

# 고령자의 청력손실을 배려한 재가보호 주거시설의 음향설계

## Listening environment design of houses for the seniors aging at home

장유경,<sup>1</sup> 오양기<sup>2†</sup>

(Yu-Kyeong Jang<sup>1</sup> and Yang-ki Oh<sup>2†</sup>)

<sup>1</sup>한국환경설계(주), <sup>2</sup>목포대학교 건축학과

(Received January 20, 2024; revised February 27, 2024; accepted March 12, 2024)

**초 록:** 고령자 청력손실은 노령화에 따른 대표적 현상이다. 그러나 고령자를 위한 홈케어, 노인복지주택 등의 설계는 고령자의 이동성 확보 및 안전에 초점을 맞춰 시행되고 있어 청력상실 문제를 간과하는 경우가 많다. 본 연구에서는 주거공간 내 청취환경을 개선하여 노인의 삶의 질을 향상시키는 것을 목표로 한다. 노인들의 청취 환경 개선을 위해 잔향 감소, 소음 최소화, 음질 향상에 중점을 둔 기술을 제안하고 그 효과를 검증하였다. 이를 바탕으로 고령자의 청력 손실을 배려한 재가보호 주거시설의 음향 설계 모델을 제안하고자 하였다.

**핵심용어:** 고령자, 노인성 난청, 청취환경, 재가보호

**ABSTRACT:** Although hearing loss in the elderly is one of the common symptoms of aging, as the aging population continues to grow, policies such as home care and welfare housing for the elderly are implemented with a focus on mobility, often overlooking the issue of hearing loss in the elderly. In this study, our aim is to enhance the quality of life for the elderly by improving the auditory environment within residential spaces, which plays a pivotal role in determining their overall well-being. We have proposed a technique that focuses on reducing reverberation, minimizing noise levels, and enhancing sound quality to improve the listening environment for the elderly, and we have verified its effectiveness. Building upon this, we have developed an acoustic design model for residential facilities catering to elderly home care.

**Keywords:** Elderly, Presbycusis, Listening environment, Aging at home

**PACS numbers:** 43.55.Br, 43.55.Hy, 43.58.Ta, 43.71.Lz, 43.72.Dv

## I. 서 론

### 1.1 연구배경

노인성 난청에 의한 의사소통의 제약은 고령자의 심리상태, 대인관계 및 사회활동에 어려움을 파생시키게 되어 노년기 삶의 질을 떨어뜨린다. 이러한 문제를 완화하기 위해서는 고령자의 청력저하 과정을 지연시키기 위한 의학적인 노력도 필요하지만 고령자의 생활공간인 주택의 청취환경을 개선하기 위한

건축적인 접근방법도 실질적인 대안이 될 수 있다.

현재 우리나라의 주택성능 중 장애인 등 사회적 약자를 위한 배려의 항목은 활동공간의 적정성이나 운동성 장애를 배려한 설계 분야에 집중되어 있다. 그러나 고령자의 움직임과 안전에 대한 우려 뿐 아니라, 일상생활에서 소통 장애로 인한 불편에 대해서도 적극적으로 대처해야 할 필요가 있다. 고령자 복지주택의 설계나 리모델링시 일반적인 운동성 장애 뿐 아니라 노인성 난청을 겪고 있는 고령자의 청

†Corresponding author: Yang-ki Oh (oh@mokpo.ac.kr)

Department of Architecture, Mokpo National University, 1666 Yeongsan-ro, Cheonggye-myeon, Muan-gun, Jeollanamdo 58554, Republic of Korea

(Tel: 82-61-450-2453, Fax: 82-61-454-0682)



Copyright©2024 The Acoustical Society of Korea. This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

취환경을 개선할 수 있는 건축적인 대안이 반영되어야 한다. 이 연구에서는 고령자의 청취환경 개선을 위한 저잔향 및 저소음, 고차음 설계 기법을 제안하고 그 효과를 검증하였다. 이를 토대로 고령자 재가보호 주거시설의 음향설계 모형을 제안하였다.

### 1.2 고령자주택 청취환경 개선의 필요성

고령자는 적절한 보호를 받으며 현재 살고 있는 집에서 계속 살아가기를 원한다.<sup>[1]</sup> 통계청의 2022 고령자통계 발표<sup>[2]</sup>에 의하면 65세 이상의 고령인구는 901만 8천명으로 전체의 17.5%를 차지하고 있으며, 가구수로는 519만 5천 가구로 전체의 24.1%를 차지할 정도로 비중이 높다. 특히 노인독거 비율은 2000년 16%에서 2022년 19.5%로 증가하는 추세에 있어서 주거 내에서 고령자 돌봄 기능이 약화되어가고 있다.<sup>[3]</sup> 원활한 의사전달 또한 노년기의 삶의 질을 좌우하는 중요한 요소임에도 불구하고 고령자주택의 설계에 전혀 고려되어있지 않아 생활에 불편함을 주고 있다. 나아가 고주파 음을 들을 수 있는 능력 저하로 예기치 못한 사고 또는 화재 발생 시 울리는 높은 소리의 경보음을 잘 알아듣지 못하거나 방향을 감지하기 어려워 위급한 상황에서 대피에 어려움이 발생될 수도 있다.<sup>[4]</sup> 이러한 배경에서 고령자가 자신이 희망하는 주거공간에서 거주할 수 있도록 고령자주택의 청취환경 개선이 필요하다.

