

주거서비스를 고려한 공동주택 층간소음 모니터링 시스템 개발(Ⅱ)

: 층간소음 예방 시스템 평가·운영 방안 연구

The Development of a Floor Impact Noise Monitoring System
: System Evaluation and Operational Plan

김태민 김하룡

김인영 석동호

신문하



연구관리 2025-044

주거서비스를 고려한 공동주택 층간소음 모니터링 시스템 개발(Ⅱ) : 층간소음 예방 시스템 평가·운영 방안 연구

지 은 이 김태민, 김하룡, 김인영, 석동호, 신문하
발 행 인 정창무
발 행 처 한국토지주택공사 토지주택연구원
주 소 (34047) 대전 유성구 엑스포로 539번길 99
홈페이지 <http://lhri.lh.or.kr>

전화번호 042-866-8585

이 출판물은 우리 공사의 업무상 필요에 의하여 연구·검토한 기초자료로서 공사나 정부의 공식적인 견해와 관계가 없습니다.
우리 공사의 승인 없이 연구내용의 일부 또는 전부를 다른 목적으로 이용할 수 없습니다.

주거서비스를 고려한 공동주택 층간소음 모니터링 시스템 개발(Ⅱ) 층간소음 예방 시스템 평가·운영 방안 연구

김태민·김하룡·김인영·석동호·신문하

참여 연구진

연구책임

김태민 LH 토지주택연구원 수석연구원

연구진

김하룡 LH 토지주택연구원 수석연구원

김인영 LH 경기남부지역본부 차장

석동호 LH 공공주택전기처 과장

신문하 LH 공공주택전기처 과장

연구심의위원(가나다순)

강성용 LH 경기북부지역본부 팀장

고준성 LH 공공주택전기처 팀장

권혁삼 LH 토지주택연구원 팀장

기호영 LH 토지주택연구원 연구위원

박성준 LH 공공주택사업처 팀장

신성일 LH 임대자산관리처 팀장

이상훈 LH 토지주택연구원 연구위원

이영은 LH 토지주택연구원 선임연구위원(위원장)

정승호 LH 스마트주택기술처 팀장

정진연 한국건설생활환경시험연구원 책임연구원

자문위원(가나다순)

이창석 코맥스 프로

조완호 한국표준과학연구원 책임연구원

주지훈 비쥬드림 상무이사

위탁연구

한국정보통신기술협회 층간소음 예방 시스템 정보통신 인증 방안 개발

주거서비스를 고려한 공동주택 층간소음 모니터링 시스템 개발(Ⅱ) : 층간소음 예방 시스템 평가 및 운영 방안

김태민 수석연구원 (연구책임) | 김하룡 수석연구원, 김인영 차장, 석동호 과장, 신문하 과장

■ 층간소음 예방 시스템 도입을 위한 기술 기준 정의 및 평가 방안 제시

- 공동주택 층간소음 관련 분쟁은 지속적으로 증가하고 있으며, 층간소음 저감을 위해 다양한 연구가 진행 중임
- 이웃사이센터에 접수된 공동주택 층간소음 민원 중 생활충격원에 의해 하부층 세대로 소음이 발생하는 바닥충격음이 가장 많은 비중을 차지함
- 고성능 바닥충격음 저감 기술이 적용된 조건에서도 과도한 생활충격원이 존재하는 경우 층간소음 분쟁은 지속될 가능성이 존재함
- 따라서 생활충격원을 저감하는 것이 이상적인 공동주택 층간소음 저감 방안이며, 본 연구에서는 층간소음을 예방할 수 있는 시스템의 구성 요소 및 기능을 정의함
- 추가적으로, 표준화된 층간소음 예방 시스템을 도입하기 위한 기능성, 신뢰성 등을 평가할 수 있는 평가 방안을 제시함

■ 본 연구에서는

- ① 사회심리학 관점에서 층간소음 예방 시스템의 효과 및 필요성 분석
- ② 층간소음 예방 시스템의 기술의 구성 요소 및 기능 정의
- ③ 층간소음 예방 시스템의 운영을 위한 기능성, 신뢰성에 대한 평가 방안 제시

CONTENTS

- ① 층간소음 예방 시스템의 이론적 고찰
- ② 층간소음 예방 시스템 구성(안)
- ③ 층간소음 예방 시스템 평가 방안
- ④ 층간소음 예방 시스템 개발 방향

층간소음 # 바닥충격음 # 예방 시스템 # 성능 평가

1 연구 개요

- 공동주택 층간소음 관련 분쟁은 지속적으로 증가하고 있으며, 바닥충격을 비중이 가장 큼
- 바닥충격음의 경우, 소음 발생 상황에 대한 인지부조화가 이웃간 분쟁을 증가시킬 수 있음
- 소음 발생 상황을 인지하는 경우, 생활충격 발생이 억제되고, 바닥충격음 저감 효과가 존재함

■ 공동주택 층간소음 민원은 지속적으로 증가

- 생활의 편리함, 유지보수의 용이성 등의 장점으로 우리나라의 공동주택 거주 비율은 79%로 많은 비중을 차지하고 있으나, 이웃간 구조물을 공유하고 있는 구조적 특성으로 이웃 소음에 취약한 한계가 존재함
- 이웃사이센터에 접수된 공동주택 층간소음 분쟁은 연간 3만건 이상으로, 이웃간 분쟁을 넘어 폭력, 소송 등의 심각한 사회적 문제로 대두되고 있음
- 기존의 층간소음 관련 제도적 대응 방식은 소음 발생 후의 민원 처리나 관리자 중재에 의존했으나, 소음 유발자의 인지 부족 등으로 근본적인 분쟁 해소에는 한계가 존재함
- 본 연구는 이러한 문제 의식에서 출발하여, 층간소음 문제 해결의 패러다임을 '사후 대응'에서 '사전 예방'으로 전환하고자 층간소음 예방 시스템의 필요성을 제시하고,
- 층간소음 예방 시스템에 대한 한국토지주택공사(LH)의 기술 기준을 설명하고, 시스템을 적용하기 위한 평가 항목 및 방안을 제시하고자 함

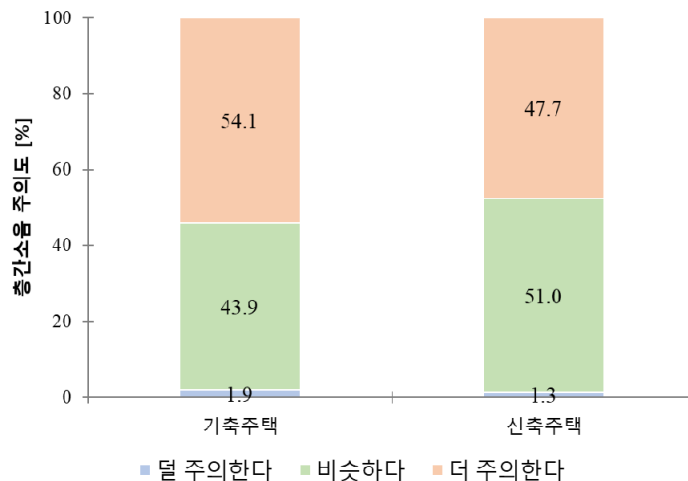
■ 층간소음 예방을 위한 심리학적 접근

- 심리학적인 층간소음 분쟁의 원인 : 인지의 부재
 - 선행 연구 결과에 따르면, 공동주택 거주자는 타인이 유발하는 소음에는 민감하지만, 자신이 소음을 유발하고 있다는 사실은 인식하지 못하는 경향이 존재함
 - 층간소음 분쟁 원인에 대한 설문조사에서, '상대방이 내게 피해를 줬서'라고 응답한 비율은 65.9%인 반면, '내가 피해를 줬서'라고 응답한 비율은 4.5%에 불과함
- 사회 심리학 이론과 층간소음 예방 시스템의 역할
 - 자기지각 이론(Self-Perception Theory): 사람들은 자신의 행동을 관찰하며 태도를 형성
 - '층간소음 예방 시스템'의 실시간 알림은 거주자가 자신의 소음 발생 행동을 객관적으로 인지,
 - "나는 소음에 주의하는 사람"이라는 긍정적 자기 개념을 유지하기 위해 스스로 행동을 조정
 - 인지부조화 이론(Cognitive Dissonance Theory):
 - '나는 좋은 이웃' 신념과 '소음을 유발' 행동 사이의 불일치로 심리적 불편함 야기
 - 시스템 알림은 이러한 부조화를 명확히 인지시켜, 불편함을 해소하기 위해 소음 발생 행동 억제

- 공감(Empathy) 및 규범 활성화(NormActivation):
 - 시스템이 제공하는 객관적인 데이터는 '나의 행동이 이웃에게 고통을 줄 수 있다'는 공감 능력을 자극하고,
 - '이웃을 배려해야 한다'는 사회적 규범을 활성화하여 자발적인 소음 발생 상황을 저감

■ 거주후평가(POE)를 통해 입증된 심리적 효과

○ LH는 2024년 층간소음 예방 시스템(노이즈가드)를 신축 및 기축 공동주택을 대상으로 시범 적용하여 시스템에 대한 거주후평가(POE)를 실시함



- 행동 변화 유도:
 - 시스템 설치 후, 신축주택 응답자의 47.7%, 기축주택 응답자의 54.1%가 "소음 발생에 더 주의하게 되었다"고 응답
 - 이는 시스템의 피드백이 자기지각을 통해 실제 행동 변화로 이어졌음을 보여줌
 - '슬리퍼 착용'(신축 46.3%), '보행 습관 변경'(기축 42.7%)의 행동 변화 발생
- 민원 및 갈등 감소:
 - 91.7%가 노이즈가드 설치 이후 층간소음 민원을 제기하거나 받은 경험이 없다고 응답
 - 시스템이 이웃간의 직접적인 갈등을 예방하는데 매우 효과적임을 시사함
- 자녀 세대 만족도 상승:
 - 시스템 설치 전 17.4%에 불과했던 만족도가 설치후 63.6%로 크게 상승
 - 시스템이 어린이 뒹 등의 아이 행동으로 인한 소음을 객관적으로 인지하고 관리하는데 도움을 주어, 부모의 심리적 부담과 이웃과의 잠재적 갈등을 줄였기 때문으로 판단됨

■ 기존 바닥충격음 저감 기술의 한계 극복

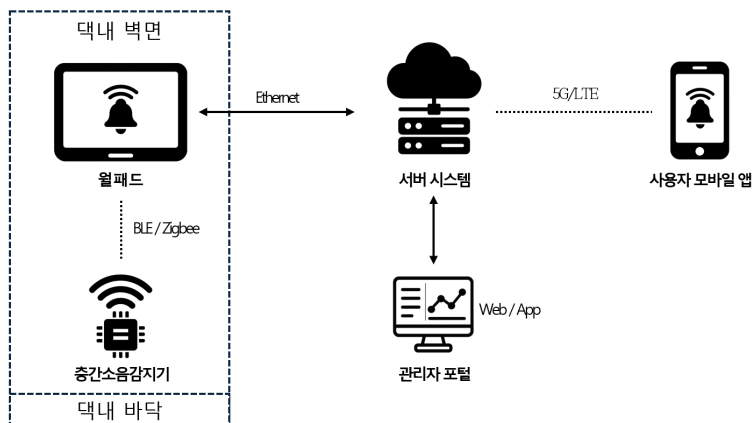
- 기존 바닥충격음 저감 방안은 바닥 슬래브 두께 증가, 고성능 완충재 적용 등 구조적·재료적 성능을 강화하는 방안으로, 소음 발생을 전제로 기술 개발 방향이 설정되어 있음
- 하지만, 과도한 충격력이 발생하는 경우, 하부층 세대의 소음 피해는 지속적으로 발생할 수 있음
- 따라서 '충간소음 예방 시스템'과 같이 생활충격원(소음원) 발생을 저감할 수 있는 기술 개발도 반드시 병행되어야 함

2 층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 기술 기준

- 한국토지주택공사는 공동주택 층간소음 저감을 위한 기술 개발과 함께 '층간소음 예방 시스템'을 검토
- '층간소음 예방 시스템'의 안정적인 도입과 확산을 위해 기술 기준을 수립함

■ 시스템 구성 및 작동 방식

- 시스템은 ①층간소음 감지기, ②월패드, ③서버 시스템, ④사용자 모바일 앱, ⑤관리자 포털의 5가지 핵심 요소로 구성
- '감지 → 수집/분석 → 알림 → 기록/통계'의 순서로 작동



- 시스템은 운영 환경과 목적에 따라 두 가지 방식으로 작동 : 센서트리거 vs 서버트리거
- 센서 트리거 방식:
 - 감지기 자체에 내장된 로직이 소음 임계값 초과를 판단하여, 즉시 월패드에 1차 알리를 보냄
 - 이후 이벤트 데이터를 서버로 전송하여 기록 및 2차 알림(앱)을 처리

