

[Research Paper]

엘리베이터 샤프트를 통한 경보음 전달 예측과 개선

정정호

한국화재보험협회 부설 방재시험연구원 화재환경시스템팀 책임연구원

Prediction and Reduction of Alarm Sound Propagated through Elevator Shaft

Jeong-Ho Jeong

Senior Researcher, Fire Insurers Laboratories of Korea, Fire Safety & Building Environment System Research Team

(Received May 19, 2019; Revised August 26, 2019; Accepted August 26, 2019)

요 약

본 연구에서는 우선경보방식으로 경보음이 발생하는 경우 발화층과 직상층 이외의 다른 층으로도 전달되는 경보음에 대하여 건축음향 시뮬레이션을 활용하여 서로 다른 엘리베이터 배치를 갖는 3가지 조건에 대하여 예측하였다. 엘리베이터 샤프트에 흡음재가 설치되어 있지 않은 현재 조건으로 예측한 경우, 경보 발생층에서 멀어질수록 전달되는 경보음 크기는 작아졌지만, 3개층이 떨어진 경우에도 약 54 dB(A)~56 dB(A) 크기로 전달되어 일반적인 공동주택의 배경소음 보다 크게 전달되는 것으로 예측되었다. 이전 연구에서 개선안으로 제시된 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용한 결과 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 약 12 dB~16 dB 정도 작아질 수 있는 것으로 예측되었다. 이는 공동주택의 배경소음 레벨과 유사하거나 작은 정도로 국가화재안전기준에서 규정한 일제경보방식의 의도대로 경보음이 발생하는 발화층과 직상층 이외의 층으로 전달되는 현상을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

ABSTRACT

In this study, alarm sound generated as a priority alert system propagation through an elevator shaft in apartment buildings were simulated using room acoustic simulation software. The simulations were conducted on three kinds of elevator hall plan with a different number of elevators and placement. First, the elevator shaft without sound absorption material was simulated as a condition of the present. When the distance from the alarm sound generating floor became farther, alarm sound level was decreased. However, the alarm sound level three-floor distance was about 54 dB(A)~56 dB(A) which were louder than a background sound level of typical apartment buildings. Sound absorption material placement proposed by previous studies were simulated and the alarm sound levels were decreased about 12 dB~16 dB. These levels were similar or lower than the background level of apartment buildings. From these results, it can be concluded that placing sound absorption material on the surface of the elevator shaft wall can be one of the methods to control the alarm sound as regulated in NFSC.

Keywords : Alarm sound, Priority alert system, Elevator shaft, Sound absorption material

1. 서 론

비상방송설비는 화재 발생 시 건축물 내부에 있는 사람들에게 화재 발생을 알려 사람들이 신속하게 안전한 장소로 피난할 수 있도록 하기 위한 설비이다. 화재 발생 초기에 신속하고 효율적으로 피난하면 화재로 인한 인명 피해를 최소화 할 수 있다. 비상방송설비는 화재 상황뿐만 아니

라 다양한 재난이 발생된 경우에 인명안전 확보를 위해 매우 중요하다. 건축물의 대형화와 초고층 건축물이 증가함에 따라 비상방송설비도 과거 일제경보방식에서 우선경보방식으로 변화되었다.

비상방송설비에 대한 국가화재안전기준(NFSC 202)⁽¹⁾에서는 5층 이상 연면적 3 000 m²를 초과하는 경우 2층 이상의 층에서 화재가 발생되면 발화층 및 직상층에 경보를 발

[†] Corresponding Author, E-Mail: jhjeong92@gmail.com. TEL: +82-31-887-6737, FAX: +82-31-887-6739

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

하도록 하고 있으며, 1층에서 발화되면 발화층과 직상층 그리고 지하층에 경보를 발생시키도록 규정하고 있다. 지하층에서 발화한 경우는 직상층과 기타 지하층에 경보를 발하도록 하고 있다. 2012년 30층 이상 고층건축물의 증가하고 화재관련 문제점을 개선하기 위해 30층 이상 고층건축물에 강화된 우선 경보 방식을 적용하도록 하였다.

30층 이상의 특정소방대상물의 경우 2층 이상의 층에서 화재가 발생된 경우 발화층과 직상 4개층에 경보를 발하고, 1층에서 발화된 경우는 발화층, 직상 4개층과 지하층에 경보를 발하도록 규정하고 있다. 이와 함께 비상방송설비 전원과 관련된 기준이 강화되었다.

비상방송설비의 경보 방식이 실제 피난 시간과 효율에 미치는 영향에서 일제경보방식으로 할 경우 피난 행동 시 병목현상이 발생되어 피난에 어려움이 있는 것으로 알려져 있다. 그러나 You⁽²⁾의 연구에서는 일제경보방식이 우선경보방식보다 더 많은 정체시간이 발생되지만, 가장 효과적인 방법으로 결론지었다.