### 1.3 고령자주택 청취환경 개선의 접근방법

오양기 등은 청력손실을 가지고 있는 고령자와 정상청력을 가진 사람이 잔향환경과 소음환경에 동일하게 노출된 경우, 고령자의 청력손실이 정상청력에 비해 음성요해도가 낮으며 듣기 어려운 정도가 심하다는 사실을 검증하였다.<sup>[5]</sup> 그럼에도 불구하고 법규상의 노인복지주택에서도 고령자 청력손실을 배려한 설계가 언급조차 되지않고 있는 것이 현실이다. 이남수 등의 연구에 의하면 65세 이상 고령자 자택 55곳의 방문조사 결과 TV나 안내방송의 소리를 정확하게 알아듣지 못하는 것으로 나타났다.<sup>[6]</sup> 이렇듯 잔향환경과 소음환경에서는 명료도가 현저히 떨어지기 때문에 청취환경이나 의사소통에 지장을 주어 고령자의 삶의 폭이나 품질을 떨어트린다. 이러한

Table 1. Proposed acoustic design guideline.<sup>[4]</sup>

		Contents	Guideline
Noise Environment	Unit to unit sound insulation		$D_{n,TW} \geq 48$
	Indoor background noise sources	Plumbing noise	$L_{eq} \leq 40$
		Noise from outdoor	$L_{eq} \leq 40$
		Noise from ther units	$L_{eq} \leq 40$
		Indoor service noise	$L_{eq} \leq 40$
Total background noise		$L_{eq} \leq 43$	
Sound Environment	Reverberation Time		RT 0.6 s ~ 0.8 s

점을 반영하여 오양기 등은 고령자가 생활하는 실내 공간에서의 원활한 청취환경을 확보할 수 있도록 청력손실 고령자를 위한 주택음향설계 가이드라인을 Table 1과 같이 제시한 바 있다.<sup>[4]</sup>

이 연구에서는 위의 설계 가이드라인을 기반으로 하여 고령자용 주거의 청취환경을 개선시킬 수 있는 새로운 개념의 설계안을 제안하였다. 실내공간의 울림을 적게 하는 저잔향설계, 소음 발생을 줄이는 저소음설계, 그리고 발생된 소음이 거주공간으로 전달되는 경로를 차단하는 고차음설계 등이 이 새로운 설계안의 기본 개념이다. 제안된 설계안을 대상으로 실제 소음원과 잔향환경을 부가하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행함으로써 그 설계안의 효과를 검증하였다. 이를 통하여 노인복지주택이나 재가보호 고령자를 위한 주택을 설계 할 경우에 실질적으로 적용할 수 있는 설계 방법론을 제시하고자 하였다.

## II. 청력손실을 배려한 설계기법

### 2.1 저잔향 설계

#### 2.1.1 용적축소 및 공간구획

고령자의 사회적 관계를 강화시키기 위해서는 짧은 잔향과 높은 명료도의 음향환경이 중요하다. 우리나라에서는 주거공간을 설계할 때 공간의 개방감과 편의를 위해 현관, 거실, 식당과 주방을 트인 공간으로 설계하는 경우가 많다. 이러한 평면 특성에 의해 아파트 거실-식당공간의 잔향시간은 0.8 s ~ 1.6 s 수준에 이르게 되며 이에 따라 음성명료도가 현저하

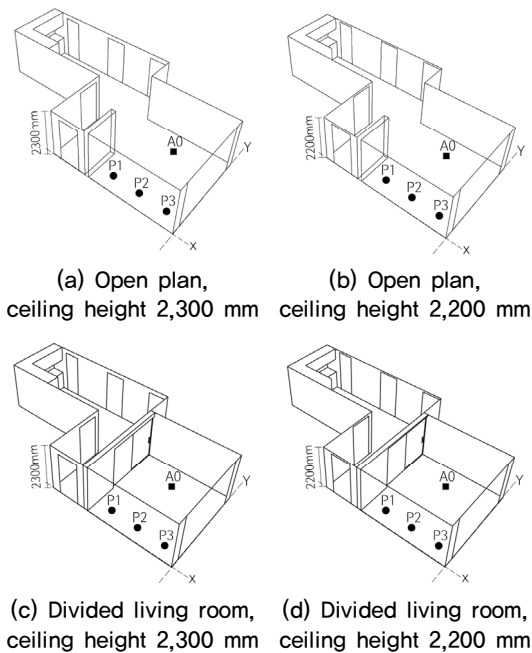


Fig. 1. (Color available online) Space plan for shorter reverberation times.

게 떨어진다.<sup>[7]</sup> 고령자의 청력손실을 감안한다면 이러한 개방형 설계(Type A)는 잔향시간을 늘리게 되어 바람직하지 않다. 천장높이를 낮추어 용적을 축소하거나(Type B) 개방공간을 단위공간으로 구획하는 설계방식(Type C), 혹은 천장높이 조절과 공간 구획을 동시에 설계하여(Type D) 각 대안의 잔향시간 저감효과를 검증하고자 하였다(Fig. 1).

### 2.1.2 흡음성 실내마감

용적축소나 공간구획은 잔향시간을 전반적으로 줄이는 데에는 효과적이지만 특정 주파수 대역을 목표로 하기는 어렵다. 고령자의 청력저하는 2,000 Hz 이상의 고음역에서 주로 진행되고 자음의 식별이 곤란해지며 음의 시간과 주파수 분해 능력이 떨어지는 특징을 갖고 있다.<sup>[8]</sup> 이를 반영하여 고음 흡음능이 뛰어난 카펫을 바닥에(Type E), 다공질 재료를 거실과 식당 등 주거공간의 벽체(Type F)와 천장(Type G) 마감에 적용하였다(Fig. 2). 바닥 카펫은 낙상에 의한 부상 위험을 줄일 수 있어 고령자 주택에 적용 가능한 방법이다. 측벽은 900 mm~1500 mm의 높이에 적용하였다. 흡음텍스 등의 통기성 천장은 상부공간의 공진에 의한 바닥충격을 레벨 증폭 현상을 완화하는 효과도 있다.<sup>[9]</sup>