• 서버 트리거 방식:

- 감지기는 측정된 진동 데이터를 실시간으로 서버에 전송하고,
- 중앙 서버의 고도화된 알고리즘이 소음 여부를 종합적으로 판단하여 월패드로 알림

■ 구성 요소별 주요 기술 기준

○ 각 구성 요소는 다음과 같은 핵심 기술 기준을 충족해야함

[표 1] 층간소음 예방 시스템 구성 요소 및 기술 기준

구성 요소	주요 기술 기준
층간소음감지기	측정 방식: 3축 가속도계 센서를 이용한 구조물 진동 측정 측정 범위: 30 ~ 70dB(변환값)이상 감지 통신: Zigbee3.0(HA1.2이상) 또는 BLE5.2이상 무선통신 설치: 세대내 거실등 중앙 위치의 내력벽에 설치(바닥마감면에서300mm이하) 인증: KISA보안인증(Lite등급이상), KC전자파인증필수
월패드	기능: 소음발생시 시각적/음향적 1차알림(팝업,음성안내), 이력조회, 감도 설정 연동: 감지기와 무선(Zigbee/BLE), 서버와 유선(Ethernet)으로 연동 성능: 알림 발생시 평균 3초 이내 표출
서버 시스템	기능: 데이터 수집, 저장, 분석, 알림 생성 및 전송, 시스템 상태 총괄 관리 사양: CPU Quad-Core 2.13GHz 이상, 8GB 이상 메모리(로컬/클라우드서버) 보안: SSL 암호화 통신, 사용자 인증 토큰 기반 접근 제어
사용자 모바일 앱/ 관리자 포털	사용자 앱: 실시간 푸시 알림, 소음 발생 이력 및 통계 확인, 피드백 기능 관리자 포털: 단지/세대별 통계 조회, 민원 대응 참고 자료 열람, 시스템 및 기기 상태 실시간 모니터링

■ 4단계 알림 체계 및 품질 관리

[표 2] 층간소음 예방 시스템의 알림 체계

구 분	단계	기준	목적
주 의	1단계	39dB 이상 소음이 5초내 3회 이상 발생	법정기준초과 전 자발적조절 유도
	2단계	39dB 이상 소음이 5초내 6회 이상 발생	
경 고	3단계	(주간) 39dB/1분등가소음 이상 (야간) 34dB/1분등가소음 이상	「공동주택 층간소음 규칙」의 등가소음도 기준초과경고
	4단계	(주간) 57dB 이상 소음 1회 발생 (야간) 52dB 이상 소음 1회 발생	「공동주택 층간소음 규칙」의 최고소음도 기준초과경고

3 시스템 평가 및 인증 방안

- '충간소음 예방 시스템' 기술 기준 만족 여부를 평가하기 위한 실험 방안 제시
- 정보·통신 기능 및 분석 결과의 신뢰성 등에 대한 평가 방안 제시

■ 시스템 평가 방안의 필요성

- 시스템의 기술적 신뢰성과 시장 수용성을 확보하기 위해, 필수 인증 외 '정보·통신 성능 평가'와 '정확도 평가' 방안을 제안함
- 제조사는 공인시험기관(예: TTA, KOLAS 인정기관)에 평가를 의뢰하여 각 항목에 대한 시험 성적서(또는 인증서)를 발급받아 제출

■ 정보·통신 성능 평가(안)

- 시스템을 구성하는 각 요소에 대해 기능, 성능, 상호 운용성 및 안정성을 검증

[표 3] 주요시험 항목

구성 요소	주요 시험 항목	판정 기준(예)
충간소음 감지기	무선 통신 기술 적합성, 데이터 필수 항목 포함 여부, 원격 트리거/민감도 설정 기능	Zigbee3.0/BLE5.2 이상, 필수 데이터 필드 (ID, 위치, 시간등) 포함
월패드	실시간 알림 기능, 충간소음 이력 조회, 연결 장비 상태 확인	평균 3초 이내 알림 표출, 이력 조회 기능 정상 동작
서버/앱 /포털	충간소음 알림 생성 및 전송, 데이터 관제(통계/조회), 장비 상태 확인	서버 판단 로직 정상 동작, 앱 푸시 알림 수신, 포털 데이터 정확성
통합시 스템	시스템 재기동시 자동 복구, 종단간 전송 지연, 종단간 전송 성공률	자동 재연결 성공, 평균 전송 지연 10초 이하, 전송 성공률 96%이상

- 각 구성 요소 간 데이터 송수신, 프로토콜 준수 여부 등 세부적인 항목들을 포함하여 시스템의 정보·통신 성능을 종합적으로 평가

■ 정확도(신뢰성/재현성) 평가(안)

- 시스템의 핵심인 소음 측정값의 정확도를 검증하는 단계로, KOLAS 시험기관에서 표준 실험동(또는 유사 실험동)에서 수행
- 평가 방법
 - 시험 환경 구성 :
 - 표준실험동 또는 이와 유사한 구조의 현장에서 외부 소음의 영향을 최소화한 조건에서 수행
 - 장비 및 설치:
 - 시험 장비: KS C IEC 61672-1의 등급2 이상의 정밀 소음계
KS F ISO 16283-2의 표준충격원(고무공)
 - 시스템 설치 : 실험 대상 제품(충간소음 예방 시스템)을 거실 내력벽의 지정된 위치에 설치
 - 시험 수행:
 - 표준중량충격원을 사용하여 바닥에 충격
 - 이때 발생하는 소음을 정밀소음계와 시스템으로 동시 측정
 - 거실 내 5지점 이상에서 각 10회 이상 반복 충격하여 데이터의 재현성을 확보
 - 결과 분석 및 보고 :
 - 소음계로 측정한 결과(기준값)와 시스템 분석 결과의 편차 분석
 - 주요 비교 항목 : 최고소음도(Lmax)와 1분간등가소음도(Leq, 1min)
 - 시험성적서에는 두 측정값 간의 '편차(dB)'를 명시

4 향후 발전 방향

- '충간소음 예방 시스템'의 기술 고도화 및 생태계 확장을 위한 기술 개발 방향 제안
- 통신 프로토콜 및 충간소음 이벤트 dB 표준화 등에 대한 기준 제시

■ 표준 프로토콜

- 시장 확대 및 기술 고도화 등을 위해 다양한 제조사에서 독립적인 충간소음 감지기 등을 개발할 수 있도록 충간소음 예방 시스템의 프로토콜의 표준화 필요
- LH 충간소음 예방 시스템 기술 기준에 따른 필수 및 권장 프로토콜을 제안

■ AI기반 데이터 분석 서비스 고도화

- 시스템을 통해 축적되는 충간소음 빅데이터는 단순 민원 대응을 넘어 기술 개발, 제도 개선 등의 다양한 분야의 기초 자료로 활용 가능 할 것으로 판단됨
- AI 분석 기술을 접목하여 지능형 서비스로 발전 가능
 - 이상 패턴 감지 : 독거노인 세대의 낙상 사고나 외부 침입 등 평소와 다른 비정상적인 진동 패턴을 감지하여 관리실이나 보호자에게 알리는 생활 안전 서비스
 - 건물 안전 진단 : 장기적인 진동 데이터를 통해 특정 부위의 구조적 이상 징후를 조기에 발견하는 건물 안전성 모니터링
 - 소음 원인 분류 : 딥러닝을 통해 '아이템', '가구 이동', '물건 낙하' 등 소음의 종류를 90% 이상의 정확도로 분류하여 보다 정교한 피드백 제공
 - 법·제도 연계 강화: 시스템의 측정 데이터를 분쟁조정 과정에서 참고 자료로 활용할 수 있도록 관련법·제도와 연계 검토
- 충간소음 예방 시스템은 단순한 소음 예방 장치를 넘어, 안전하고 쾌적하며 스마트한 주거 환경을 구현하는 핵심 인프라로 자리매김할 것으로 기대함

I. 서론	1
1. 연구 배경	1
2. 연구 목표 및 주요 내용	7
II. 이론적 고찰	9
1. 바닥충격음 발생 메커니즘	9
2. 사회 심리학과 층간소음 예방	14
3. 관련 기술 개발 현황	26
4. 관련 기술 동향 및 유사 사례 분석	31
III. LH 층간소음 예방 시스템 기술 기준	35
1. LH 층간소음 예방 시스템 개요	35
2. LH 층간소음 예방 시스템 구성	38
3. LH 층간소음 예방 시스템 기능	47
4. 시스템 품질 관리	50
IV. 층간소음 예방 시스템 평가(안)	55
1. 홈네트워크 분야 국내·외 관련 인증·평가 사례	55
2. 층간소음 예방 시스템 평가 대상 및 요구사항(안)	66
3. 층간소음 예방 시스템 평가 방안 : 정보·통신	68
4. 층간소음 예방 시스템 평가 방안 : 정확도	96

V. 총간소음 예방 시스템 개발 가이드라인(안)	105
1. 총간소음 예방 시스템 프로토콜 표준화	105
2. 총간소음 예방 시스템 관리자 모드 및 DB 표준화	117
3. AI 기반 서비스 고도화 연구	121
VI. 결 론	123
참고문헌	129
부록 A. 총간소음 예방 시스템 메커니즘(1차년도 결과)	131
부록 B. 국내외 유사 지식재산권 현황	135
부록 C. 국내외 관련 표준(Standard) 현황	140

표차례

[표 1] 층간소음 예방 시스템 구성 요소 및 기술 기준	V
[표 2] 층간소음 예방 시스템의 알림 체계	V
[표 3] 주요시험 항목	VI
[표 1-1] 층간소음 피해자 주거위치별 현황(이웃사이센터, 2014.01~2024.09)	4
[표 1-2] 층간소음 원인 분석(이웃사이센터, 2012.01~2024.09)	5
[표 1-3] 바닥충격을 관련 기준 비교	5
[표 1-4] 공동주택 바닥충격을 관련 건설 기준	6
[표 1-5] 층간소음의 기준(공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙)	6
[표 2-1] 바닥충격을 발생 메커니즘 개요	9
[표 2-2] 충격력 특성에 따른 바닥충격음 분류	10
[표 2-3] 바닥충격음 저감을 위한 바닥구조 변경(안)	12
[표 2-4] 입사각에 따른 차음성능 이론식	13
[표 2-5] 층간소음 예방 시스템 시범단지 개요	18
[표 2-6] 바닥충격음 저감 기술별 기대 성능 비교	26
[표 2-7] 기존의 대응 체계 및 문제점	29
[표 3-1] 시스템 구성 요소별 주요 기능	37
[표 3-2] 시스템의 구성 요소별 기술 기준 요약	37
[표 3-3] 층간소음 감지기(Noise Guard Sensor) 주요 기능 및 사양	39
[표 3-4] 월패드(Wallpad) 주요 기능 및 사양	43
[표 3-5] 서버 시스템 (Cloud/Local Server) 주요 기능 및 사양	44
[표 3-6] 사용자 모바일 앱 (User Mobile App) 주요 기능 및 사양	45
[표 3-7] 관리자 포털 (Admin Dashboard) 주요 기능 및 사양	45
[표 3-8] 알림 단계 기준(기본 설정)	47
[표 3-9] 알림 체계 요약	49
[표 3-10] 층간소음 예방시스템(노이즈가드) 현장실험 측정 결과 제출 서류(안)	52

[표 3-11] 세대별 점검표 예시	53
[표 4-1] 초고속정보통신건물 내용 요약	57
[표 4-2] 홈네트워크 및 스마트홈 시험 요약	62
[표 4-3] 홈네트워크 및 스마트홈 시험 요약	62
[표 4-4] 글로벌 주요 사례 요약	65
[표 4-5] 유사 인증 사례	66
[표 4-6] 평가 항목별 사전 요구사항	67
[표 4-7] 배경소음의 영향에 대한 보정표	102
[표 4-8] 층간소음 예방시스템 현장실험 측정자료	103
[표 5-1] 필수 패킷	110
[표 5-2] 서버 트리거 방식의 특징	111
[표 5-3] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ① 부팅 정보(0x01)	112
[표 5-4] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ② 부팅 정보 응답(0xA1)	112
[표 5-5] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ③ 환경 정보(0xA2)	112
[표 5-6] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ④ 진동 센서 데이터(0x04)	112
[표 5-7] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑤ 진동 센서 데이터 응답(0xA4)	113
[표 5-8] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑥ 월패드 알림 명령(0xC1)	113
[표 5-9] 센서 트리거 방식의 특징	114
[표 5-10] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ① 부팅 정보(0x01)	115
[표 5-11] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ② 부팅 정보 응답(0xA1)	115
[표 5-12] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ③ 환경 설정(0xA2)	115
[표 5-13] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ④ 이벤트 발생(0x10)	116
[표 5-14] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑤ 이벤트 발생 응답(0xB0)	116
[표 5-15] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑦ Keep Alive(0x07)	116
[표 5-16] 데이터베이스 테이블(예시)	119
[표 5-17] 이벤트 테이블(안)	119
[표 5-18] 센서 테이블(안)	120