비상방송설비의 경보음 전달음에 대하여 기숙사를 대상으로 한 실험 Moon⁽³⁾의 연구결과 화재 경보음이 계단을 통해 발화층, 직상층 외의 층으로 전달되고, 발화층과 직상층 이외의 층의 거주자도 인지할 수 있어 많은 피난자가 일시에 피난을 개시하게 되므로 이와 같은 현상을 방지하기 위한 방안이 필요한 것으로 보고하였다. 개선 방안으로는 비상방송 시 발화층을 안내하는 방안과 외부 경보음을 차단하기 위해 계단실과 같은 전달경로에 흡음재를 적용하는 방안을 제안하였다. 비상 방송을 통해 발화층을 피난자에게 명확하게 전달하기 위해서는 피난경로 전체에 비상 방송음이 명료하게 전달되도록 하기 위한 음향 대책이 필요한 것으로 판단된다.

공동주택의 비상방송설비 음향장치의 적정성에 대한 Kim⁽⁴⁾의 연구결과 발화층과 직상층에만 경보가 전달되어야 하지만 경보설비의 음향이 엘리베이터 샤프트와 계단을 통해 의도하지 않은 층으로 전달되어 피난자가 동시에 피난을 개시하기 되는 것을 지적하였다. 의도하는 층에만 경보 음향을 전달하기 위한 방안으로 Moon⁽³⁾이 제시한 방안과 함께 엘리베이터 출입문을 방화문으로 변경하고 엘리베이터 샤프트 내부에 흡음재를 적용하는 방안을 제안하였다.

위와 같이 우선경보방식으로 경보 음향을 발생시켰을 경우 의도하는 층에서만 경보 음향이 잘 전달되기 위한 방안을 제안하였으나, 실제 개선 방안에 대한 음향 성능 예측, 전

달 경로 분석과 실험적 연구는 수행되지 않고 있다.

본 연구에서는 야간에 발생하는 화재로 인해 인명피해가 많은 공동주택의 엘리베이터 홀에서 경보 음향이 발생하는 경우 공동주택에서 직상층, 직하층 등으로 전달되는 특성을 음향 시뮬레이션 기법을 적용하여 예측하였다. 이전 연구⁽⁴⁾에서 비상방송설비의 경보 음향은 엘리베이터 샤프트와 계단실을 통해 의도하지 않은 층까지 전달되는 것으로 보고하였다. 계단실의 경우 대부분 방화문이 설치되고 평상시 닫혀 있는 것으로 본다면, 엘리베이터 샤프트를 통해 전달되는 경보 음향에 대한 부분이 주요한 것으로 판단된다. 엘리베이터 샤프트를 통한 경보 음향 전달 측정 및 실험 연구는 위험성과 함께 측정이 매우 어려운 점이 있어 공동주택의 엘리베이터 홀, 엘리베이터 샤프트와 계단실을 대상으로 음향 시뮬레이션 기법을 적용하여 경보음 전달을 예측하였으며, 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용하는 경우에 대하여 경보 음향 전달을 비교하였다.

2. 엘리베이터 샤프트를 통한 경보음 예측 설정

엘리베이터 샤프트를 통한 경보음 전달을 예측하기 위하여 EN 12354-6⁽⁵⁾ 표준화된 방법을 적용한 건축음향 시뮬레이션(Odeon 12)프로그램을 사용하였으며, 이 프로그램은 잔향시간과 음압 레벨 예측에 있어 다양한 공간의 음향 설계에 사용되어 정확성을 인정받고 있는 프로그램이다. 경보음 예측과 비교 대상 공동주택은 많이 설계 및 시공되고 있는 84 Type 공동주택에 대해 서로 다른 엘리베이터 홀 배치를 갖는 3개 평면을 대상으로 하였다. 대상 공동주택 평면에 대한 설명은 Table 1과 같다. Type A 공동주택은 1대의 엘리베이터가 계획된 경우로 피난계단실에 배연창을 설치하여 엘리베이터 홀과 피난계단실 사이에 방화문이 설치되지 않았다. Type A와 같이 1대의 엘리베이터가 계획되어 있고 2세대의 공동주택이 한 개 층에 계획되어 있지만 엘리베이터 홀과 피난계단실 사이가 방화문으로 구획되어 있는 조건을 Type B로 선정하였다. Type C는 Type B와 같이 엘리베이터 홀과 피난계단 사이가 방화문으로 구획되어 있지만 한 층에 3개 세대가 배치되어 있어 2대의 엘리베이터가 계획된 평면을 대상으로 하였다.

