보다 고

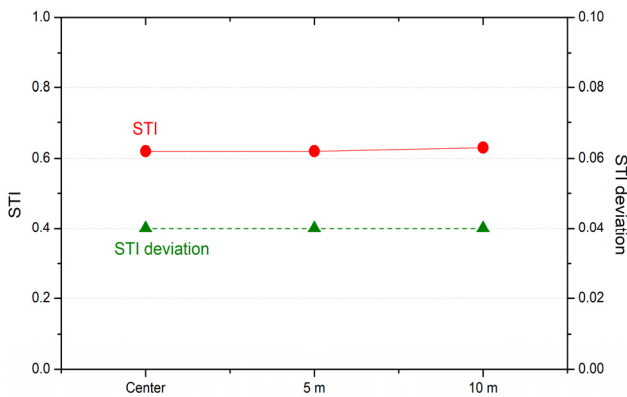


Figure 12. Average value and standard deviation of STI of each emergency broadcasting speaker position.

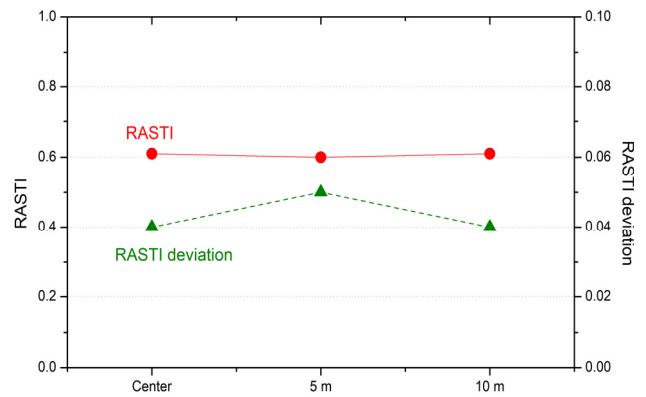


Figure 13. Average value and standard deviation of RASTI of each emergency broadcasting speaker position.

른 음압 레벨 분포를 갖는 것으로 분석되었다. Figure 9는 각 조건별 A-가중 음압 레벨 평균값과 표준편차를 나타낸 것이다. A-가중 음압레벨 평균값의 차이는 0.4 dB로 각 조건별로 크지 않았다. A-가중 음압 레벨의 표준편차는 비상 방송용 확성기를 중앙점에 설치한 경우 가장 낮았으며, 다음으로는 중앙점에서 10 m 이격하여 설치한 경우의 순서로 분포하였다. Figure 10은 명료도 지표 중에서 C80 분포에 대한 표준편차를 각 조건별로 비교한 것이다. C80의 경우 비상 방송용 확성기를 복도 연결부의 중앙점에 설치하는 경우보다 중앙점에서 10 m 이격하여 설치한 경우 표준편차가 3가지 조건 중에서 가장 낮았다. Figure 11은 음성 명료도 지표인 D50에 대한 각 조건별 표준편차를 비교한 것이다. C80의 경우와 같이 복도 연결부의 중앙점에서 10 m 이격하여 비상 방송용 확성기를 설치한 조건의 표준편차가 가장 낮게 나타났다. Figure 11과 Figure 12는 음성 전달 지수인 STI와 RASTI에 대한 각 조건별 시뮬레이션 결과를 정리한 것이다. STI의 경우 각 확성기 조건별 평균값과 표준편차 차이가 매우 낮거나 같은 수준으로 분석되었다. RASTI의 경우 평균값은 각 조건별로 유사한 것으로 나타났다지만, 표준편차는 복도 연결부 중앙점에서 5 m 이격하여 설치한 경우만 다소 높은 것으로 나타났다.

시뮬레이션 결과를 종합하면, 음압레벨은 연결부의 중앙점에 확성기를 설치하는 경우가 가장 고른 음압 분포를 확보할 수 있으며, 명료도와 음성 전달 지수의 경우 복도 연결부의 중앙점에서 10 m 이격하여 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우 가장 고른 분포를 확보할 수 있는 것으로 판단된다. 향후 방향 지시형 피난신호 등을 비상 방송용 확성기로 발생시키는 상황을 고려하면, 복도 연결부의 중앙점에 확성기를 설치하는 것보다는 일정거리 이상 이격시켜 확성기를 설치하는 것이 방향성 인지에 도움이 될 것으로 사료된다.