그림차례

[그림 1-1] 주택종류별 거주비율(2022, 통계청)	2
[그림 1-2] 층간소음 관련 민원 현황(2012~2022)	3
[그림 1-3] 층간소음 관련 사건 보도자료(출처: 조선일보, 연합뉴스, `25.4월)	3
[그림 1-4] 층간소음 관련 영화(출처: NETFLIX, `25.7월)	4
[그림 2-1] 표준중량충격원의 충격력 스펙트럼 비교	10
[그림 2-2] 일반적인 바닥구조의 구성	11
[그림 2-3] 1-DOF 진동 시스템	11
[그림 2-4] 뜬바닥구조의 에너지 전달율(Transmissibility) 그래프	11
[그림 2-5] 층간소음 예방 시스템 적용 예(신축주택)(자료: LH공공주택시설처)	19
[그림 2-6] 층간소음 원인 분석 결과	19
[그림 2-7] 자기 지각 이론과 행동 변화	20
[그림 2-8] 자기 지각 이론과 행동 변화 (소음 민감도 별)	20
[그림 2-9] 소음발생 상황 인지 후 행동 변화(중복 응답)	21
[그림 2-10] 층간소음 만족도(자녀 유무)	21
[그림 2-11] 층간소음 설치 후 소음 발생 주의 영향 (자녀유무)	22
[그림 2-12] 노이즈가드 만족도 (자녀유무)	22
[그림 2-13] 자기 지각 이론과 행동 변화 (거주자 민감도 별)	23
[그림 2-14] 노이즈가드 설치 이후 층간소음 민원 경험	24
[그림 2-15] 노이즈가드 설치에 따른 가해자 주의도 변화	24
[그림 2-16] 노이즈가드 설치 이후 층간소음 감소 효과	25
[그림 2-17] 바닥충격을 저감을 위한 바닥구조 변경(안)	27
[그림 2-18] 주택 종류별 구성(출처: 통계청, `23년 인구주택총조사)	27
[그림 3-1] 층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 개념도	36

[그림 3-2] 시스템 구성 개요도	36
[그림 3-3] 시스템 구성 개요도	38
[그림 3-4] 층간소음 감지기 장비(예)	39
[그림 3-5] 층간소음 감지기 설치 위치 예시	40
[그림 3-6] 23년 뉴:홈 주력평면 노이즈가드 설치검토 I	40
[그림 3-7] 23년 뉴:홈 주력평면 노이즈가드 설치검토 II	40
[그림 3-8] 23년 통합공공임대 주력평면 노이즈가드 설치검토	42
[그림 3-9] 월패드 장비(예)	43
[그림 3-10] 관리자 포털(예)	46
[그림 3-11] 시스템 구성(센서 트리거 방식)	48
[그림 3-12] 시스템 구성(서버 트리거 방식)	49
[그림 3-13] 진동감지 현장실험 위치	51
[그림 4-1] 인증업무 프로세스(출처: KAIT 홈페이지)	57
[그림 4-2] 인증명판(출처: KAIT 홈페이지)	57
[그림 4-3] 홈네트워크 참조 모델(출처: TTAK.KO-04.0149)	59
[그림 4-4] 스마트홈 생태계 변화(출처: 과기정통부, 23.8월)	61
[그림 4-5] 층간소음 예방 시스템 성능 평가(인증) 절차(안)	67
[그림 4-6] 시험/평가(인증) 절차(안)	69
[그림 4-7] 시험 환경 구성도(Lab 테스트)	72
[그림 4-8] 기준 실험동 평면(안)	98
[그림 4-9] 측정 대상 공간의 선정 방법(국토안전관리원, 2024)	99
[그림 4-10] 층간소음 감지기 설치 예시	99
[그림 4-11] 바닥충격음 측정 개념도	101
[그림 4-12] 최대소음도와 1분 등가 소음도 예시	101
[그림 4-13] 바닥충격음 분석 방안	102

[그림 5-1] Matter Network Stack	106
[그림 5-2] Matter 시험 인증 절차	107
[그림 5-3] 층간소음 예방 시스템 트리거 방식 비교	109
[그림 5-4] 통신 플로우(센서-게이트웨이)	111
[그림 5-5] 통신 플로우(센서-월패드)	114
[그림 5-6] 세대별 측정 데이터 로그 화면(예시)	118
[그림 5-7] 누적 바닥충격음 이벤트 조회 화면(예시)	118

I 서론

Key Point

- 공동주택 층간소음 관련 분쟁은 지속적으로 증가
- 정부는 층간소음 분쟁을 해소하기 위해 사후확인제 도입, 층간소음관리위원회 의무화 등 관련 제도 강화

1 연구 배경

1) 공동주택 층간소음 정의 및 민원 현황

■ 공동주택 층간소음의 정의

- 「공동주택관리법」에서는 아래와 같이 공동주택 층간소음을 정의함¹⁾
 - 공동주택에서 뛰거나 걷는 동작에서 발생하는 소음이나 음향기기를 사용하는 등의 활동에서 발생하는 소음
 - 벽간소음 등 인접한 세대 간의 소음(대각선 세대 간의 소음 포함) 등
- 「공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙」에서는 공동주택 층간소음을 직접충격소음과 공기전달소음으로 구분함²⁾
 - 직접충격소음 : 뛰거나 걷는 동작 등으로 발생하는 소음
 - 공기전달소음 : 텔레비전, 음향기기 등의 사용으로 발생하는 소음

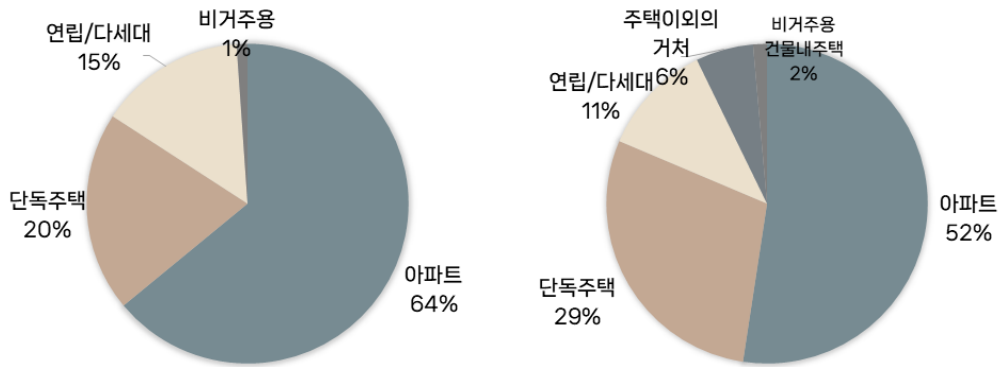
■ 공동주택 층간소음 관련 이웃 간 분쟁은 지속적 증가

- 통계청의 ‘인구주택총조사보고서’에 의하면 우리나라 인구의 약 79%가 공동주택에 거주하고 있는 것으로 분석됨³⁾

1) 국토교통부, 공동주택관리법(2025. 1. 1.)

2) 국토교통부-환경부, 공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙 (2023.01.02)

- "공동주택"이란 '건축물의 벽·복도·계단이나 그 밖의 설비 등의 전부 또는 일부를 공동으로 사용하는 각 세대가 하나의 건축물 안에서 각각 독립된 주거생활을 할 수 있는 구조로 된 주택'으로 정의하고 있음⁴⁾⁵⁾
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제2호 가목에 따른 아파트
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제2호 나목에 따른 연립주택
 - 「건축법 시행령」 별표 1 제2호 다목에 따른 다세대주택
- 공동주택 중 아파트는 주택 유형 중 64%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, 전체 가구 중 52.4%가 거주하고 있는 것으로 조사됨



(a) 주택종류별 구성비

(b) 거주종류별 가구 구성비

[그림 1-1] 주택종류별 거주비율(2022, 통계청)

○ ‘충간소음 이웃사이센터’에 접수된 공동주택 층간소음 관련 민원은 지속적으로 증가하고 있는 것으로 분석됨

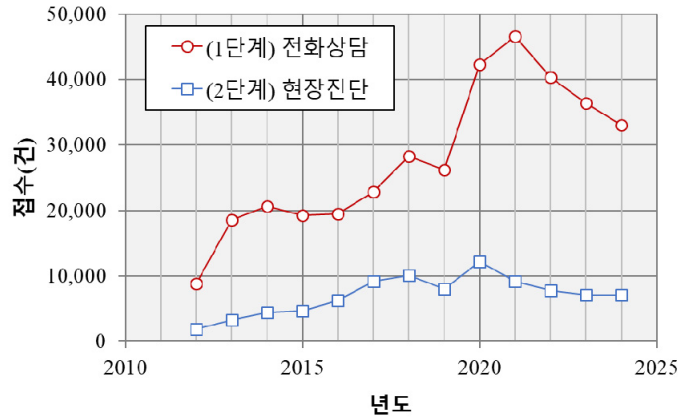
- 공동주택은 이웃 세대와 구조물을 공유하고 있기 때문에 이웃간 소음 피해에 취약한 구조적 한계가 존재함
- 최근 5년간 환경부, 국토부, 국민권익위원회 등에서 발표한 자료에 따르면, 층간소음 관련 민원은 매년 3만 건 이상 꾸준히 접수되고 있으며, 전체 생활민원의 약 30~35%를 차지하고 있음

3) 통계청(2023), 인구주택총조사보고서 : 전수조사결과

4) 국토교통부, 주택법(2024.1.16.)

5) 국토교통부, 주택법 시행령(2025.4.15.)

- 층간소음 이웃사이센터에 접수된 층간소음 민원 접수 건수에서도 [그림 1-2]와 같이 지속적으로 증가하고 있는 것을 확인할 수 있음⁶⁾



[그림 1-2] 층간소음 관련 민원 현황(2012~2022)

- 층간소음으로 인한 이웃간 분쟁은 단순 불편을 넘어 형사고발, 폭력 사태 등으로 확대되는 양상을 보이고 있음

- 심하게는 ‘보복 소음’으로 인한 갈등으로 입주민 간 폭행 사건 발생

또 층간소음 칼부림...남양주서 40대 여성 한밤 흥기 휘둘러

송고 2025-04-30 10:02

(남양주=연합뉴스) 최재훈 기자 = 경기 남양주시에서 층간 소음 문제로 이웃과 다투다 용기를 휘두른 40대 여성이 경찰에 붙잡혔다.



[단독] 봉천동 아파트 방화범, 뒷집과 작년 추석 연휴 때 층간소음 갈등 있었다

박정호 기자

업데이트 2025.04.21. 17:02



[그림 1-3] 층간소음 관련 사건 보도자료(출처: 조선일보, 연합뉴스문, `25.4월)

- 2025년 7월, 전세계 최대 OTT 플랫폼인 넷플릭스에서는 층간소음 관련 갈등을 다룬 영화 “84제곱미터”를 공개(층간소음 심각성을 주제화)

6) 한국환경공단 층간소음이웃사이센터 홈페이지(<https://floor.noiseinfo.or.kr/floornoise/home/main.do>)



[그림 1-4] 층간소음 관련 영화(출처: NETFLIX, `25.7월)

- 국민권익위 사례 분석에 따르면, “충분한 사전 예방 장치가 있었다면 갈등이 확대되지 않았을 것”이라는 진술이 다수 분포

■ 공동주택 층간소음 원인

- 이웃사이센터에 접수된 층간소음 원인을 분석하면 상부층 세대에서 구조물을 직접 충격하여 발생하는 직접충격소음이 가장 많은 비중을 차지함
 - 층간소음 민원은 [표 1-1]과 같이 하부층이 87.7%로 가장 많은 비중을 차지하고 있는 것으로 분석됨⁷⁾

[표 1-1] 층간소음 피해자 주거위치별 현황(이웃사이센터, 2014.01~2024.09)

구 분(민원 신청자)	건 수	비 율 [%]
아래층	4,387	87.7
위층	446	8.9
옆집	171	3.4
합 계	5,004	100.0

- 층간소음의 원인은 [표 1-2]와 같이 ‘뛰거나 걷는 소리’가 68.7%로 가장 많은 비중을 차지하고 있으며, ‘망치질’이 5.9%로 분석됨

7) 한국환경공단(2024), 행복한 공동주택 만들기(층간소음 해결방법) 브로셔

[표 1-2] 층간소음 원인 분석(이웃사이센터, 2012.01~2024.09)

구 분(소음원)	건 수	비 율 [%]
뛰거나 걷는 소리	61,219	68.7
망치 소리	5,223	5.9
가구 끄는 소리	3,630	4.1
가전제품	2,577	2.9
문개폐	1,910	2.1
악기	1,188	1.3
기타	13,364	15.0
합 계	89,111	100.0