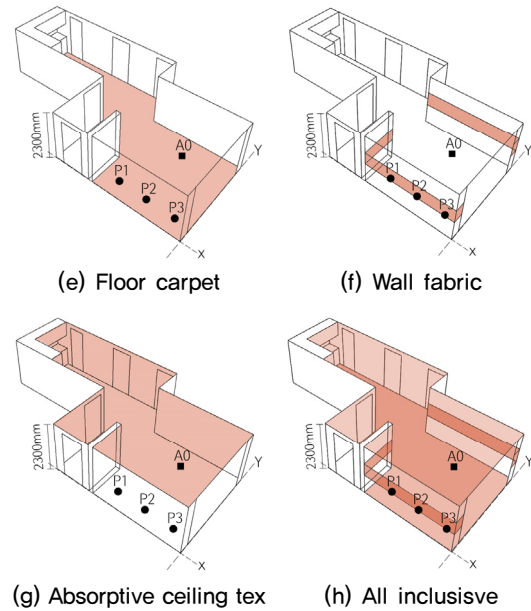


Fig. 2. (Color available online) Absorptive wall and ceiling plan for shorter reverberation times.

## 2.2 저소음 설계

### 2.2.1 소음성 주방제품의 방음구획

소음은 정확한 청취를 방해하는 중요한 요인 중 하나이며 특히 고령자에게 더 영향이 크다. 세대 내 소음성 기기의 소음은 인접 실내공간으로 전파되며<sup>[10]</sup> 적절한 방음구획 설치를 통해 이러한 소음성 실내 기기의 소음원레벨을 저감시키고 전달경로를 차단할 수 있다. 이에 대표적인 소음성 주방기기인 냉장고에 대하여 Fig. 3과 같이 내부면이 다공질 흡음재로 마감된 방음구획을 설치하였다. 방음구획만을 적용했을 경우(Type J)와 방음구획의 내부에 흡음재를 추가했을 경우(Type K)에 대하여 일반적인 개방형 냉장고 배치 상황(Type I)과 소음전파 경향을 비교하였다.

### 2.2.2 소음성 주방기구 주변의 흡음설계

소음성 주방기구의 소음저감형 설치조건 및 집중형 레이아웃을 설계 단계에서 미리 고려하는 것이 필요하다. Fig. 4와 같이 방음구획된 냉장고 옆쪽으로 벽면과 방음구획 외부면에 불연 다공질흡음재로 마감된 소음성 주방기구 설치 및 조리공간을 설계하였다(Type L). 화구 주변은 기름때나 조리냄새 등으로 오염되기 쉽고 불연재로 마감되어야 하므로 탈착

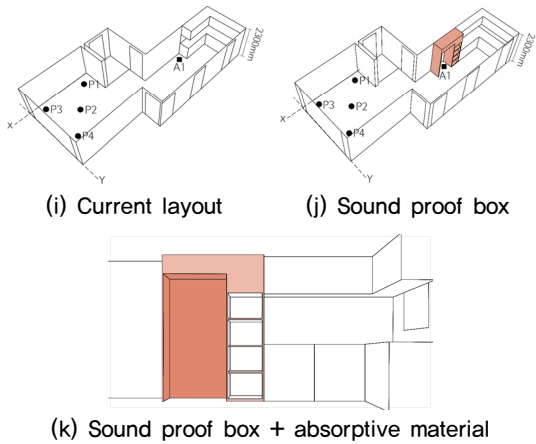


Fig. 3. (Color available online) Design of sound proof box.

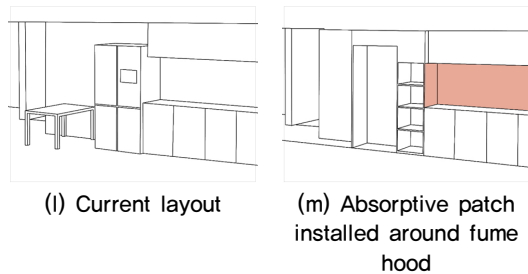


Fig. 4. Fume hood and noisy cooking devices.

교환 가능한 글라스울 패치를 부착하는 아이디어를 수립하였다(Type M). 소음성 주방기구로는 레인지 배연기구(Fume hood)를 선정하였다.

### 2.3 고차음 설계

#### 2.3.1 방화피난벽 차음성능 향상

건축법 시행령 제46조 4항에 의한 방화피난벽은 화재 시 출입구나 계단으로 피하기 어려운 경우 옆 세대로 피난 할 수 있도록 9 mm 가량의 석고보드로 만든 경량구조의 벽체이다.<sup>[11]</sup> 그러나 거실 확장형 평면의 경우 인접 세대 간의 차음성능이 매우 취약해진다.<sup>[12]</sup> 이러한 점을 고려하여 Fig. 5의 Type O와 같이 9 mm 및 12.5 mm 석고보드 사이에 공기층 140 mm를 두고 글라스울 10mm를 충진하는 복합건식벽체를 적용하였다.

#### 2.3.2 세대 출입구 차음 및 흡음

우리나라에는 세대간 경계벽의 법적 최소 차음성능 기준이 있어 엄격한 성능기준 혹은 시방기준을

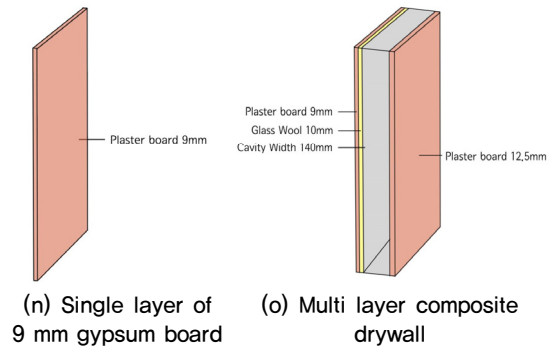


Fig. 5. (Color available online) Multi layer fire escape wall.