### 3.3 비상 방송용 확성기 설치 간격 변화

비상 방송용 확성기는 25 m 간격으로 설치하도록 NFSC

202에 규정되어 있다. 복도 공간에서 명료한 비상 방송을 위해서는 천장, 벽체에 적절한 흡음재료를 적용하는 것이 필요하다. 그러나 흡음재료를 사용하면 복도 공간의 반사음에 의한 음압레벨이 낮아지고 공간 내 음압레벨 편차가 증가하게 된다. 이와 같은 현상을 보완하여 복도 공간 전체에서 충분하고 명료한 비상 방송음 전달을 위해서는 비상 방송용 확성기 설치 간격을 변화시키는 방안이 필요하다. 본 연구에서는 천장 마감재로 흡음 천장재가 적용된 Case 2를 기준으로 비상 방송용 확성기 설치 간격을 NFSC 202에 규정된 25 m로 한 경우와 20 m, 15 m 간격으로 설치한 경우에 대하여 건축음향 시뮬레이션을 실시하였다.

Figure 14는 비상 방송용 확성기 설치 간격 변화 시 평균 음압 레벨과 음압 레벨 분포에 대한 표준편차를 함께 나타낸 것이다. 비상 방송용 확성기 설치 간격이 좁아짐에 따라 평균 음압 레벨은 약 3 dB 정도 증가되었으며, 음압 레벨 분포도 개선되었다. 확성기 설치 간격을 20 m 이하로 하는 경우 음압 레벨 분포에 대한 표준편차가 1 dB 이내로 낮아지는 경향을 확인할 수 있다. A가중 음압 레벨에 대한 예측 결과는 Figure 15에서와 같이 확성기 설치 간격이 줄어들수록 평균 A가중 음압 레벨은 증가하였으며, T-자형 복도 공간 전체의 분포도 고르게 되었다.

음성 명료도를 나타내는 지표인 C80과 D50에 대한 결과는 Figure 16과 Figure 17과 같다. C80 지표의 경우 확성기 설치 간격을 20 m로 설정한 경우 C80 값이 0.2 dB 정도 높았으며, 비상 방송용 확성기 설치 간격이 좁아짐에 따라 C80 지표의 분포는 더욱 고르게 변화되는 것으로 나타났다. D50 지표도 C80의 경우와 유사하게 확성기 설치 간격이 좁아짐에 따라 D50 지표도 다소 증가되었다. 그러나 확성기 설치 간격을 20 m, 15 m로 설정한 조건에서는 유사한 값을 갖는 것으로 예측되었다. D50 지표의 분포도 비상 방송용 확성기 설치 간격이 좁아질수록 고르게 분포하였다.

음성 전달 지수(STI, RASTI)에 대한 각 조건별 예측 결과는 Figure 18과 Figure 19에 각각 나타내었다. STI와 R

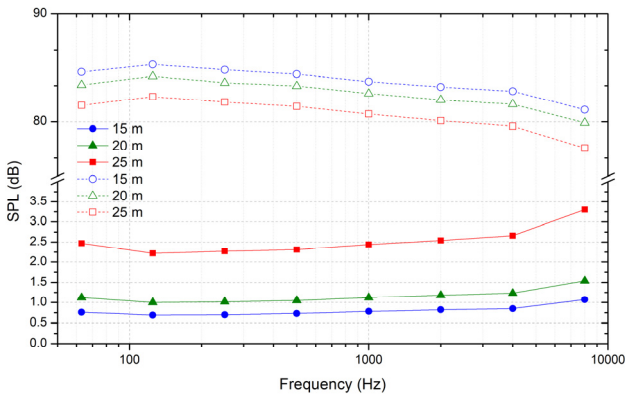


Figure 14. Sound pressure level value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

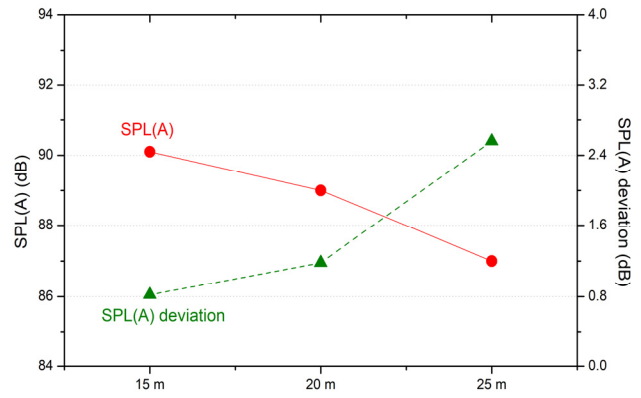


Figure 15. A-weighted sound pressure level value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