엘리베이터 홀에서 경보 음향이 발생하는 경우 기존 연구⁽⁶⁾에서 측정된 경보음의 음압레벨 특성을 입력하였다 (Figure 1. 참고). 엘리베이터 홀에 설치된 경보음은 엘리베

Table 1. Floor Plan of Each Apartment Building

	Type A	Type B	Type C
Number of Elevator Cars	1 Car	1 Car	2 Cars
Fire Proof Door between Elevator Hall and Stairway	Not Installed	Installed	Installed
Shape of Elevator Hall	T Shape	L Shape	I Shape
Number of Units in Each Floor	2 Units	2 Units	3 Units

이터 도어에 의해 차단되고 엘리베이터 도어를 투과하여 전달되는 음에너지가 엘리베이터 샤프트 전체로 전달되며, 다시 각 층별로 설치된 엘리베이터 도어를 투과하여 직상층, 직하층과 다른 층으로 전달된다. 이와 같이 엘리베이터 샤프트를 통해 경보음이 전달되는 현상을 간략화 하여 Figure 2에 나타내었다.

엘리베이터 홀에서의 경보음 레벨은 해당 공간의 형상, 마감재와 관련된 잔향시간에 크게 영향을 받는다. 이후 엘리베이터 도어를 통해 투과되는 경보음 레벨을 계산하기 위해서는 엘리베이터 도어의 차음성능은 기존 연구⁷⁾에서 제시된 엘리베이터 홀과 엘리베이터 카 사이의 차음성능 측정 결과를 참고로 하여 설정하였다. 기존 연구는 4개 공동주택 엘리베이터를 대상으로 한 차음성능을 제시하였는데, 이는 엘리베이터 도어와 엘리베이터 카의 도어를 통해 투과되는 경우의 성능이다. 본 연구에서는 엘리베이터 카가 예측 대상 공간에 없는 경우를 대상으로 하여 기존 연구에서 제시한 차음성능 평균값의 1/2을 엘리베이터 도어의 차음성능으로 입력하였다. Figure 3은 기존 연구 결과를 바탕으로 추정하여 본 연구에 적용한 엘리베이터 도어의 차음성능 특성을 나타낸 것이다. Figure 4는 3가지 공동주택 엘리베이터 샤프트, 엘리베이터 홀과 피난 계단을 3D 모델링하고 건축음향 예측 프로그램에서 경보음 입력과 엘리베이터 도어를 통한

경보음 전달을 입력한 경우를 각각 나타낸 것이다.

엘리베이터 홀에서 발생된 경보음이 엘리베이터 샤프트를 통해 인접 층으로 전달되는 현상을 제어하기 위한 방안으로 기존 연구에서 제시한 엘리베이터 샤프트 내부에 흡음재를 적용하는 경우를 비교하였다. 엘리베이터 샤프트 내부벽에 흡음재를 적용하는 경우 경보음 전달 레벨이 감소되는 최대치를 확인하기 위하여 엘리베이터 샤프트 전체 벽체에 흡음재를 적용하였다. 음향 시뮬레이션에 적용한 흡음재는 미네랄 울(40 kg/m³)을 얇은 플라스틱 재질로 마감하고 벽체에 직접 붙이는 방안을 적용하였다. 이와 같은 흡음재의 흡음특성은 125 Hz 이하 대역에서는 상대적으로 낮지만 250 Hz 이상 대역에서의 흡음계수는 0.6~0.75 범위였다. 본 연구에서의 시뮬레이션 수행 계획은 Table 2와 같이 수립하였으며, Type A의 경우 엘리베이터 홀과 피난계단실 사이에 방화문이 설치되지 않아 피난 계단실로 전달되는 경보음에 대한 예측을 추가로 실시하여 비교하였다.

3. 엘리베이터 샤프트를 통한 경보음 예측 결과

엘리베이터 홀과 피난 계단 사이에 방화문이 설치되지 않은 Type A 평면에 대한 경보음 전달 예측 결과는 Figure 5 ~ Figure 7와 같다. Figure 5는 흡음재가 설치되지 않은 엘

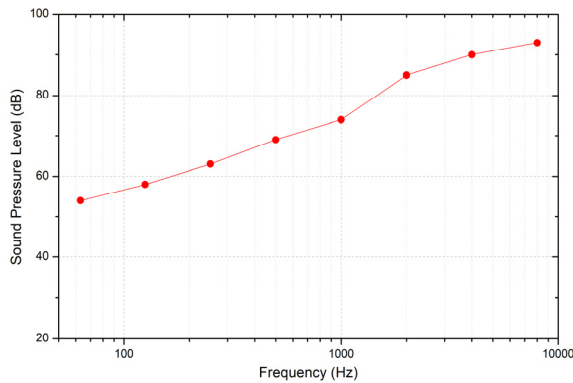


Figure 1. Sound pressure level of alarm sound.