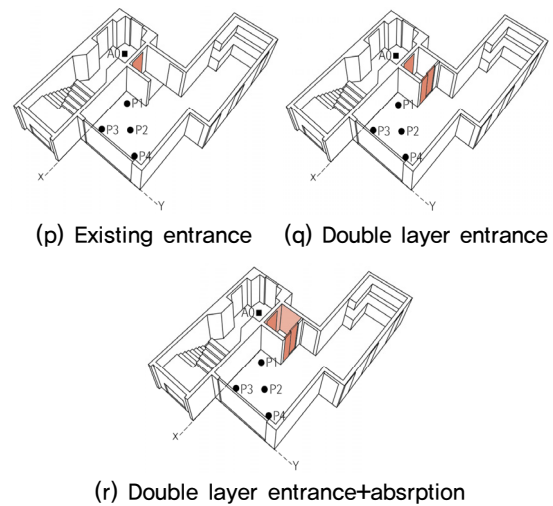


Fig. 6. (Color available online) Sound insulation of entrance area.

만족하여야 한다.<sup>[13]</sup> 그러나 실제의 세대간 차음성능은 벽체의 성능보다 계단실-현관을 통한 측로전달 소음에 크게 좌우되는 경향이 있다.<sup>[14]</sup> 계단형 공동주택은 하나의 커다란 코어를 같은 층 및 상하층의 여러 세대가 공유한다. 공동주택의 계단실은 상하층 및 좌우측 세대 출입문 방향으로 개방되어 있을 뿐더러 대부분 반사성으로 마감되어 있어 음에너지가 쉽사리 약화되지 않는다. 이렇듯 울리는 계단실에서 발생하는 소음은 낮은 차음성능의 현관문/출입구를 통해 주거 내부에 유입되어 주거 내의 소음환경을 저해하는 경향이 있다. 이에 계단실 소음의 유입으로 인해 주거 내 고령자의 청취환경이 저해되지 않도록 Fig. 6과 같이 출입구의 차음 및 흡음 설계를 수행하였다.

### III. 효과 검증을 위한 시뮬레이션

#### 3.1 실험대상 주거형

여러가지 경우의 설계안에 대하여 각 대안의 잔향 시간 및 소음레벨 저감효과를 산출하고 비교하였다. 위의 Figs. 1~6과 같이 실험 대상으로는 가장 일반적인 평면형 중 하나인 84타입 아파트를 선정하였다. Fig. 7은 실험 대상 주거형의 평면도이다. 실험 위치는 고령자가 주거공간 내에서 가장 많은 시간을 보내며 가족과의 의사소통과 TV 시청 등 여가 활동이 주로 이루어지는 거실을 대상으로 진행하였다.

#### 3.2 실험방법

##### 3.2.1 저장향 및 저소음 시뮬레이션

잔향시간과 내부 소음도 추정을 위한 시뮬레이션 프로그램으로는 Odeon v15.12를 사용하였다. 시뮬레이션 프로그램 셋업은 Table 2와 같다. 시뮬레이션 조건 Figs. 1 및 2에서 나타난 음원(A0)은 무지향성으로 거실 벽에서 1m 떨어져 있으며 음원의 높이는 1.5 m이다. 수음점(P1, P2, P3)은 음원에서 2m 이상 떨어진 곳으로 무작위로 3개 지점을 설정하였다. 소음도 측정용 음원은 Figs. 3과 4의 각 조건에서 지정한 소음성 기기의 위치에 대하여 각 소음성 기기의 파워레벨 특성<sup>[15]</sup>을 적용하였다. 저장향 및 저소음 시뮬레이션에 적용된 마감재료의 흡음계수는 Table 3에 정리하여 표시하였다. 소파 등 가구류의 흡음력을 배제한 공실 상태 기준이며, 따라서 실생활의 경우보다는 잔향시간이 다소 길게 나타난다.



Fig. 7. Unit plan.

##### 3.2.2 고차음 시뮬레이션 및 성능검증

고차음설계의 효과를 검증하기 위한 시뮬레이션은 INSUL v9.0.24 및 Odeon v15.12 프로그램을 사용하였다. Fig. 6의 출입구의 출입문과 이중문의 문짝 투과손실에 대해서는 Odeon을, Fig. 5의 방화피난구의 투과손실에 대해서는 INSUL을 사용하여 차음성능 개선 효과를 예측하였다. INSUL의 예측조건은 Table 4와 같다.

Table 2. Software setup (Odeon v15.12).

Temperature	20 °C
Humidity	50 %
Number of Rays	16000

Table 3. Absorption coefficient of finishing materials.\*

Finishing materials	Frequency band (Hz)					
	125	250	500	1,000	2,000	4,000
Laminate floor	0.15	0.11	0.1	0.07	0.06	0.07
Carpet	0.09	0.08	0.21	0.26	0.27	0.37
Wallpaper on concret	0.02	0.03	0.04	0.05	0.07	0.08
Wall fabric	0.01	0.02	0.12	0.36	0.63	0.73
Gypsum board (2ply) on Stud (9 mm)	0.15	0.1	0.06	0.04	0.04	0.05
Sound absorption tex (ceilling)	0.2	0.5	0.55	0.62	0.74	0.8
Gypsum board (2ply) sound proof compartment	0.15	0.1	0.06	0.04	0.04	0.05
Non-combustible sound absorbing board (25 T)	0.01	0.02	0.12	0.36	0.63	0.73
Glass	0.1	0.07	0.05	0.03	0.02	0.02
Interior door	0.3	0.25	0.15	0.1	0.1	0.07
Entrance door	0.14	0.1	0.06	0.08	0.1	0.1

\* [https://www.acoustic.ua/st/web\\_absorption\\_data\\_eng.pdf](https://www.acoustic.ua/st/web_absorption_data_eng.pdf)

Table 4. Software setup (INSUL v9.0.24).