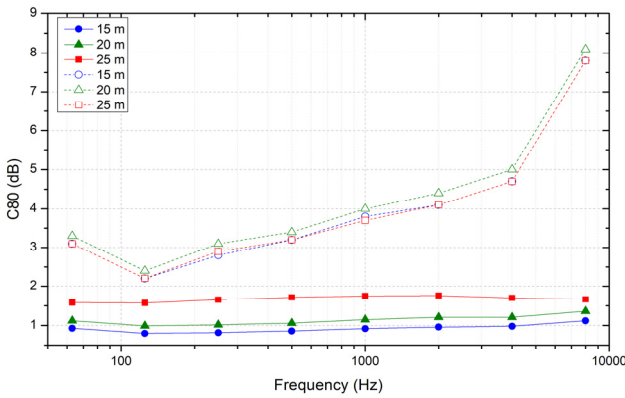


Figure 16. C80 value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

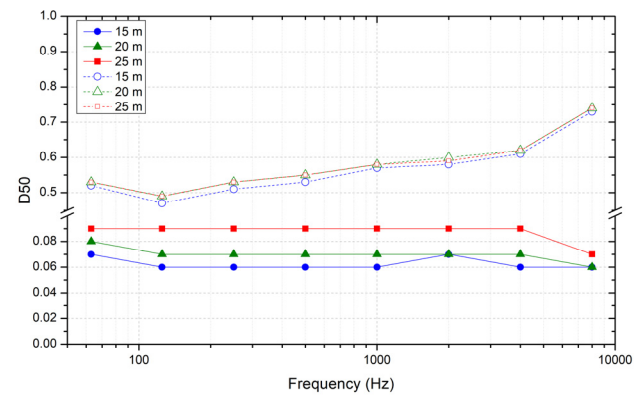


Figure 17. D50 value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

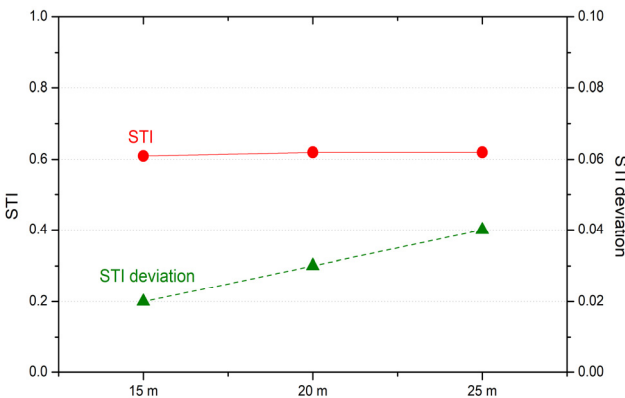


Figure 18. STI value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

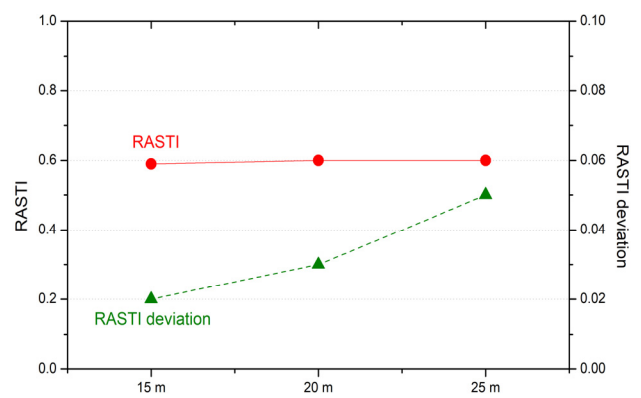


Figure 19. RASTI value and standard deviation of each emergency broadcasting speaker interval.

ASTI 평균값은 비상 방송용 확성기 설치 간격 변화에 의해 크게 변화되지는 않는 것으로 나타났다. 비상 방송음에 대한 음성 전달 지수 분포는 고르게 개선되는 것으로 나타났다.

흡음 천장재가 설치된 T자형 복도 공간에서 비상 방송용 확성기 설치 간격을 기존의 25 m에서 20 m, 15 m로 좁아지는 경우 평균 음압 레벨은 증가되고 공간 내 음압 레벨 분포

가 고르게 개선되었다. 명료한 음성 전달의 경우 확성기 설치 간격 변화에 따라 음성 명료도 및 음성 전달 지수 지표 변화는 크지 않았지만 관련 지표의 분포가 고르게 개선되는 것으로 나타나, 재실자의 피난과정에서 어느 위치에서나 명료한 비상 방송음을 들을 수 있을 것으로 판단된다.