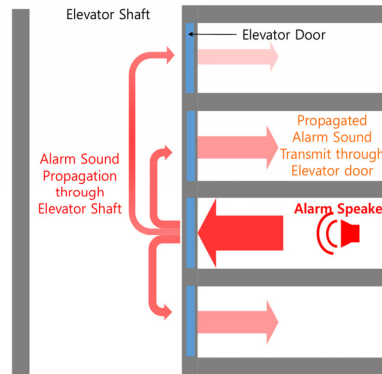


Figure 2. Alarm sound propagation through elevator hall.

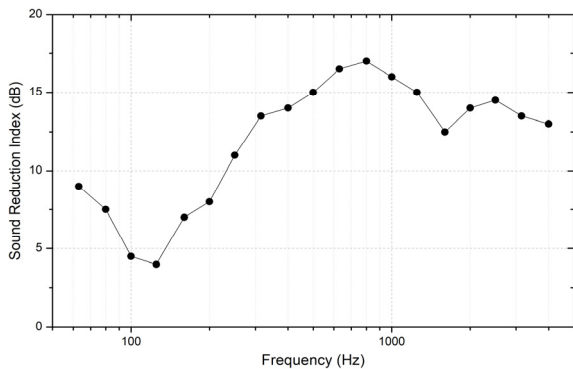


Figure 3. Sound reduction index of elevator door.

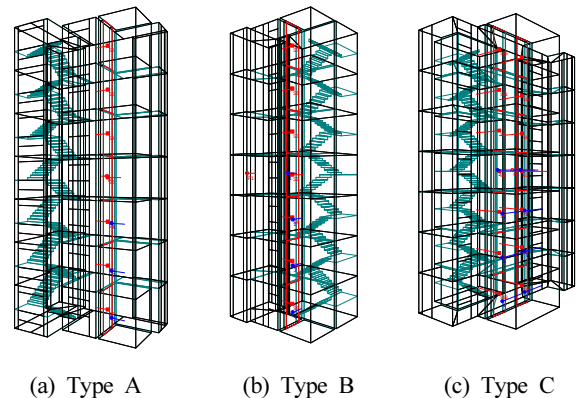


Figure 4. 3D model of 3 elevator halls and stairways.

Table 2. Experimental Plan of Alarm Sound Propagation Through Elevator Shaft

	Without Sound Absorption Material in Elevator Shaft (As is)	With Sound Absorption Material in Elevator Shaft (To be)	Alarm Sound Propagation Through Stairway
Type A	●	●	●
Type B	●	●	
Type C	●	●	

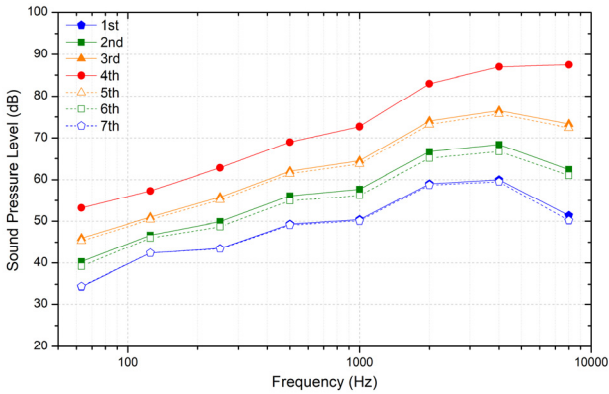


Figure 5. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type A plan apartment building, without sound absorption material in the elevator shaft.

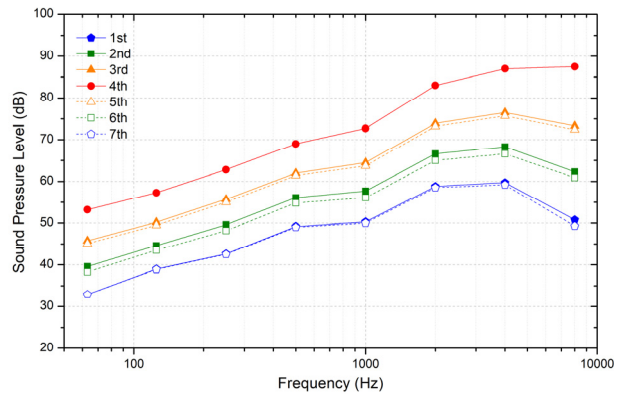


Figure 6. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type A plan apartment building, with sound absorption material in the elevator shaft.