2) 공동주택 층간소음 제도

■ 공동주택 공급자와 사용자

- 정부는 바닥충격음 관련 분쟁을 해소하기 위해 공동주택 건설 기준⁸⁾⁹⁾과 생활 소음 기준¹⁰⁾을 마련함

[표 1-3] 바닥충격음 관련 기준 비교

항 목	공동주택 공급자	공동주택 사용자
대상	공동주택 사용검사 전 대상 현장의 바닥충격음	거주자 소음 피해 예방을 위한 현장 소음
측정 방법	KS F ISO 16283-2	소음-진동 공정시험 기준(ES 03305.1)
충격원	표준충격원(고무공, 태핑머신)	생활충격원(걸거나 뛰는 소리 등)
소음 기준	중량/경량 49dB 이하	(주간) (L _{eq})39dB(A), (L _{max})57dB(A) (야간) (L _{eq})34dB(A), (L _{max})52dB(A)
기준 초과	보강/보상(권고)	(경범죄) 벌금, 구류 등 (민사소송) 손해배상

- 공동주택의 바닥구조는 사용검사 전 최소 성능 기준을 만족하여야 함

8) 국토교통부, 주택건설기준 등에 관한 규정(2022.12.06)
9) 국토교통부, 소음방지를 위한 층간 바닥충격음 차단 구조기준(2018. 9. 21)
10) 국토교통부-환경부, 공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙 (2023.01.02)

- 공동주택 사용검사 승인을 위해서는 아래와 같이 설계기준과 성능기준을 모두 만족하여야 함

[표 1-4] 공동주택 바닥충격음 관련 건설 기준

항 목	기 준
설계 기준	• 공동주택 콘크리트 슬래브의 최소 두께(210mm 이상, 라멘구조는 150mm 이상)
성능 기준	• 사용검사 전 평가한 바닥충격음 차단성능(중량/경량충격음 49dB이하)

- 공동주택 거주자의 생활소음 기준은 [표 1-5]와 같으며, 소음 기준을 초과하는 경우 법적조치가 가능함
 - 공동주택 사용자 활동으로 이웃 세대에 발생한 소음 기준
 - 극단적 대응으로 소송을 통해 손해배상 청구 또는 경범죄 신고

[표 1-5] 층간소음의 기준(공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙)

층간소음의 구분		층간소음의 기준	
		주간(06:00~22:00)	야간(22:00~06:00)
직접충격소음	1분간 등가소음도	39dB(A)	34dB(A)
	최고소음도	57dB(A)	52dB(A)
공기전달소음	5분간 등가소음	45dB(A)	40dB(A)

■ 공동주택 층간소음관리위원회 의무화

- 700세대 이상의 공동주택의 경우에는 층간소음관리위원회를 구성하고 운영하는 것을 의무화하고 있음¹¹⁾
 - 공동주택 층간소음관리위원회는 층간소음에 따른 분쟁을 예방하고 조정하기 위해 다음 업무를 수행
 1. 층간소음 민원의 청취 및 사실관계 확인
 2. 분쟁의 자율적인 중재 및 조정
 3. 층간소음 예방을 위한 홍보 및 교육
 4. 그 밖에 층간소음 분쟁 방지 및 예방을 위하여 관리규약으로 정하는 업무

11) 국토교통부, 공동주택관리법(2025.01.01)

2 연구 목표 및 주요 내용

1) 연구 목표

층간소음 예방 시스템의 안정적 도입·운영을 위한 시스템 평가 방안 개발

2) 주요 연구내용

- 공동주택 바닥충격음 발생 메커니즘 및 기술 동향 조사
- 층간소음 예방 시스템의 효과 분석
- 층간소음 예방 시스템의 기능 및 구성 정의
- 층간소음 예방 시스템 평가 방안 제시

3) 기대효과

■ 공동주택 주거문화 개선

- 실시간 알림 → 생활 소음에 대한 자기 인식 강화
- 층간 배려 문화 정착 → 공동체 갈등 완화

■ 공동주택 층간소음 관리 운영 효과

- 객관적 감지 및 이력 누적으로 관리자 대응 효율성 향상
- 반복 민원에 대한 분석 기반 대응 가능

■ 정책적 활용 가능

- 국토부, 환경부의 층간소음 사전 예방 정책에 기술적 수단 활용 가능
- 인증 기준 정립 → 법령화 및 제도 연계의 기반 마련

■ 산업적 파급 효과

- 국내 노이즈가드 유관 산업의 기술 경쟁력 확보
- 감지기·서버·앱 통합 솔루션으로 스마트홈 연계 산업 확장

II 이론적 고찰

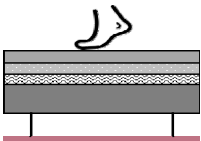
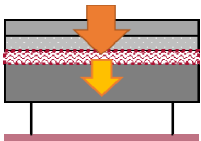
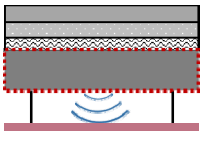
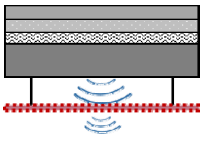
Key Point

- 공동주택 바닥충격음은 바닥 슬래브 진동에 의해 하부층 세대로 소음이 발생하는 현상으로, 과도한 충격력 존재시 기준 이상의 소음 발생 가능
- 과도한 바닥충격음 발생은 인지부조화에 따른 영향이 큰 것으로 분석됨

1 바닥충격음 발생 메커니즘

공동주택 바닥충격음은 생활충격원에 의한 바닥 슬래브의 소음 방사 현상으로, 본 연구에서는 다음과 같이 4단계로 구분하여 정의함

[표 2-1] 바닥충격음 발생 메커니즘 개요

대 상		특 징
	생활충격원	· 거주자 생활 중 발생하는 충격(아이들 뛰, 보행 등) · 충격원의 충격력 크기, 바닥면 접촉 시간 등으로 생활 충격원의 충격력 특성 결정
	바닥구조 (완충재 +상부구조)	· 뜯바닥구조가 1자유도 진동 시스템으로 운동 · 충격력의 크기를 저감, 방진시스템(절연기) · 완충재의 댐핑이 크고 동탄성계수가 낮을수록, 상부 구조(모르타르, 경량콘크리트)의 밀도가 클수록 유리
	바닥 슬래브	· 바닥 슬래브 진동시 수음실로 소음 방사 · 바닥 슬래브의 강성이 증가할수록 유리 (일반적으로, 바닥 슬래브 두께 증가)
	천정 구조	· 바닥 슬래브에서 방사된 소음을 차단 · 천정 내부 공기층이 크고, 마감재의 밀도가 클수록 유리(차음석고보드+흡음재)

1) (생활충격원) 공동주택 바닥충격음의 발생 요인

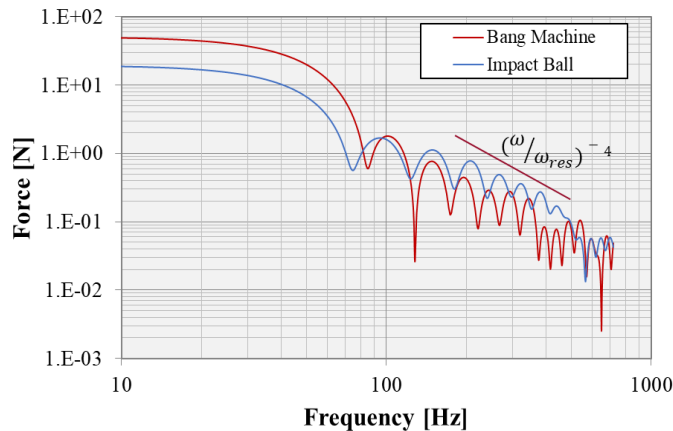
○ 바닥충격음은 충격원의 충격력 특성에 따라 경량충격음과 중량충격음으로 구분할 수 있음

- 생활충격원의 충격력(주파수) 특성에 따라 발생하는 소음 특성이 상이하며, 충격원의 종류에 따라 [표 2-2]와 같이 구분함¹²⁾

[표 2-2] 충격력 특성에 따른 바닥충격음 분류

구분	중량충격음	경량충격음
충격 원인	거주자 보행, 어린이 뒹 등	물건 낙하, 가구 끄는 소리 등
소음 특징	무겁고, 부드러운 충격에 의한 저주파 대역의 바닥충격음	가볍고, 딱딱한 충격에 의한 고주파 대역의 바닥충격음
측정주파수	1/1 옥타브 밴드의 중심주파수 63~500Hz 1/3 옥타브 밴드의 중심주파수 50~630Hz (약 40 ~ 710Hz)	1/1 옥타브 밴드의 중심주파수 125~2,000Hz 1/3 옥타브 밴드의 중심주파수 100~3,150Hz (약 90 ~ 3,600Hz)
표준충격원	고무공	태핑머신
소음평가	A-가중 최대 바닥충격음레벨	가중 표준화 바닥충격음레벨

- 중량충격음의 경우 저주파 대역에 충격력이 집중되어 있으며, 경량충격음의 경우에는 고주파 대역까지 충격력이 존재함



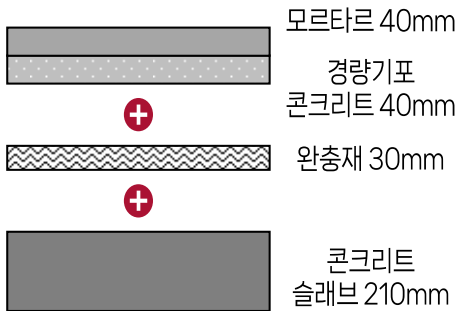
[그림 2-1] 표준중량충격원의 충격력 스펙트럼 비교

12) 국토교통부, 주택건설기준 등에 관한 규정(2022.12.06)

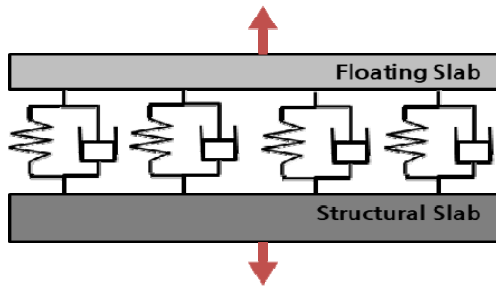
2) (바닥구조) 바닥구조는 충격원의 충격에너지를 감소

○ 바닥구조는 절연기(Isolator) 형태의 방진시스템으로, 바닥 슬래브로 전달되는 충격원의 충격에너지를 감소시킴

- 일반적인 바닥구조는 [그림 2-2]와 같이 바닥 슬래브 상부에 완충재와 상부 구조를 적층한 형태로,
- 여기서, 완충재는 건축 재료(콘크리트 등) 대비 강성이 작기 때문에 [그림 2-3]와 같이 1-자유도 진동 시스템으로 가정할 수 있음



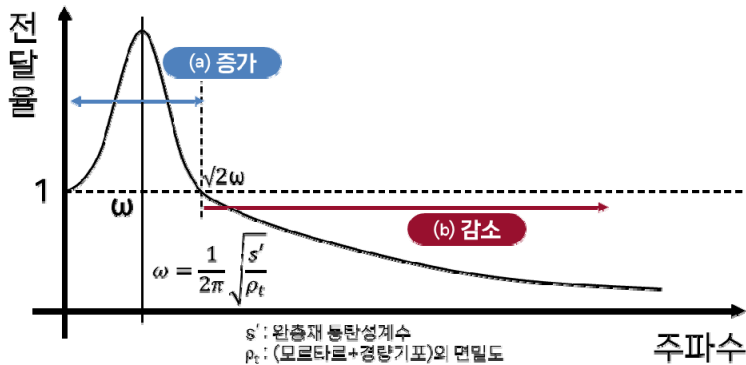
[그림 2-2] 일반적인 바닥구조의 구성



[그림 2-3] 1-DOF 진동 시스템

- 따라서, [그림 2-4]와 같이 충격력을 감소시킬 수 있으나, 완충재의 공진 주파수에서는 충격력 대비 증폭 현상이 존재할 수 있음

- 구역: 충격력 대비 증폭 현상이 존재
- 구역: 충격력을 감소, 고주파 대역에서 감소 효과 증대



[그림 2-4] 뜬바닥구조의 에너지 전달율(Transmissibility) 그래프

- 일반적으로 고중량 상부구조(모르타르+경량기포콘크리트)와 고댐핑, 낮은 동탄성계수의 완충재를 적용하는 경우, 저감 주파수의 대역폭 증가
- 최근 바닥충격음 저감 효과를 증가시키기 위해 고중량 모르타르 적용 등을 검토 중임

[표 2-3] 바닥충격음 저감을 위한 바닥구조 변경(안)

구분	목표	내용
상부구조	고중량	① (두께) 경량기포 삭제, 모르타르 대체 ② (밀도) 고중량 모르타르 적용
완충재	낮은 동탄성계수	EVA, PU 등 낮은 동탄성계수의 재료 대체 또는 혼용

3) (바닥 슬래브) 바닥충격음을 발생

- 바닥 슬래브 진동에 의한 방사 에너지와 수음실의 손실 에너지가 같다고 가정하여 충격력에 의한 바닥충격음 예측 가능¹³⁾

- 바닥 슬래브 방사 에너지 : $W_{rad} = \left(\frac{\rho_0 c_0 \sigma_{rad}}{2.3 \rho^2 h^3 \omega \eta c_l} \right) F^2$

- 수음실 공간 손실에너지 : $W_d = (\tilde{p}^2 / 4\rho c) A_0$

- 충격력(F)에 의한 수음실의 음압(p) :

$$\tilde{p}^2 = \left(\frac{1.7 \rho_0^2 c_0^2 \sigma_{rad}}{\rho_t^2 h^3 \omega \eta c_l A_0} \right) F^2$$

※ 여기서, ρ_0 는 공기의 밀도, c_0 는 공기의 음속, σ_{rad} 는 방사효율, ρ_t 는 슬래브의 밀도, η 는 슬래브 손실계수, A_0 는 수음실의 흡음력

- 위 식과 같이 바닥충격음은 바닥 슬래브를 구성하는 재료(밀도)의 2승에 비례하고, 슬래브 두께의 3승에 비례함
- 이론적으로 210mm에서 250mm로 슬래브 두께를 20%를 증가하는 경우 약 2dB 저감 가능

13) Istvan, L., Beranek, L.(1992), Noise and vibration control engineering: principles and applications, Wiley.