	Layer1	Layer2	Layer3	Layer4
S	Single gypsum borad 9mm			
T	Gypsum borad 9 mm	Glasswool 10 mm	Cavity width 140 mm	Gypsum borad 12.5 mm

Table 5. Reduced RT (volume change, space deivision).

Unit type	Frequency band (Hz)						Avg.
	125	250	500	1 K	2 K	4 K	
Normal(A)	1.32	1.23	1.36	1.53	1.35	1.06	1.31
Reduced volume(B)	1.29	1.17	1.3	1.5	1.32	1.04	1.27
Separated space (C)	0.78	1.13	1.38	1.54	1.41	1.11	1.23
Reduced volume + Separated space (D)	0.78	1.09	1.3	1.49	1.35	1.08	1.18

### 3.3 저잔향 설계의 효과

시뮬레이션 결과, 일반적 주거형(Type A)의 경우 500Hz~2,000Hz에서 1.31s에 이르는 잔향시간이 나타났다. 이는 공동주택 내부 공간의 잔향시간 특성 조사에 관한 기존의 연구 결과와 유사한 것이다.<sup>[16]</sup>

#### 3.3.1 용적축소 및 공간구획

현행의 일반적인 상황 즉 거실과 주방이 개방되어 있으며 층고가 2,300mm인 경우 잔향시간 1.31s이며 층고를 2,200mm로 100mm 낮췄을 때는(Type B) 1.27s로 미미하게 줄어들었다. 반면 미닫이문을 설치하여 거실을 인근의 주방, 출입구 등 공간을 구획하였을 경우(Type C) 잔향시간은 1.23s로 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 최종적으로 천장높이 조절 및 공간구획 방법을 동시에 적용하였을 경우의(Type D) 잔향시간은 1.18s로 더 줄어드는 것을 볼 수 있다(Table 5). 고령자의 생활패턴 중 거실에서 TV 시청이나 다이닝룸에서의 가족 간의 대화 등 각 해당 공간에서의 청취능력 향상에 도움이 되는 방안이다.

#### 3.3.2 흡음성 마감재 적용

흡음성 마감재 적용의 효과를 검증하기 위한 시뮬레이션의 결과를 표시하였다(Fig. 8). 현행의 일반적인 상황 즉 거실과 주방이 개방되어 있으며 층고가 2,300mm인 경우 잔향시간 1.31s이지만 바닥 마감재로 카펫을 적용한 경우 잔향시간은 0.91s로 짧아진다. 잔향시간에 미치는 영향이 가장 큰 흡음성 마감부위는 천장으로 석고보드 천장 대신 흡음텍스를 적용하면 거실부위의 잔향시간은 0.55s로 상당히 짧아지게 된다. 바닥(카펫)과 벽체(페브릭) 및 천장(흡음텍스) 모두에 흡음 마감재를 적용했을 경우 거실에서의 잔향시간은 0.47s로 당초의 비흡음성 마감

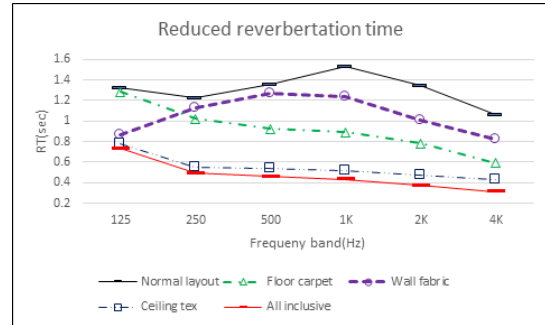


Fig. 8. (Color available online) Effect of additional absorption treatments.

Table 6. Noise propagation level before and after the installation of sound proof box.

	Frequency bands (Hz)						Rw
	125	250	500	1 k	2 k	4 k	
PWL	33.6	39.6	41.4	38.5	41.5	45.2	49.2
Normal (I)	23.9	31.8	34.9	33	35.3	37.5	42
Sound proof box (J)	23.2	30.5	33.9	32.2	34.4	36.5	41
Absorptive box (K)	23.4	31	33.1	28.9	29.2	30.9	38

에 비해 약 65% 가량 줄어드는 효과를 보인다.

### 3.4 저소음 설계의 효과

#### 3.4.1 방음구획

강대준 등의 연구결과에 의하면 잔향실법 측정규격에 의한 냉장고의 음원파워레벨(125 Hz~4 KHz 1 옥타브대역)은 49.2 dBA이다.<sup>[15]</sup> 9 mm 석고보드 2장을 덧대어 차음케이스를 설치하는 경우(Type J) 및 그 내부에 흡음성 마감재(Type K)를 덧대는 경우를 가정하였다. 차음케이스는 41 dBA로 1 dBA 정도가, 그 내부에 NRC 값이 0.61인 유리섬유를 부착한 결과는 38 dBA로 기존안에 비해 4 dBA 정도 저감된다(Table 6). 기존 연구결과로부터 유추하면 40 dBA ~ 50 dBA 수준의 소음환경에서 5 dB 정도의 신호대잡음비 증가는 고령자의 듣기 어려운 정도 수준을 13% 가량 낮추는 것으로 볼 수 있다.<sup>[5]</sup>

#### 3.4.2 소음성 주방기기 주변의 흡음재 배치

레인지후드(Fume hood)는 위 1)의 냉장고보다 큰 파워레벨을 나타내고 있는 소음성 주방기기이기도 하다. 레인지후드 아래쪽의 화구 주변 벽면에 글라스울

Table 7. Noise propagation level before and after the installation of absorption patch.