Table 3. A-weighted Sound Pressure Level of Alarm Sound in the Elevator Halls of Type A Apartment Building in each Condition

Type A	A-weighted Sound Pressure Level (dB(A))		
	Basic (Without Sound Absorption Material)	Sound Absorption Material Applied in Elevator Shaft	Alarm Sound Propagation Through Stairway
1st Floor	64.0	63.8	63.8
2nd Floor	72.3	72.2	72.2
3rd Floor	80.4	80.4	80.4
4th Floor (Alarm)	91.3	91.3	91.3
5th Floor	79.6	79.6	79.6
6th Floor	70.7	70.6	70.6
7th Floor	63.7	63.4	63.4

리베이터 샤프트와 피난계단을 통해 인접층으로 전달되는 경보음 레벨 예측 결과를 나타낸 것이다. 경보음 발생 층에서 멀어지는 거리에 비례하여 경보음 레벨이 낮아지는 것으로 나타났다. Figure 6는 동일한 조건에서 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용한 결과로 Figure 5의 결과와 매우 유사한 것으로 나타났다. Figure 7은 엘리베이터 샤프트를 통해 전달되지 않고 순수하게 방화문이 설치되지 않은 피난계단을 통해 경보음이 전달되는 경우의 경보음 레벨 예측 결과를 나타낸 것이다. 피난계단과 엘리베이터 홀 사이의 방화문이 설치되지 않은 조건에 대한 Figure 5~Figure 7의 결과는 모두 유사한 것으로 나타났는데 이는 엘리베이터

샤프트를 통해 전달되는 경보음 보다 피난 계단을 통해 전달되는 경보음이 더 큰 것을 의미한다.

Table 3은 Type A 평면에 대한 각 예측 조건별로 경보음 발생층과 인접층으로 전달되는 A-특성 가중 음압 레벨의 평균값을 정리한 것이다. A-특성 가중 음압 레벨도 방화문이 설치되지 않은 피난 계단을 통해 전달되는 경보음 레벨과 큰 차이가 없는 것으로 나타났다. 3개층 이상 떨어진 층으로 전달되는 경보음 레벨은 약 63 dB 이상으로 공동주택의 배경소음 레벨을 45 dB(A)로 가정하면 배경소음 보다 약 18 dB 이상 높아 3개층 이상 떨어진 층에 있는 거주자에게도 경보음이 잘 전달될 수 있다. 인접층으로 전달되는

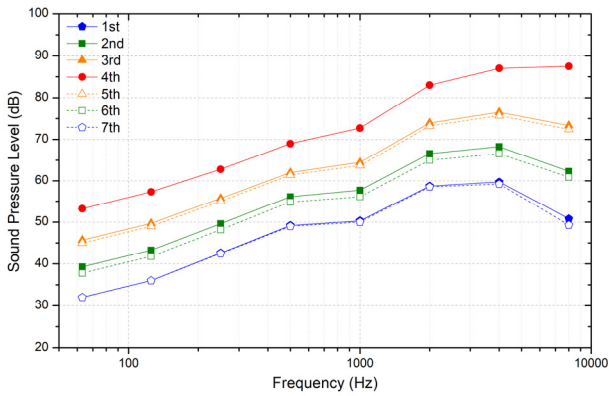


Figure 7. Sound pressure level of alarm sound propagated through stairways at elevator halls in Type A plan apartment building, with sound absorption material in the elevator shaft.

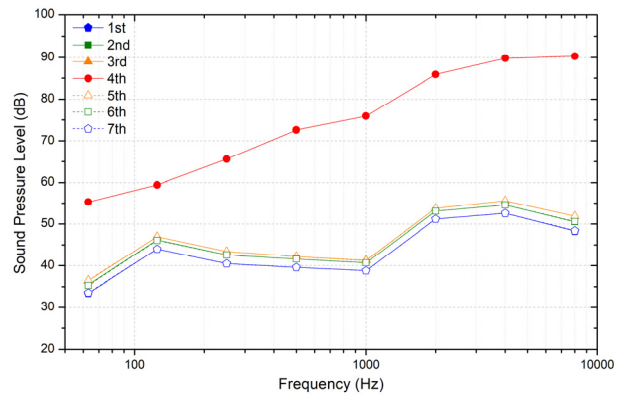


Figure 8. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type B plan apartment building, without sound absorption material in the elevator shaft.

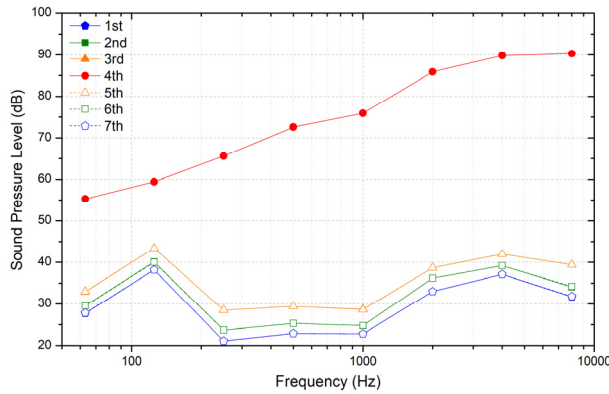


Figure 9. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type B plan apartment building, with sound absorption material in the elevator shaft.