4) (천정) 수음실로 전달되는 소음을 감소

- 바닥 슬래브에서 방사된 소음은 천정 구조를 통과하며 소음이 감소
 - 천정 구조의 물리적 현상을 차음성능으로 가정¹⁴⁾¹⁵⁾
 - 이론적으로 무한한 평판에 음의 입사각(θ)에 따른 차음성능은 다음과 같이 계산할 수 있음

[표 2-4] 입사각에 따른 차음성능 이론식

입사음	입사 각도	이론식
수직 입사음	음파가 벽의 수직으로 입사하는 경우	$R_0 = 10\log \left[1 + \left(\frac{\omega \rho_s}{2\rho c} \right)^2 \right]$
필드 입사음	음파가 0~78°로 입사하는 경우	$R_{field} = R_0 - 5$
랜덤 입사음	음파가 랜덤하게 입사하는 경우	$R_{random} = R_0 - 10\log(0.23)$

- 단, 천정 내부 공기층의 공명 현상으로 바닥충격음이 증폭될 수 있음¹⁶⁾
 - (벽식구조) 공명 주파수는 일반적으로 1/1 옥타브 밴드의 63Hz에 존재¹⁷⁾
 - 천정 내부의 공명 현상은 흡음재를 삽입하여 억제 가능
 - (라멘구조) 공명 주파수가 일반적으로 1/1옥타브 밴드의 31.5Hz에 존재
 - 벽식구조 대비 구조적 특징(빔)으로 천정 내부 공기층의 높이가 큼
 - 바닥충격음 평가 주파수 대역에서 소음 증폭 발생 가능성이 낮음
 - 벽식구조와 동일 슬래브 진동 응답 조건에서도 바닥충격음에 유리¹⁸⁾

14) Katsuo Yoshida, Shigeru Hirano (Ohbayashi Corporation T.R.I.), Floor Impact Sound Insulation by Gypsum Board Ceiling, 技術報告 14(4), 1990

15) 정일록(2005), 소음 진동학, 신광출판사.

16) J. Seidel and K. Hengst (2017). Trittschallminderung und einfügungsdämmung von raumakustik-decken. (Impact sound attenuation and insertion loss of room acoustical ceilings, in German). Proceedings of DAGA 2016, Kiel, Germany

17) 조현민(2024), 박사학위논문, 서울시립대학교

18) 김태민 외(2025), 소형 공동주택 중량충격음 저감을 위한 구조 평면 설계 방안 연구, 토지주택연구원

2 사회 심리학과 층간소음 예방

1) 층간소음에 대한 인지 부족

■ 공동주택 층간소음 분쟁에 대한 사회적 요인

○ 이선화 외(2022) 연구에서는 소음 발생 상황에 대한 인지 및 이웃 소통 부족 등과 관련하여 층간소음 분쟁을 설명함¹⁹⁾²⁰⁾

- 공동주택 거주자의 인지 부족과 자기중심적 사고
 - 층간소음 분쟁 원인에 대한 설문조사 결과, 응답자 65.9%는 ‘상대방이 내게 피해를 줘서’라고 응답하였으나, ‘내가 피해를 줘서’라고 대답한 응답자는 4.5%로 차이가 존재하는 것으로 분석됨
 - 많은 거주자가 본인 세대에서 발생한 소음으로 인해 층간소음 분쟁이 발생하고 있다는 사실을 인지하지 못하는 것으로 분석됨
- 사회적 갈등의 구조
 - 층간소음은 단순한 기술적 문제를 넘어, 이웃 간 신뢰 부족, 소통 단절, 감정적 대응 등의 사회적 갈등으로 확산되고 있음
 - 갈등은 반복될수록 심화, 법적 대응 빈도도 증가하는 추세임
- 제도 인식 및 활용 미흡
 - 공동주택관리분쟁조정 제도나 층간소음 상담센터 등의 제도적 장치에 대한 인식 부족이 갈등 장기화로 이어짐
 - 관련 제도를 몰라서 사용하지 못하는 경우가 다수로 조사됨
- 소음으로 인한 스트레스와 공격성
 - 바닥충격음은 단순히 듣기 싫은 소음을 넘어, 저주파 성분의 소음으로 개인의 정서적 불안과 수면 방해를 유발하는 심각한 스트레스 요인임

19) 이선화, 이기순, 한명호, 박현구(2022). 층간소음 사회문제 해결을 위한 공동주택 거주자의 의식 조사 연구. 문화와융합, 44(5), 731-753.

20) 이선화, 박현구(2022). 공동주택 거주자의 층간소음에 대한 사회적 갈등 요인 분석 및 문제해결 방안 연구. 문화와융합, 44(2), 673-706.

- 소음 노출 환경이 많아질수록 공동체 의식은 낮아지고 공격성이 높아진다는 연구 결과는, 소음이 개인의 정서적 안정성을 해쳐 이웃 관계를 파괴하는 직접적인 원인이 됨을 보여줌
- 층간소음 피해 경험자 조사 결과, '심야시간대 소음이 사적인 부분에 침해된다'(28.0%), '수면 중 방해된다'(27.2%) 등 심리적 피해를 호소하는 응답이 높게 나타남
- 공동주택 층간소음 분쟁은 해결을 위해서는 소음 발생 상황에 대한 인지 유도, 이웃 간 소통 강화 등이 필수적임

■ 이웃 간 친밀감이 층간소음 갈등에 미치는 영향

- 선행 연구 결과에서는 이웃과의 친밀도가 갈등 수준에 통계적으로 유의한 영향을 미치는 것으로 분석됨
 - 친한 이웃일수록 갈등이 '심각하지 않다'라고 응답한 비율이 높고,
 - 친하지 않은 이웃일수록 갈등이 보통~심각하다고 응답한 비율이 높음
- 실제 층간소음을 유발하는 이웃과의 친분 정도는 대부분 '보통'(47.1%) 또는 '친하지 않음'(43.3%)으로 응답
- 해당 연구²⁰⁾의 설문조사 분석 결과에 따르면, 공동주택 거주자는 층간소음에 대해 인지하고 있으나, 실제로 문제 발생 시 대다수가 '참는 것'으로 대응하며 관련 제도에 대한 인식은 낮은 것으로 나타남

■ 사회심리학적 해결 방안

- 공동체 의식 회복 및 이웃 유대 강화
 - 이선화 외(2022) 연구 결과에서 층간소음 분쟁을 겪는 주민들은 이웃과 친분 정도가 낮은 것으로 조사됨
 - 그러나 이웃과 친밀할수록 갈등의 수준이 심각하지 않다는 조사 결과는 이웃 간의 유대가 갈등 해결의 중요한 열쇠임을 시사함
 - 해결 방안
 - 소통 채널 구축: 이웃 간의 대화를 유도하고, 서로의 생활 방식과 사정을 이해할 수 있는 소통 창구를 마련
 - 공동체 프로그램: 이웃과 함께하는 공동체 활동을 통해 상호 신뢰를 쌓고, '우리'라는 소속감을 강화

○ 인식 개선 및 교육 활동

- 층간소음 관련 제도(환경분쟁조정위원회 등)에 대해 약 50%가 ‘모른다’라고 응답하여 인지도가 부족한 것으로 조사됨
- 해결 방안
 - 제도 홍보: 층간소음 관련 법규 및 조정 기관에 대한 홍보를 강화하여 주민들이 문제 발생 시 활용할 수 있는 방안을 정확히 인지하도록 도움
 - 예방 교육: 아파트 주민을 대상으로 하는 층간소음 교육을 실시하여, 자신의 행동이 타인에게 미치는 영향을 명확히 인식시키고, 공동생활의 기본 예절을 내면화하도록 유도

○ 층간소음 분쟁은 단순한 소음 문제가 아니라, 인지 부족, 스트레스, 공동체 의식 부재 등 복합적인 심리적 요인이 얹혀 발생하는 문제임

○ 따라서, 공동주택 거주자가 체감할 수 있는 층간소음 저감 기술 도입을 위해서는 소음 저감 기술 개발과 함께 사회심리학적 접근을 병행할 필요가 있음

2) 거주자의 사회 심리학(Social Psychology)

■ 공동주택 층간소음 인지 여부와 개인의 행동 결정

○ 자기지각이론(Self-Perception Theory)²¹⁾

- 자신의 행동을 관찰하고 그 행동을 통해 자신의 태도나 감정을 파악한다는 이론
- (예시) "내가 지금 소음을 발생하고 있구나"라는 외부적 증거(알림)를 통해 "나는 소음에 주의해야 하는 사람"이라는 태도를 형성

○ 인지부조화 이론(Cognitive Dissonance Theory)²²⁾²³⁾

21) Bem, D. J. (1967). Self-Perception: An Alternative Interpretation of Cognitive Dissonance Phenomena. Psychological Review, 74(3), pp. 183-200.

Bem, D. J. (1972). Self-perception theory. In Advances in experimental social psychology.

22) Festinger, L. (1957). A theory of cognitive dissonance. Stanford University Press.

23) Aronson, E. (1999). Dissonance, hypocrisy, and the self-concept. In Cognitive dissonance: Progress on a pivotal theory in social psychology.

- 사람이 자신의 신념, 태도, 행동 간에 불일치(부조화)를 느낄 때, 이러한 불일치를 해소하기 위해 자신의 신념이나 행동을 변화시키는 심리적 현상
- (예시) "나는 이웃에게 피해를 주지 않는 좋은 사람이다"라는 신념을 가지고 있지만, 층간소음 알람을 받음으로써 '소음을 내고 있다'라는 행동과 신념 간의 부조화를 인지
- 이 부조화를 해소하기 위해 '좋은 사람'이라는 신념을 유지하고자 소음 발생 행동을 줄이게 됨

○ 도덕적 정체성 이론(Moral Identity)²⁴⁾²⁵⁾

- 개인이 스스로를 도덕적인 사람이라고 여기는 정도를 의미, 도덕적 정체성이 높은 사람은 자신의 도덕적 가치와 일치하는 행동을 하려는 동기가 강함
- (예시) 공동주택에 사는 많은 사람들은 '이웃에게 피해를 주지 않고 배려하는 것'을 도덕적으로 올바른 행동이라 생각함

○ 공감과 정서적 전염(Empathy and Emotional Contagion)²⁶⁾²⁷⁾

- 공감은 타인의 감정을 이해하고 함께 느끼는 능력이며, 정서적 전염은 한 사람의 감정이 다른 사람에게 전달되는 현상임
- 층간소음은 이웃의 정서에 직접적인 영향을 미치며, 이는 갈등을 심화시키거나 해결하는 양방향의 효과 존재
- (예시-갈등의 심화) 소음으로 인한 스트레스와 분노가 정서적으로 전염되면, 피해자와 가해자 모두 격앙된 감정 상태에 빠져 갈등이 폭력적으로 변질될 수 있음
- (예시-갈등의 완화) 소음 유발 세대가 아랫집의 고통에 공감하게 되면 상황은 달라짐

○ 사회적 규범과 자기 제시 이론(Social Norms and Self-Presentation)²⁸⁾²⁹⁾

-
- 24) Aquino, K., & Reed, A. (2002). The self-importance of moral identity. *Journal of Personality and Social Psychology*, 83(6), 1423-1440.
- 25) Hardy, S. A., & Carlo, G. (2011). Moral identity. In *Handbook of identity theory and research*.
- 26) Batson, C. D. (1991). The altruism question: Toward a social-psychological answer.
- 27) Hatfield, E., Cacioppo, J. T., & Rapson, R. L. (1993). Emotional contagion.
- 28) Leary, M. R. (1995). Self-presentation: Impression management and interpersonal behavior.
- 29) Cialdini, R. B., Reno, R. R., & Kallgren, C. A. (1990). A focus theory of normative conduct: Recycling the concept of norms to reduce littering in public places. *Journal of Personality and Social Psychology*, 58(6), 1015-1026.