SPL	Frequency bands (Hz)						Sum
	125	250	500	1 k	2 k	4 k	
PWL	44.9	50.5	58.6	60.2	59.8	57.3	65.4
Normal (L)	34.5	42.2	51.7	54.4	53.2	49.1	58.7
Absorbption (M)	32.9	40.4	48.5	50.2	48.7	44.6	54.6

Table 8. Sound insulation performance difference.

	Frequency bands (Hz)						Rw
	125	250	500	1 k	2 k	4 k	
Single layer (N)	11	15	20	25	29	24	25
Multi layers (O)	18	34	46	56	61	54	44

과 같은 불연 다공질흡음재로 마감된 조리공간을 설계하였다(Fig. 4). 화구의 주변은 기름때나 조리냄새 등으로 오염되기 쉬울 뿐더러 불연재로 마감되어야 하므로 탈착교환 가능한 글라스울 등의 불연흡음보드 패치를 부착하는 아이디어를 수립하였다. 강대준 등의 문헌<sup>[15]</sup>에서 제시된 90 W 레인지후드를 적용하여 주변벽의 타일 마감(Type L) 및 흡음재 마감(Type M) 경우를 비교한 결과를 Table 7에 정리하였다.

### 3.5 고차음 설계의 효과

#### 3.5.1 방화피난벽 차음성능 향상

INSUL v9.0.24 프로그램으로 9 mm 두께 석고보드 단일벽체의 기존 방화피난벽의 차음성능을 확인한 결과 Rw 25 dB로 낮은 차음성능을 띄고 있다. 차음성능을 향상시키기 위한 Fig. 5 구조의 차음성능을 확인한 결과, Rw 44 dB로 기존 방화피난벽과 비교했을 때 19 dB 향상된 것으로 나타났다. 특히 노인성난청의 영역인 고음역대로 갈수록 차음성능이 향상되는 것으로 나타났다. 실험결과 기존 방화피난벽을 이중벽으로 보완하는 것은 차음성능 향상에 적합하며, 석고보드 사이에 공기층을 뒀음으로 인해 피난시 사용은 어렵지 않을 것으로 판단된다(Table 8).

#### 3.5.2 세대출입구 차음 및 흡음

Odeon v15.12 프로그램을 활용하여 단일 출입문을 통해 유입되는 소음레벨을 거실 4지점에서 확인하였다. 또한 Fig. 6에서 나타난 바와 같이 이중현관을

Table 9. Sound insulation of entrance area.

SPL	Frequency bands (Hz)						Sum
	125	250	500	1 k	2 k	4 k	
Door only (P)	40.3	42.7	44.7	45.6	43.9	41.9	51.3
Double layer (Q)	36.5	40.7	43.1	43.6	41.4	39	49.1
Absorptive finish (R)	37.1	41.1	42.1	39.6	34.4	30.7	46.7

적용할 때와 이중현관 및 흡음재를 적용하였을 때의 소음레벨을 비교하였다. 계단실에서 발생하는 소음은 60 dB로 가정하여 진행하였다. 주로 차음성능이 낮은 출입구를 통해 주거공간으로 전달된다. 차음성능이 취약한 출입구를 보완한 결과, 이중현관을 적용했을 때가 기존 출입구보다 낮은 소음레벨을 나타냈다. 또한 이중현관을 적용하고 측벽을 흡음성이 있는 마감재를 적용하였을 때 소음레벨이 더 낮아지는 것으로 확인되었다. 실험을 통해, 계단실에서 발생하는 소음은 출입구를 보완함으로써 어느정도 소음 전달을 차단시킬 수 있을 것으로 판단된다(Table 9).

## IV. 고령자 재가보호 주택의 음향설계

위에서 제안하고 검증한 설계기법의 효율을 바탕으로 다음과 같은 내용의 재가보호 주거시설 음향설계 모형을 제안하고자 한다. Table 10 및 Figs. 9와 10은 음향효과를 기본으로 하되 층간소음이나 고령자의 안전 등 추가효과를 감안하여 제안된 우선순위 설계 방안을 나타낸 것이다.

- ① 바닥카펫 : 바닥카펫 설치는 흡음계수 높여서 잔향시간 감소 및 소음전달 저감 효과가 있다. 더욱 중요한 사실은 미끄럽지 않은 바닥에서 낙상의 가능성이 줄어들 뿐 아니라 낙상사고의 경우에도 충격량을 완화할 수 있다는 점이다. 65세 이상 고령자의 1/3 이상이 1년에 1회 이상의 낙상을 경험한다는 연구 결과<sup>[17]</sup>를 감안하여 기존 주택에도 쉽게 보완할 수 있는 바닥 카펫은 중요한 재가보호 고령자 시설이다.
- ② 공간의 구획 : 출입구-거실-식당-주방 공간이 하나로 이어져 있는 설계를 피하고 각 공간을 구획한다. 이로 인해 거실의 용적이 줄어들어서 잔향

Table 10. Acoustic design model of residential facilities for home care seniors.