경보음을 제어하기 위해서는 엘리베이터 샤프트를 통한 제어도 필요하지만, 각층별로 설치된 피난 계단을 통해 전달되는 경보음을 제어하는 것이 우선적인 것으로 판단된다. 고층 아파트이면서 피난 계단에 방화문이 설치되지 않은 경우에 우선 경보 방식을 적용하면 인접층으로 경보음이 크게 전달될 가능성이 높은 것으로 판단된다.

Figure 8과 Figure 9는 피난계단에 방화문이 설치되고 한 층에 2세대가 배치되어 1대의 엘리베이터가 운행되는 Type B 평면에 대한 경보음 전달 예측 결과를 나타낸 것이다. Type B 평면의 경우 피난 계단에 방화문이 설치되어 있는 경우로, 방화문의 차음성능은 일반적으로 엘리베이터 도어의 차음성능 보다 우수하기 때문에 방화문을 통한 경보음 전달은 고려하여 않았다. 엘리베이터 도어를 통과하여 엘리베이터 샤프트를 통해 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 Figure 8에서와 같이 경보음 발생층 보다는 작은 것을 알 수 있다. 경보음 레벨 감소는 500 Hz 이하 대역의 경우 엘리베이터 도어의 차음성능과 유사하였으며, 1 000 Hz 이상 대역에서는 엘리베이터 도어의 차음성능과 함께 엘리베이터 샤프트를 통한 거리 감쇄가 상대적으로 크게 작용한

것으로 판단된다. 엘리베이터 샤프트 내부에 흡음재를 적용한 경우 125 Hz 이하 대역은 흡음계수가 낮아 상대적으로 경보음 저감량이 약 3.5 dB 정도로 작았으나, 250 Hz 이상 대역의 흡음계수는 0.6 이상으로 약 12 dB~15 dB 정도 저감되는 것으로 나타났다. 또한 경보음 발생층에서 거리가 증가함에 따라 줄어드는 경보음 레벨도 흡음재를 엘리베이터 샤프트에 적용한 경우 더욱 증가하는 것으로 나타났다.

Table 4는 Type B에 대하여 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용한 경우와 그렇지 않은 경우에 각 인접층으로 전달되는 A-특성 가중 음압 레벨 예측 결과와 흡음재 유무에 따른 경보음 레벨 저감량을 정리한 것이다. 흡음재를 적용하지 않은 경우 경보음 발생 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 59.6 dB(A)~56.7 dB(A)로 공동주택의 배경소음 레벨을 45 dB(A)로 가정하면 배경소음 보다 14.6 dB~11.7 dB 이상 크게 전달되어 인접층에서도 경보음을 잘 들을 수 있을 것으로 판단된다. 그러나 엘리베이터 샤프트 전체 벽체에 흡음재를 적용한 경우 가장 가까운 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 45.8 dB(A)로 배경소음을 45 dB(A)로 가정하면 배경소음과 유사한 수준으로 경보음이 전달되는

Table 4. A-weighted Sound Pressure Level of Alarm Sound in the Elevator Halls of Type B Apartment Building in each Condition

Type B	A-weighted Sound Pressure Level (dB(A))		
	Basic (Without Sound Absorption Material)	Sound Absorption Material Applied in Elevator Shaft	Level Difference by Application of Sound Absorption Material
1st Floor	56.7	40.3	16.4
2nd Floor	58.7	42.7	16.0
3rd Floor	59.6	45.8	13.8
4th Floor (Alarm)	94.1	94.1	0
5th Floor	59.6	45.8	13.8
6th Floor	58.7	42.7	16.0
7th Floor	56.7	40.3	16.4

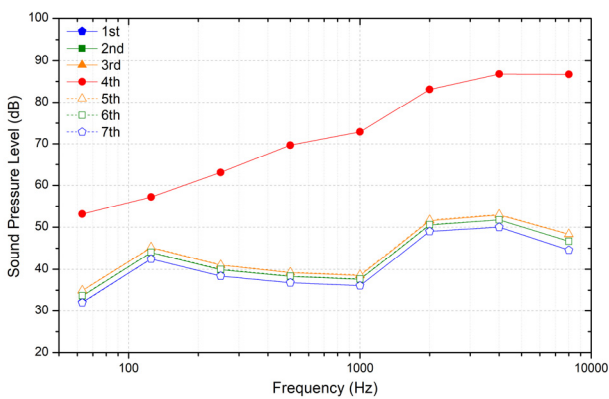


Figure 10. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type C plan apartment building, without sound absorption material in the elevator shaft.