- 타인에게 피해를 주는 행동이 사회적 규범에 위배 된다고 인식하면 타인에게 좋지 않은 평가를 받을 수 있다는 두려움 때문에 행동을 수정할 가능성이 높아짐
- 특히 자신의 행동이 공개되거나 타인이 지켜보고 있다는 느낌을 받을 때 이러한 효과가 강화됨

3) 층간소음 예방 시스템 POE³⁰⁾³¹⁾

■ 층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 시범 단지 적용

- LH 공공주택시설처에서는 신축 및 기축 공동주택을 대상으로 층간소음 예방 시스템(노이즈가드)을 설치하고,
- 노이즈가드를 대상으로 거주후 평가(Post-Occupancy Evaluation, POE)를 실시함
 - 신축 주택 : 노이즈가드-월패드 일체형 층간소음 예방 시스템
 - 기축 주택 : 노이즈가드 독립형 층간소음 예방 시스템

[표 2-5] 층간소음 예방 시스템 시범단지 개요

구 분	신축주택	기축주택		
시범단지	과천지식정보타운 S-10BL	과천지식정보타운 S-7BL	수원당수 A-4BL	고양지축 A-1BL
유형 및 세대수	통합공공임대 (605호)	신혼희망타운 (472호)	신혼희망타운 (610호)	신혼희망타운 (750호)
입주	2024년 1월	'23.06월	'23.06월	'22.09월
설치 세대 / 응답자 수	253세대 / 300인	103세대 / 82인	44세대 / 46인	29세대 / 29인
대상 타입	36㎡, 46㎡, 56㎡	55㎡, 84㎡	55㎡	46㎡, 55㎡

- 층간소음 예방 시스템의 층간소음 감지기(센서)는 침실과 거실 사이의 세대내 벽이 존재하는 경우에 해당 벽체에 설치함

30) LH공공주택시설처(2024), 기축주택 노이즈가드 시범사업 POE

31) LH공공주택시설처(2024), 노이즈가드 시범사업(신축주택) POE

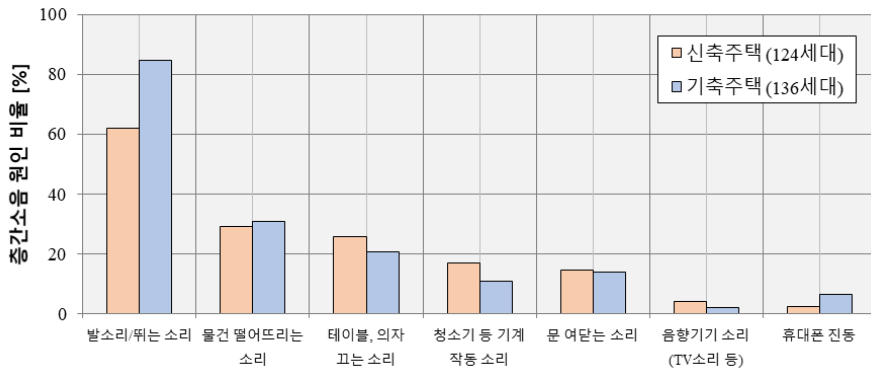
- 세대간 경계벽(내력벽)의 경우 신뢰성 확보가 어려울 수 있음³²⁾



[그림 2-5] 층간소음 예방 시스템 적용 예(신축주택)(자료: LH공공주택시설처)

■ (층간소음 원인) 발소리/뛰는 소리가 가장 많은 층간소음 원인으로 분석

- 발소리/뛰는 소리는 기축 주택의 경우 84.6%, 신축 주택의 경우 62.1%로 과반수 이상의 층간소음 원인으로 분석됨
- 이웃사이센터 통계와 동일하게 층간소음 원인 중 바닥충격음이 가장 큰 비중을 차지하는 것으로 조사됨



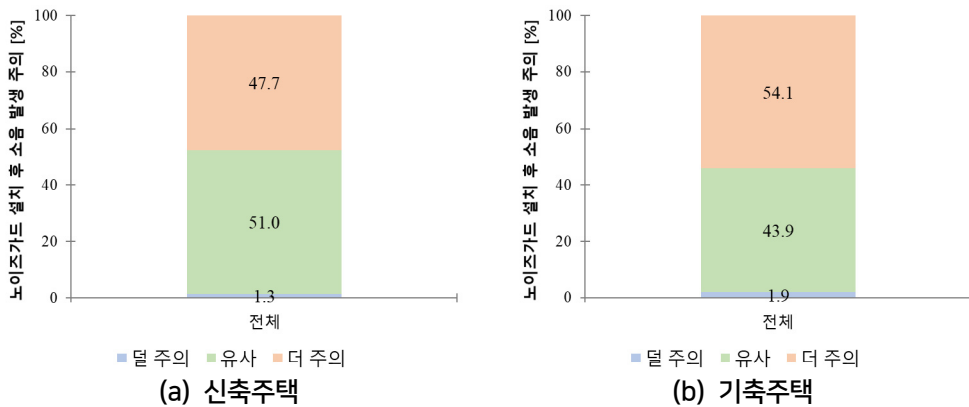
[그림 2-6] 층간소음 원인 분석 결과

32) 김태민 외(2023), 주거서비스를 고려한 층간소음 모니터링 시스템 개발(), 한국토지주택공사 토지주택연구원

■ 심리학적 층간소음 저감 효과 분석

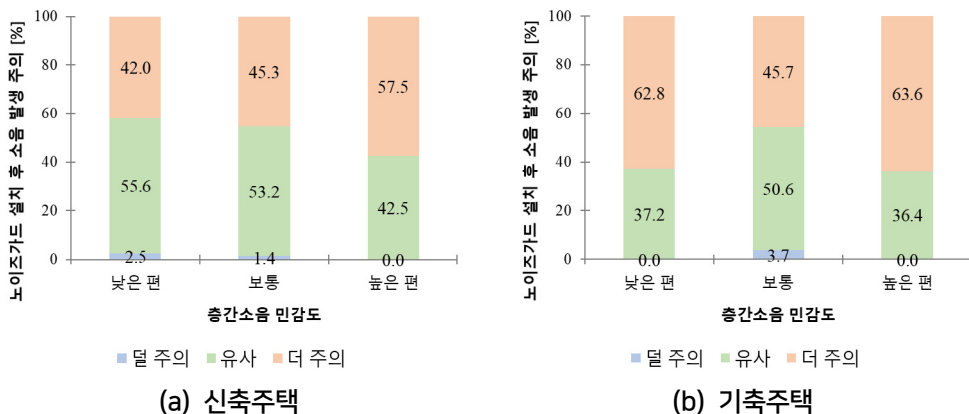
○ 자기 지각 이론(Self-Perception Theory)과 소음 저감 효과

- 층간소음 예방 시스템 설치 후, 입주자는 월패드/앱을 통해 직관적으로 소음 발생 상황을 인지, '타인에게 피해를 주지 않는 사람'으로 유지하기 위해 행동을 제어한 것으로 분석
- POE 분석 결과, 응답자는 소음 발생에 “더 주의하게 되었다”라고 응답
 - (신축 주택)응답자 47.7%가 노이즈가드 설치 후 소음 발생에 더 주의
 - (기축 주택)응답자 54.1%가 노이즈가드 설치 후 소음 발생에 더 주의



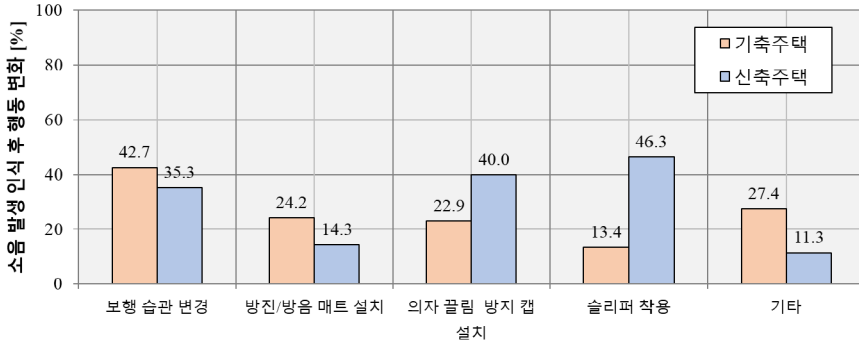
[그림 2-7] 자기 지각 이론과 행동 변화

- 소음에 민감할수록 행동 변화가 상대적으로 크게 존재



[그림 2-8] 자기 지각 이론과 행동 변화 (소음 민감도 별)

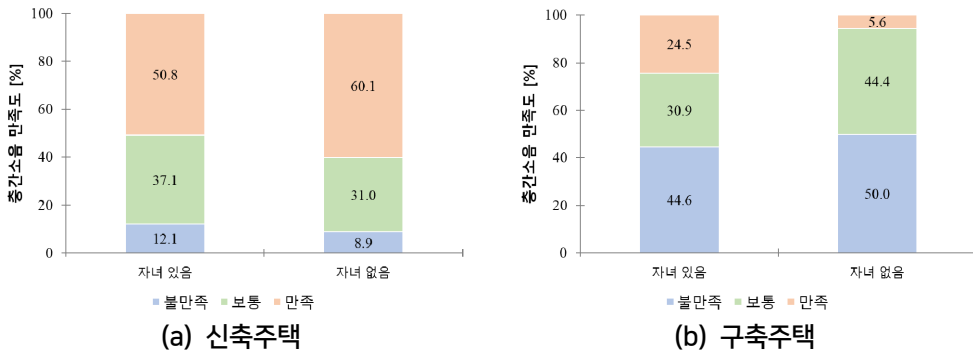
- POE 분석 결과, 소음 발생 상황을 인지한 응답자의 행동 변화
 - 신축주택의 경우 응답자 46.3%가 “슬리퍼 착용”, 기축주택의 경우 응답자 42.7%가 “보행 습관 변경”
 - 노이즈가드 설치 후 보행 습관의 행동 변화가 가장 크게 존재



[그림 2-9] 소음발생 상황 인지 후 행동 변화(중복 응답)

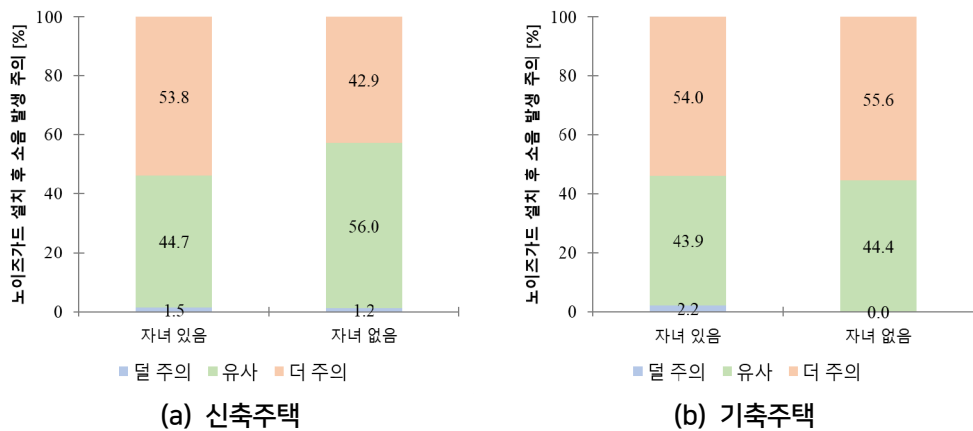
○ 인지부조화 이론(Cognitive Dissonance Theory)과 소음 저감 효과

- '나는 좋은 이웃'이라는 신념과 '내가 소음을 유발하고 있다'라는 행동 간의 부조화는 심리적 불편함을 유발, 이를 해소하려는 심리적 동기
- 노이즈 가드 설치 전 층간소음 만족도에 대해 신축과 구축 주택에 대해 경향성 차이는 존재하였으나, 구축 주택 대비 신축 주택의 층간소음 만족도는 높은 것으로 조사됨