	Design solution	Acoustic effect	Additional effect
①	Floor carpet	Low reverberation	Safety
②	Living room-dining room separation	Low reverberation Low noise	Less kitchen appliances noise
③	Absorptive ceiling	Low reverberation Low noise	Mitigation of floor impact noise
④	Absorptive finishing around fume hood	Low noise	Cleanness Safety
⑤	Separation of noisy kitchen appliances	Low noise	High usability
⑥	Multiple layer dry wall for fire escape	High sound insulation	

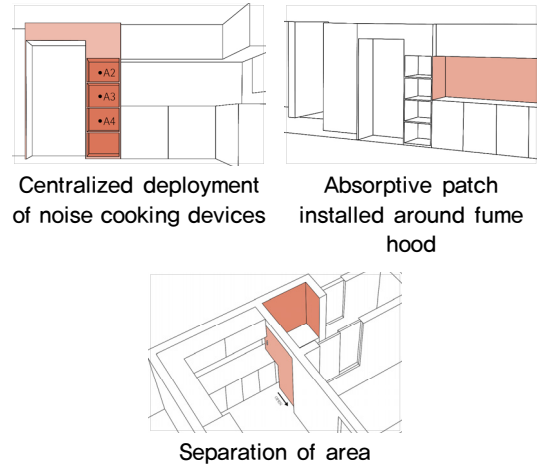


Fig. 9. (Color available online) Fume hood and noisy cooking devices.

시간이 짧아진다. 현관 출입구 이중문에 의한 거실-출입구 공간구획은 부가적으로 계단실에서의 소음 유입을 차단하는 효과도 있다. 또한 거실-식당의 공간 구획에 의해 주방 소음성 기기 소음의 차단 효과를 얻을 수도 있다.

- ③ 흡음천장: 천장 상부의 공기층 효과 및 가구 등에 의해 방해받지 않는 큰 흡음 면적으로 인해 흡음천장은 매우 효과적인 잔향시간 감소 및 소음 전달량 감소 방법이다. 특히 다공질 흡음천장은 천장 상부 공간의 공진을 유발하지 않으므로 바닥 충격음 차단성능에도 유리한 방법이다.<sup>[9]</sup>
- ④ 레인지후드 주변벽 불연흡음재 : 레인지후드는 화재에 인접하여 화재의 위험성이 있을 뽀터러 기름때 등에 의해 쉽사리 더러워진다. 이런 이유로 타일 등 화재와 기름때에 강한 재료로 주변을 마감하는 경우가 많다. 그러나 이는 강한 반사성의 재료로 레인지후드 소음을 증폭시키는 역할을 한다. 레인지후드 주변에 기름때 등으로 더러워졌을 때 쉽사리 교환 가능한 글라스울 소재의 불연 다공성 마감재 패치로 마감하여 소음원 레벨을 저감시킬 수 있도록 설계하였다.
- ⑤ 방음구획: 냉장고, 레인지후드, 블렌더, 에어프라이어 등 주방에 위치한 소음성 기기는 싱크대, 식탁 등 개방된 위치에 제각기 놓여 있어 인접한 공간으로의 소음전달에 취약하다. 분산되어 있는

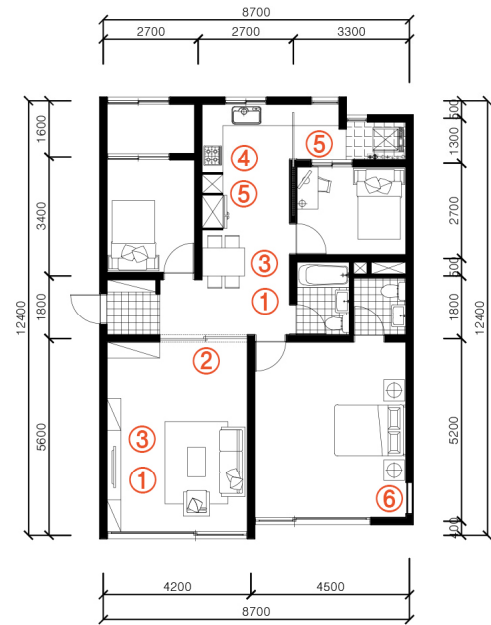


Fig. 10. (Color available online) Acoustic design of residential facilities for home care seniors.

소음성 주방기구들이 같은 시간대에 가동될 경우 소음원이나 전달경로를 제어하기 힘들기 때문에 소음대책을 수립하기도 어렵다. 기존 연구의 결과 배경소음 종류별로는 충격성 소음보다 정상상태 소음의 듣기 어려운 정도가 큰 것으로 나타났다.<sup>[8]</sup> 따라서 냉장고나 레인지후드 등의 정상상태 소음원에 대한 방음구획을 더욱 중요하게 고려하여야 한다. 설계 시점에서 위 소음원 기기들의 집중배치 위치 및 레이아웃을 정하여 내부 흡음재



를 포함한 방음구획 통합 설계안을 수립하였다.

- ⑥ 방화피난구: 발코니 확장에 의해 실질적으로 인접 세대와의 세대간 벽이 될 수 있는 방화피난구는 노인성 난청으로 인해 높아진 가전기기 볼륨으로 이웃 세대와의 불화를 파생시킬 수 있다.

## V. 결 론

고령자는 은퇴 후 오롯이 본인을 위한 삶을 살아가고자 한다. 하지만 고령자인구비율이 지속적으로 증가하면서 고령자를 위한 주거정책은 고령자의 사고를 예방하기 위한 무장애설계 등에만 치우치고 있다. 고령자의 은퇴 후 30년 이상을 다치지 않게만 도와주는 것에 중점을 두는 것이 아니라 고령자가 사회적으로 활발한 활동을 하면서 삶의 질을 높일 수 있도록 고령자의 사회적 소통에 대한 관심을 둘 필요가 있다.