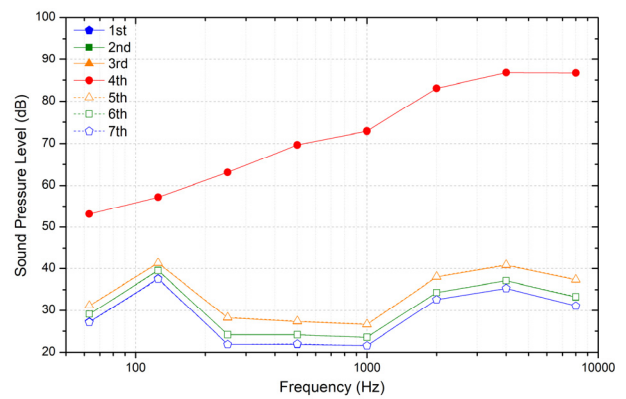


Figure 11. Sound pressure level of alarm sound at elevator halls in Type C plan apartment building, with sound absorption material in the elevator shaft.

것으로 예측되었다. 이는 엘리베이터 샤프트 전체에 흡음 성능이 우수한 흡음재를 적용한 경우로 실제 흡음재를 적용하는 면적과 흡음재의 종류에 따라 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 변화될 수 있다.

Figure 10과 Figure 11는 한층에 3세대가 배치된 평면으로 2대의 엘리베이터가 설치된 Type C에 대하여 엘리베이터 도어와 샤프트를 통한 경보음 예측 결과를 나타낸 것이다. Type C의 경우도 Type B와 같이 피난 계단에 방화문이 설치된 경우로 방화문과 피난 계단을 통한 경보음 전달은 고려하지 않았다. Figure 10은 엘리베이터 샤프트에 흡음재가 설치되지 않은 경우의 경보음 전달 예측 결과이다. Type C의 경우 엘리베이터 2대가 동일한 샤프트에 운행되는 경우이지만 인접층으로 전달되는 경보음의 저감량은 엘리베이터 1대가 운행되는 Type B 경우와 유사한 것으로 나타났다. Type C에서도 500 Hz 이하 대역은 엘리베이터 도어의 차음성능에 의해, 1 000 Hz 이상 대역은 엘리베이터 도어의 차음성능과 거리 감쇄에 의해 경보음 레벨이 낮아지는 것으로 판단된다.

흡음재가 엘리베이터 샤프트에 적용된 경우에 대한 예측 결과는 Figure 11과 같으며, 흡음재에 의해 추가로 낮아

지는 경보음 레벨은 Type B의 경우보다는 덜한 것으로 나타났다. 이는 엘리베이터 샤프트의 면적 대비 샤프트의 벽체의 길이가 상대적으로 작아 단위 면적당 흡음 성능이 작았기 때문으로 판단된다. 흡음재에 의한 경보음 레벨 저감량은 125 Hz 이하 대역에서는 약 3.8 dB, 250 Hz 이상 대역에서는 11 dB~13 dB 수준이었다. Type C의 경우와 비교하면 약 1 dB~2 dB 정도 경보음 저감량이 낮아지는 것으로 나타났다.

Table 5는 Type C에서 인접층으로 전달되는 경보음의 A-특성 가중 음압 레벨 예측 결과를 정리한 것이다. 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용하지 않은 경우 인접층으로 전달되는 A-특성 가중 경보음 레벨은 57.1 dB(A)~54.1 dB(A)로 배경소음 레벨을 45 dB(A)로 가정하면 배경소음 보다 9.1 dB~12.1 dB 크게 전달되어 인접층에서도 경보음을 들을 수 있을 것으로 판단된다. 엘리베이터 샤프트에 흡음재가 적용된 경우에 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 44.7 dB(A)~39 dB(A)로 배경소음을 45 dB(A)로 가정하면 대부분의 공간에서 배경소음레벨 보다 작게 경보음이 전달되었다.

위 결과는 엘리베이터 홀의 공간 평균 음압 레벨을 비교

Table 5. A-weighted Sound Pressure Level of Alarm Sound in the Elevator Halls of Type C Apartment Building in each Condition

Type C	A-weighted Sound Pressure Level (dB(A))		
	Basic (Without Sound Absorption Material)	Sound Absorption Material Applied in Elevator Shaft	Level Difference by Application of Sound Absorption Material
1st Floor	54.1	39.0	15.1
2nd Floor	55.8	40.8	15.0
3rd Floor	57.0	44.5	12.5
4th Floor (Alarm)	91.0	91.0	0
5th Floor	57.1	44.7	12.4
6th Floor	55.9	40.9	15.0
7th Floor	54.1	39.0	15.1