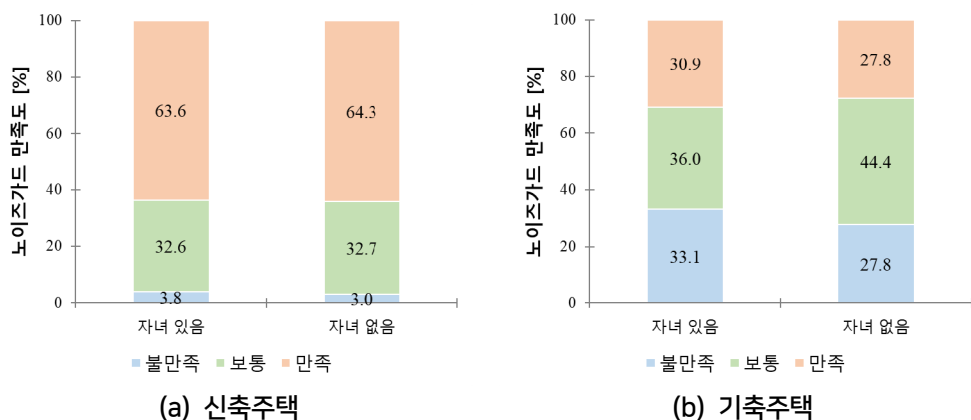


[그림 2-10] 층간소음 만족도(자녀 유무)

- 자녀가 존재하는 경우 노이즈가드 설치 후 층간소음에 대한 발생 주의도가 신축과 구축주택 모두에서 50%이상인 것으로 조사됨



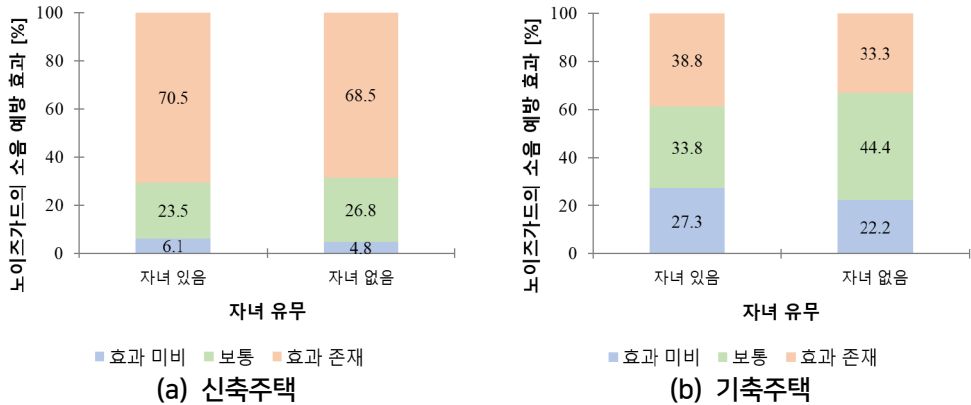
[그림 2-11] 층간소음 설치 후 소음 발생 주의 영향 (자녀유무)



[그림 2-12] 노이즈가드 만족도 (자녀유무)

- 특히, 자녀가 존재하는 경우 노이즈가드에 대한 만족도가 자녀가 없는 경우 대비 높은 것으로 조사됨
 - 시스템이 제공하는 객관적인 알림이 자녀의 활동으로 인한 소음을 인지하고 관리하는 데 도움이 되어, 심리적 부담과 이웃 갈등 가능성을 줄였기 때문인 것으로 판단됨
 - 행동 변화 분석 결과 '노이즈 가드 알림으로 인한 조치' 설문에서 자녀가 있는 가정의 49.2%가 "슬리퍼를 신게 되었다"라고 응답함
 - 이는 시스템이 인지부조화를 해소하는 구체적인 행동 방안을 이끌어낸 것으로 판단됨

- 자녀가 있는 경우, 과반수 이상이 소음 발생에 주의도가 증가한 것을 확인할 수 있음
 - 소음 발생이 상대적으로 많을 것으로 예상되는 자녀가 존재하는 세대의 경우 노이즈가드 설치 후 발생 주의도가 높음
 - 노이즈가드의 소음 예방 효과도 상대적으로 자녀가 있는 경우가 높은 것으로 분석됨



[그림 2-13] 자기 지각 이론과 행동 변화 (거주자 민감도 별)

○ 공감과 정서적 전염 (Empathy & Emotional Contagion)

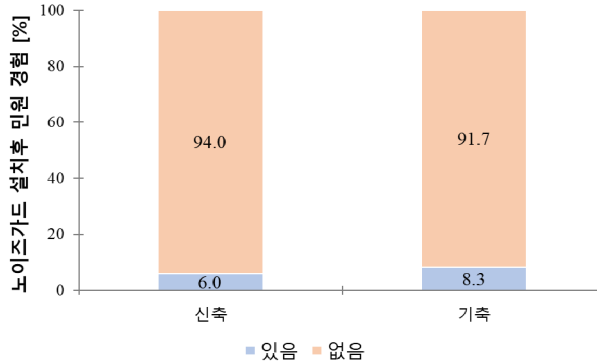
- 공감은 타인의 고통을 이해하는 능력이고, 정서적 전염은 감정이 퍼져나가는 현상
 - 층간소음은 이웃에게 스트레스와 분노를 전염시켜 갈등을 심화시키지만, 반대로 상호 간의 공감을 통해 갈등을 완화할 수도 있음
 - 노이즈가드는 객관적 데이터 제공을 통해 '내가 유발한 소음이 이웃에게 스트레스를 줄 수 있다'는 공감을 유도함
- 갈등 완화 기대 : 신축주택 POE에서 '노이즈 가드에 대한 기대 효과'를 묻는 질문에 26.4%의 입주민이 "이웃과의 불필요한 갈등 예방"을 기대한다고 대답함
- 이는 입주민들이 시스템을 통해 소음 문제 해결뿐만 아니라, 공감을 바탕으로 이웃과의 관계가 개선될 수 있다고 인식하고 있음을 보여줌
- 관계 개선의 가능성 : 기축주택 POE에서 '이웃과의 친분 정도와 갈등 수준' 간의 관계 분석 결과, 이웃과 친분이 높은 집단은 갈등 수준이 낮게 나타남
- 이는 소음 문제가 발생했을 때, 평소 형성된 공감과 친밀도가 갈등의 심화를 막는 중요한 완충 작용을 한다는 것을 의미함

- 노이즈가드가 제공하는 기록은 이웃 간의 대화의 시작점이 될 수 있어 공감을 형성하고 갈등을 완화하는 데 긍정적인 영향을 미칠 수 있음

■ 층간소음 예방 시스템의 POE 결과 종합

○ 노이즈가드로 인한 층간소음 감소 및 예방 효과 발생

- 응답자 대부분(90% 이상)이 노이즈가드 설치 이후 층간소음 민원을 경험한 적이 없다고 응답함

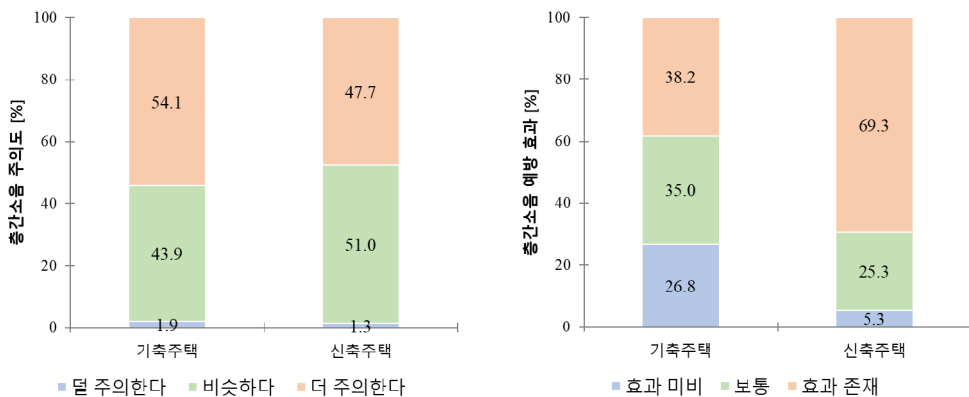


[그림 2-14] 노이즈가드 설치 이후 층간소음 민원 경험

- 노이즈가드 설치 후 더 주의하고 있으며, 예방 효과 있다는 응답이 더 높게 나온 것으로 분석됨

- 기축주택 : 더 주의한다(54.1%) / 예방 효과 있다(38.2%)

- 신축주택 : 더 주의한다(47.7%) / 예방 효과 있다(69.3%)

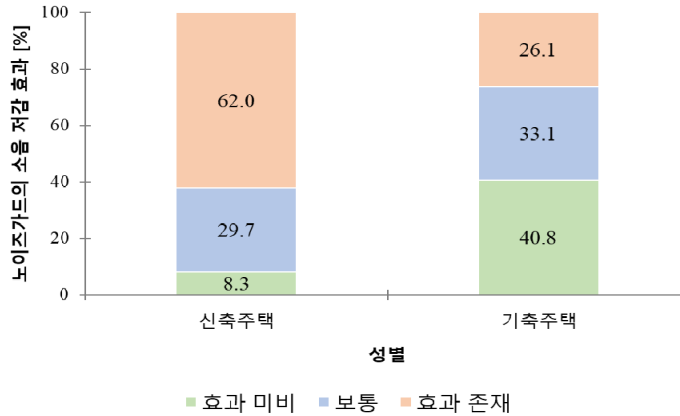


(a) 가해자 주의 변화

(b) 층간소음 예방 효과

[그림 2-15] 노이즈가드 설치에 따른 가해자 주의도 변화

- 노이즈가드 설치 후 민원과 갈등 감소함
 - 노이즈가드 설치 가구의 소음 발생 인지로 예방 행동이 증가했으며, 노이즈가드 설치로 인한 층간소음 감소 효과가 있다는 응답이 26.1%임



[그림 2-16] 노이즈가드 설치 이후 층간소음 감소 효과

- 관리사무소 및 제조사는 노이즈가드의 효과 증대를 위해 전 세대 설치 방안의 필요성을 언급함
 - 주민 투표 등을 통해 과반수 이상 찬성한 단지(또는 라인)에 일괄 설치 한다면 층간소음 감소 효과를 높일 수 있을 것으로 전망함
- 노이즈가드의 층간소음 저감 효과
- 응답자 대부분 노이즈가드 설치 후 실생활에서 소음 저감을 위한 행동 및 방음 매트 설치 등의 조치를 취하는 것으로 나타남
 - 보행 습관 변경(42.7%), 방진/방음 매트 적용(24.2%)

3 관련 기술 개발 현황

1) 기존 바닥충격음 저감 기술 현황

■ (바닥 슬래브 두께) 바닥 슬래브 두께를 210mm에서 250mm증가

- 바닥 슬래브 강성 확보를 위해 바닥 슬래브 두께 증가
- 210mm 대비 40mm 증가시 약 2dB 소음 저감 효과 기대 가능
- 단, 경량충격음의 경우 소음 저감 효과를 기대할 수 있으나, 중량충격음의 경우 저감 성능 편차 발생 가능

■ (고성능 바닥구조) 고중량, 복합구조 등 바닥구조의 설계 개선

- 고탄성/복합 완충재 변경 및 상부구조의 질량을 증가한 설계
- 바닥구조에 의한 충격력 저감 주파수 영역의 확대, 약 4~5dB 소음 저감 효과 기대 가능

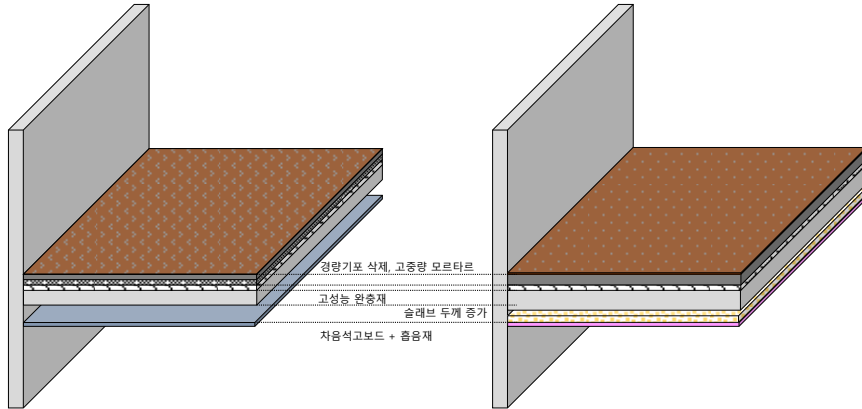
■ 소음원을 저감시키는 것이 이상적인 방안임

- 기존 바닥구조 대비 설계비 상승이 예상됨

[표 2-6] 바닥충격음 저감 기술별 기대 성능 비교

기술	공사비 상승 [59㎡ 기준]	기대 성능	비고
고성능 바닥구조	173만원/호	4dB	설계
슬래브 두께	115만원/호	4dB	설계
고성능바닥구조 + 슬래브 두께	288만원/호	8dB	
구조변경(라멘구조)	188만원/호	6dB	설계
흡/차음 천정	53만원/호	2dB	보강