본 연구에서는 청취에 방해가 되는 소음과 잔향환경을 개선함으로써 주택 내에서만큼은 청취환경이 개선될 수 있도록 건축 설계를 제안하고 검증하였다. 또한 고령자의 정서적, 심리적, 경제적 상황을 배려할 뿐만 아니라 ‘움직이는 것’과 ‘듣는 것’에 대한 설계를 제안함으로써 앞으로 있을 고령화에 대비해 최적의 고령자 주택에 대한 설계안을 제공하고자 하였다. 연구를 진행한 결과, 공간의 크기 조정과 의사소통이 진행되는 공간을 소음이 발생하는 공간과 분리시키고, 바닥에 흡음성 마감재를 설치하는 것이 잔향환경과 소음환경에 개선이 된다. 또한 방화피난벽을 개선시켜주는 것도 소음을 저감시키는 방안이다. 음향환경 뿐만 아니라 저소음 가전기와 주방기구를 선택하는 등의 비음향환경을 개선하는 것도 고령자의 청취환경 개선에 도움을 줄 수 있다. 본 연구는 시뮬레이션을 활용하여 진행하였지만 차후 연구에서는 다양한 평면 형태와 고령자의 청력손실을 배려한 주거공간을 만들어 직접 측정하고 고령자를 대상으로 듣는 것에 대한 문제가 없는지 검증해 볼 필요가 있다.

## 감사의 글

본 논문은 2021학년도 목포대학교 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

## References

1. Y. K. Jang and Y. K. Oh, "A proposal for remodeling design of old apartment houses in a local city upon the policy of urban regeneration and elderly welfare houses," *J. the Regional Association of Architectural Institute of Korea*, **22**, 44-54 (2020).
2. *Statistics Korea*, "2022 Senior Citizen Statistics," [https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&tag=&act=view&list\\_no=420896&ref\\_bid](https://kostat.go.kr/board.es?mid=a10301010000&bid=10820&tag=&act=view&list_no=420896&ref_bid), (Last viewed January 10, 2024).
3. *K-indicator*, <https://www.index.go.kr/unity/potal/indicator/IndexInfo.do?cdNo=2&clasCd=2&idxCd=4233>, (Last viewed January 10, 2024).
4. Y. K. Oh and J. K. Ryu, "Acoustic design guidelines for houses for hearing impaired seniors - In the framework of Korean building codes", *Indoor and Built Environment*, **29**, 343-354 (2018).
5. Y. K. Oh, J. K. Ryu, and H. S. Song, "Effect of noise and reverberation on subjective measure of speech transmission performance for elderly person with hearing loss in residential space" (in Korean), *J. Acoust. Soc. Kr.* **37**, 369-377 (2018).
6. N. S. Lee, M. W. Kang, and Y. K. Oh, "A survey on the hearing discomfort of the living environment for the aged" (in Korean), *Proc. Autumn Meeting, KIAEBS*, 107-108 (2014).
7. Y. K. Oh, B. Y. Park, and M. K. Chu, "Problems of normalized impact sound pressure level in the accreditation scheme and an alternative" (in Korean), *J. KIAEBS*, **8**, 136-142 (2014).
8. J. K. Ryu and Y. K. Oh, "A need for a korean building code on the acoustic design for hearing impaired seniors" (in Korean), *J. KIAEBS*, **9**, 139-144 (2015).
9. K. H. Kim, J. K. Ryu, and J. Y. Jeon, "Development of Perforated Ceiling Structures to Reduce Floor Impact Sound" (in Korean), *J. KIAEBS*, **9**, 34-39 (2015).
10. Y. K. Jang, M. W. Kang, and Y. K. Oh, "A study on the sound insulation and absorption design plan which affect the noise propagation from household appliances and facilities in a house using room acoustic simulation" (in Korean), *J. KIAEBS*, **14**, 767-778 (2020).
11. Korea Building Law Enforcement Decree Article 46 Paragraph 4, Presidential Decree No.33717, 2023.
12. Structural change procedures and installation standards for balconies, etc., Ministry of Land, Infrastructure and Transport Notice No. 2018-775, 2018.
13. Regulations on housing construction standards, etc. Article 14, Presidential Decree No.33723, 2023.
14. M. W. Kang, M. J., Song, and Y. K. Oh, "Need for building code on sound insulation performance of

- entrance door of apartment houses” (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **29**, 166-174 (2019).
15. D. J. Kang, J. Gu, J. W. Lee, H. K. Park, T. S Kim, H. J. Kwon, and J. C. Kim “Survey of the sound power level of electric home appliances” (in Korean), National Institute of Environmental Research (2006).
  16. J. H. Jeong, B. K. Lee, and J. Y. Jeon, “A study on the reverberation time characteristics of inside space of apartment buildings” (in Korean), Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng. **25**, 291-298 (2015).
  17. M. A. Choe, M. Y. Jeon, and J. A. Choi, “Effect of walk training on physical fitness for prevention in a home bound elderly” (in Korean), JKAN, **30**, 1318-1332 (2000).

## 저자 약력

### ▶ 장 유 경 (Yu-Kyeong Jang)



2020년 2월 : 목포대학교 건축학사  
 2022년 2월 : 목포대학교 대학원 건축학과  
 공학석사  
 2022년 3월 ~ 현재 : 한국환경설계(주) 대리

### ▶ 오 양 기 (Yang-Ki Oh)



1984년 2월 : 서울대학교 건축학과 공학사  
 1986년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과  
 공학석사  
 1990년 2월 : 서울대학교 대학원 건축학과  
 공학박사  
 1991년 3월 ~ 현재 : 목포대학교 건축학과  
 교수