하였기 때문에 엘리베이터 홀의 면적이 더 큰 Type C에서 인접층으로 전달되는 경보음 레벨이 Type B의 결과보다 다소 낮은 것으로 나타났다. 이상의 결과에서 경보음이 인접층으로 전달되는 것을 방지하기 위해서는 엘리베이터 도어의 차음성능을 증가시키는 것이 가장 효과적이지만 엘리베이터 도어의 무게, 구동 시스템 등 다양한 요인을 고려하여야 할 것으로 판단된다. 또한 기존 연구에서 대안으로 제시된 엘리베이터에 흡음재를 적용하는 방안은 250 Hz 이상 대역에서는 효과가 적은 것으로 나타났으며, 흡음재의 흡음성능과 흡음재 적용 면적에 비례하여 경보음 레벨 저감량이 증가되는 것으로 판단된다.

4. 결 론

본 연구에서는 고층 공동주택의 경보방식으로 규정되어 있는 우선경보방식으로 경보음이 발생하는 경우 발화층과 직상층 이외의 다른 층으로도 전달되는 경보음에 대하여 건축음향 시뮬레이션을 활용하여 예측하였다. 각 층의 엘리베이터 홀에 발생된 경보음은 엘리베이터 샤프트를 통해 연결된 각 층으로 전달된다. 엘리베이터 샤프트에 흡음재가 설치되어 있지 않은 현재 조건으로 예측한 경우, 경보 발생층에서 떨어질수록 전달되는 경보음 크기는 작아졌지만, 3개층이 떨어진 경우에도 약 54 dB(A)~56 dB(A) 크기로 전달되어 일반적인 공동주택의 배경소음 보다 크게 전달되어 발화층과 직상층 이외 층의 엘리베이터 홀에서도 경보음을 들을 수 있는 것으로 판단된다. 이와 같은 현상은 이전의 실험적인 연구에서 보고되었으며, 개선 방법으로 엘리베이터 샤프트에 흡음재료를 적용하는 방안을 제안하였다. 엘리베이터 샤프트 전체 벽체에 흡음재를 적용한 경우 인접층으로 전달되는 경보음 레벨은 약 12 dB~16 dB 정도 작아질 수 있는 것으로 예측되었다. 이는 공동주택의 배경소음 레벨과 유사하거나 작은 정도로 경보음이 발생하는 발화층과 직상층 이외의 층으로 전달되는 현상을 개선할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구의 음향 시뮬레이션에서 적용한 흡음재는 흡음

성능이 상당히 높은 재료를 엘리베이터 샤프트 전체에 적용한 것으로 흡음재의 성능과 적용 부위에 따라 개선 정도는 낮아질 수 있을 것으로 판단된다. 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용하는 경우 실제 시공 가능한 흡음재료와 적용 부위들을 고려한 실증적인 연구가 필요한 것으로 판단된다. 피난 계단에 방화문이 설치되지 않은 경우나 방화문이 개방된 경우는 엘리베이터 샤프트를 통해 인접층으로 전달되는 경보음 레벨 보다 피난계단을 통해 전달되는 경보음 레벨이 더 커서 엘리베이터 샤프트에 흡음재를 적용하더라도 인접층으로 전달되는 경보음 레벨이 배경소음보다 클 수 있다. 우선경보방식에서 요구되는 인접층 전달 경보음 레벨을 제어하기 위해서는 엘리베이터 샤프트에 대한 대책과 함께 피난 계단 방화문의 차음성능과 피난계단의 흡음성능 개선 등에 대한 연구도 필요하다. 또한 엘리베이터 홀 내부에서의 명료한 의사소통과 경보신호 전달을 위한 적정 잔향시간 제안과 이를 구현하기 위한 마감재, 실내형상 등에 연구도 필요하다.

후 기

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2019R1F1A1061425).

References

1. NFSC 202, "Fire Safety Code for Emergency Broadcasting System" (2017).
2. D. K. You, "A Study on the Effective Evacuation Plan of High-rise Buildings by Fire Alert System", Master Thesis of Pusan National University (2018).
3. S. H. Moon, "A Study on the Evacuation Safety According to Priority Alert Method", Master Thesis of Dongshin University (2016).
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 of Kyonggi University (2014).
5. EN 12354-6, Building Acoustics - Estimation of Acoustic Performance of Buildings from the Performance of Elements - Part 6: Sound Absorption in Enclosed Spaces. CEN, Brussels (2003).
 6. M. J. Lee, “An Improved Design for Audibility of Fire Alarm Sound in Residential Buildings”, Doctoral Dissertation of University of Seoul (2012).
 7. M. J. Song, M. W. Kang, N. S. Lee and Y. K. Oh, “Noise Propagation from Elevator Halls in Apartment Houses with Different Block Plan Types”, Journal of Kiaebs, Vol. 9, No. 1, pp. 50-57 (2015).