#### 4. 토의 및 결론

비상 방송음은 피난 경로 전체에서 충분한 음량으로 명료하게 재실자에게 전달되어야 한다. 건축물의 대형화, 초고층화에 따라 피난 경로가 길어지고 복잡하게 구성되는 경우 특히 비상 방송음이 효율적인 피난에 큰 도움이 될 것으로 판단된다. 이전 연구에서는 장방형 복도 공간에서 명료한 비상 방송음을 전달하기 위해서는 적절한 흡음재료 사용이 필요하며, 이와 함께 비상 방송용 확성기의 출력 증가 또는 설치 간격 조정이 필요함을 제시하였다. 본 연구에서는 T자형으로 복도 공간이 연결되는 경우 복도 연결 공간에서 비상 방송음이 명료하고 고르게 전달되는지를 조사하기 위하여 건축음향 시뮬레이션 기법을 적용하여 예측하였다. 비상 방송음 시뮬레이션은 T자형 복도 공간의 흡음성능 변화, 비상 방송용 확성기의 설치 위치와 간격을 변화시켜 수행하였다. 비상 방송음 시뮬레이션 결과는 음압 레벨 분포, 음성 전달 지수(STI, RASTI) 분포를 비교하였다.

비상 방송음에 대한 음향 시뮬레이션 수행 결과 명료한 비상 방송음 전달을 위해서는 적절한 흡음재료 사용이 필요한 것으로 나타났다. T자형으로 복도가 연결되는 부위의 중앙에 비상 방송용 확성기를 설치하는 경우 충분하고 고른 음압 레벨 분포를 달성할 수 있지만, 명료한 음성 전달을 위해서는 T자형 복도 연결부의 중심에서 일정거리(약 10 m)를 이격시켜 설치하는 것이 좋은 것으로 나타났다. 향후 방향 지시형 피난 음원 활용 등을 고려하면 T자형 복도의 중심부에서 일정거리 이격하여 비상 방송용 확성기를 설치하는 것이 합리적인 것으로 판단된다. 비상 방송용 확성기 설치 간격 변화의 경우 비상 방송용 확성기의 출력을 1 W로 제한하여 수행하였다. NFSC의 25 m 설치 간격을 좁히는 경우 더욱 명료하고 충분한 음량을 갖는 비상 방송음이 고르게 전달될 수 있는 것으로 나타났다. 비상 방송용 확성기 설치 간격의 경우 복도 공간의 흡음재 사용, 형상 등에 따라 변화되므로 이에 대한 지속적인 연구와 함께 비상 방송용 확성기의 출력 변화와 함께 고려되어야 할 것으로 판단된다.

#### References

1. J. H. Jeong, "Emergency Situation Alarm and Evacuation Path Indication using Acoustic Signal", Proceedings of KFAA Conference, pp. 70-76 (2015).
2. NFSC 202, "Fire Safety Code for Emergency Broadcasting System" (2017).
3. S. Y. Oh, H. M. Cho, Y. J. Lee, M. J. Lee and M. O. Yoon, "A Study on the Improving Speech Intelligibility of Emergency Broadcasting Equipment in the Apartments", Fire Science & Engineering, Vol. 32. No. 4, pp. 60-68 (2018).
4. H. G. Kim, "An Experimental Study on Adequacy of Acoustic Equipments for Automatic Fire Detection System and Emergency Broadcasting System in Apartment", Master Thesis, Kyonggi University (2014).
5. J. Kim, "A Study for the Improvement of the emergency Broadcasting Equipment", Master Thesis, the Graduate School of Engineering Hanyang University (2015).
6. J. H. Jeong and S. C. Lee, "Comparison of Sound Pressure Level and Speech Intelligibility of Emergency Broadcasting System at Longitudinal Corridor", Fire Science & Engineering, Vol. 32, No. 4, pp. 42-49 (2018).
7. KS F ISO 3382-1, "Acoustics - Measurement of Room Acoustic Parameters - Part 1: Performance Spaces" (2018).
8. KS F ISO 3382-3, "Acoustics - Measurement of Room Acoustics Parameters - Part 3: Open Plan Offices" (2018).
9. IEC-268-16, "Sound System Equipment - Part 16: Objective Rating of Speech Intelligibility by Speech Transmission Index" (1988).
10. The Acoustical Society of Korea, "Term Dictionary" (2003).
11. A. P. O. Carvalho, "Relations Between Rapid Speech Transmission Index (RASTI) and Other Acoustical and Architectural Measures in Churches", Applied Acoustics, Vol. 58, pp. 33-49 (1999).