- 단, 고성능 바닥구조가 적용된 조건에서도 과도한 충격력이 발생하는 경우 바닥충격음 피해는 지속적으로 발생할 것으로 예상됨
- 따라서, 바닥충격음 분쟁을 해소하기 위해서는 소음원을 저감시키는 것이 가장 효과적인 것으로 판단됨

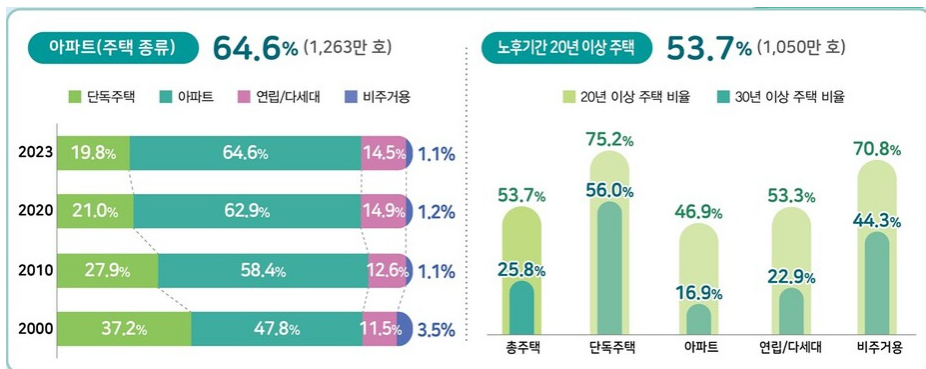


[그림 2-17] 바닥충격을 저감을 위한 바닥구조 변경(안)

2) 기존 바닥충격음 저감 기술의 한계

■ 공동주택 구조적 특성

- 대한민국 전체 주거의 약 79%가 공동주택(아파트, 연립/다세대)으로 구성되어 있으며, 노후 주택 비중이 높고 상하층 세대의 바닥충격음에 취약



[그림 2-18] 주택 종류별 구성(출처: 통계청, `23년 인구주택총조사)

- 공동주택의 평면 구조상 거실·방 하부가 다른 세대 생활공간과 일치하는 경우가 많아, 일상적인 생활 소음도 쉽게 전달됨
- 바닥구조의 물리적 성능을 강화하더라도 완전한 차단이 불가능하며, 이는 건축기술만으로 해결할 수 없는 구조적 한계를 내포함

- 특히 벽식구조 및 노후 단지의 경우 바닥충격음 차단성능이 미비하거나, 기존 시공법 자체가 소음 완화에 한계가 있음
 - 이러한 구조적 특성은 감지·알림 기술을 통해 입주자 간의 소통 기반을 보완해야 할 필요성을 제기함

■ 기술 기반 인식 개선 필요

- 기존 대응 방식은 민원 제기자 또는 관리자의 주관적 인식에 의존하였고, 소음 유발자는 소음을 인지하지 못하는 경우가 많았음
 - 특히 어린 자녀를 둔 가구, 활동량이 많은 청장년층 가구의 경우 소음 인식 결여로 인한 불필요한 갈등이 빈번

■ 실시간 피드백을 통한 입주자 행동 변화 유도

- ex) 일정 기준 이상 소음 발생 시 휴대폰 앱 알림 → 생활소음 발생자 인식 → 반복 시 행동 조절 유도
- 알림 누적 시 사용자 스스로 반응을 기록하며, 생활 패턴 변화를 유도

■ 입주민 간 배려와 공동체 문화 형성 기여

- 스마트홈 환경에서의 층간소음 예방 기술은 ‘배려하는 주거문화’의 핵심 수단으로 자리 잡고 있음

3) 기존 대응 체계의 한계

■ 민원 중심 사후 대응의 구조적 한계

- 현재 대부분의 공동주택에서는 문제가 발생한 후에야 대응이 시작되는 사후 관리 체계를 운영 중임
 - 민원 접수 → 관리자 현장 확인 → 소음 측정 시도 → 입주민 간 중재
 - 실효성이 낮고 소음 발생 시점과 대응 시점 간 차이 해소 불가
- 소음 발생 당시의 객관적인 자료 확보가 어려워 입주민 간 갈등이 심화됨
 - 피해자는 반복 민원 제기에도 불구하고 “입증”에 실패함
 - 가해자는 무의식적 소음 유발이 많으며, 부인하거나 인지하지 못하는 사례 다수

■ 관리자 개입의 실효성 부족

- 현행 시스템은 관리주체(관리사무소)의 중재 역량에 의존 구조
 - 법적 권한이나 강제력 없이 단순 조정자 역할만 수행하며, 반복 민원 발생 시에도 지속적인 모니터링이나 대응 체계 부재
 - 관리자 방문 시 소음이 이미 종료되어 측정 실패, 관리주체가 분쟁의 대상이 되는 악순환 발생

■ 제도적 표준·기준의 강화 요구

- 현행 주택관리법, 소음진동관리법 등에는 공동주택 층간소음에 대한 실내 대응 기준 강화 요구
 - 법령은 주로 '설계 기준'과 '분쟁 조정 절차'에 집중되어 있음
 - 소음 감지 기술, 알림 체계, 사용자 피드백 등에 대한 기준 부재

[표 2-7] 기존의 대응 체계 및 문제점

항목	대응 체계	문제점
민원 처리 방식	사후 접수·현장 확인	소음 발생 시점 누락, 입증 실패
관리자 역할	중재자 중심	개입 회피, 책임 회피
통계 및 기록	별도 이력 없음	반복 민원 파악 어려움
제도적 기준	구조 성능 중심 법령	ICT 기반 예방 체계 미비

4) 기술 도입 필요성

■ 감지기 기반의 사전 예방 시스템

- 기존의 층간소음 관리 방식은 '사후 민원 접수 → 관리자 판단 → 현장 확인' 중심으로, 객관성과 실효성이 부족함
 - 층간소음 문제 발생 후 대응이 이뤄지기 때문에 갈등 조정 시점이 다소 늦는 경우가 많음
 - 소음을 유발한 당사자는 이를 인식하지 못하고, 민원 제기자는 피해를 입증해야 하는 부담을 겪음

- 실시간 소음 감지·알림 시스템의 도입 필요성 증대
 - 기준 소음(예시: 주간 39dB 이상, 야간 34dB 이상)이 일정 시간 이상 감지되면 즉시 알림 전송
 - 감지 기록은 서버에 저장되고, 필요시 관리주체 및 입주자 확인 제공
- 감지기의 설치를 통한 '객관적 데이터 확보'는 관리자 개입의 효율성을 높이며, 입주민 간의 오해도 줄여줌
 - 소음 발생 여부를 명확히 인지할 수 있는 장치로서 공동주택 층간소음 분쟁 예방 효과 창출

■ 주요 기술 요구사항

- 기술적으로 요구되는 시스템 구성 요소
 - 진동·음압 등 센서를 탑재하여 생활 소음 이상의 소음을 측정
 - 로컬 게이트웨이 또는 무선연결 장치: 감지기와 서버 간 통신 중계
 - 감지 데이터를 저장·분석 가능 서버
 - 월패드, 모바일 등 입주자 실시간 알림 전달, 소음 이력 확인 기능 탑재
- 시스템의 조건 제시
 - 예시) 소음 감지 후 5초 이내 알림 전송, $\pm 3\text{dB}$ 이하 정밀도, 48시간 이상 데이터 보존, 데이터 통신 규격 등

■ 사용자 반응 유도 기술

- 단순 감지 이상의 기능으로, 입주자 행동 개선을 유도하는 피드백 핵심
 - 소음 유발 시 '주의', '경고' 등의 단계별 알림을 전송하여 생활 속 자각 유도
 - 소음 이력 누적 → 사용자에게 주간 요약 리포트 제공 → 생활 습관 교정 효과
- 스마트홈 기술 기반에서 작동하며, 사용자 개인의 소음 노출을 시각화하고 자율적으로 조절하게 함
- 경고 기반 시스템은 공동주택 내 무언의 규범 형성을 유도해 자발적 소음 절제 문화를 조성

4 관련 기술 동향 및 유사 사례 분석

1) 관련 기술 및 산업 동향

■ 센서 기술 고도화 및 진화

- 음향/진동 센서의 상용화 확대 - MEMS(미세전기기계시스템)
 - 휴대전화, 웨어러블, 스마트홈 기기 등에서 보편적으로 사용되는 저전력·고정밀 센서의 가격 하락, 대량생산 용이성 급진전
 - 공간별 설치 최적화(필요시 천장·벽체 매립형) 및 환경 내 내구성(먼지, 온습도 등) 제품들의 다양화
 - 소리/진동의 측정 정밀도 0.1m/s^2 , 20~100dB 이상 감지가 가능
- 다중 채널 센싱 및 고속 데이터 취득
 - 개별 센서별 잡음 구분·자동 캘리브레이션(자동보정) 기능 내장화
 - 빠른 샘플링(1초당 1,000~10,000회), 실내 생활음, 점음원 패턴 등도 선별 분석 가능
 - 복수 센서 동시 설치 시 소음 방향·발생지점 3차원 추적 가능(DOA: Direction of Arrival 기법)
- 임베디드 신호처리 및 트리거 기능 내장
 - 연속 측정보다 기준치 초과 시에만 이벤트 전송하는 트리거 구조(MCU 내장, IEC 61672 기준 적용 등) 실측 데이터 전송량/네트워크 트래픽 감소, 시스템 반응속도(MS 단위) 단축 등 기술력 향상
 - 내장 필터링(노이즈 제거, 에코 캔슬링), 실내외 이물질·전자기 간섭 자동 차단 기법 적용이 가능
- AI/머신러닝 기반 소음 이벤트 분류
 - 기계학습을 통한 누적 데이터 기반 판별 정확도 지속 개선
 - 딥러닝을 통한 패턴 인식 : ‘아이 발구르기’, ‘가구 이동’, ‘가방 떨어짐’ 등 대표 층간소음을 90% 정확도로 분류
 - 다중 생활 소음 분류 정확도 75~92% 범위 보고됨

■ 디바이스 연동 및 서버(Cloud/Local) 기술 발전

○ 스마트홈 디바이스와의 확장 연동

- 월패드가 기존 단순 인터폰에서 소음·공기질·방범·조명·보일러 통합 제어의 허브로 진화
- 통합 UI(User Interface) 도입: 사용자 맞춤 화면, 터치 내비게이션, 실시간 상황별 알림창 제공
- IoT 가전/스마트락·출입시스템/에너지 계량기 등과 연동성 강화
- 삼성전자 SmartThings, LG 스마트홈 인테리어 제품 등 다양한 월패드-서버 연동 상품 출시(조선일보, 2023)

○ 서버(클라우드/로컬) 기반 고속 처리 기능 향상

- AI 알고리즘을 통한 집계·통계 및 패턴 분석을 통해 반복 시간·발생 유형별 통계 제공 가능
- 로그 데이터/알림 이력/이상 행위 누적 분석 가능
- 수집된 소음 이벤트를 실시간 연산(10~100ms 이내), 즉시 분류 및 알림 처리 가능
- 장애·고장에 대비한 이중화 설계 및 분산 클라우드 시스템 적용

■ 통신 기술 및 네트워크 안정성 향상

○ 저전력 IoT 분야 BLE, Zigbee 통신

- 전원 인프라 제한·저비용 단지에 적용 확산
- 센서별로 저전력 Wake up 기능, 장시간 유지 가능한 수신 대기 모드 지원
- BLE Mesh, Zigbee Grouping 등 최신 네트워크 토폴로지 실증 연구 지속
- BLE·Zigbee 등 지속적 업데이트로 통신 성능·속도 고도화 진행 중

○ Wi-Fi 기반 통신

- 서버 ↔ 월패드 구간 : Wi-Fi 네트워크 적용 확산
- 데이터 수집·연동(MQTT, WebSocket, HTTPS 등)의 통신 최적화
- ~지연 및 오류 발생 시, 통신 상태 자동 감지 및 버퍼링·재전송 알고리즘 적용
- 응답속도가 중요한 이벤트(경보, 경고 발생)는 우선순위 전달 로직 가능

○ 향후 통신 트렌드

- 5G/6G 기반 초저지연 통신 등장에 따른 클라우드 연동 확장 예상
- 지능형 엣지 컴퓨팅(Edge AI)→서버 부하 분산 및 실시간 판별 가능성 확대

■ UX(사용자 경험) 및 알림 시스템의 진화

○ 다중 경고·알림 시스템의 고도화

○ 월패드(시각·음향), 모바일 앱(푸시/진동/애니메이션 등) 등 다채널 경보

- 사용자별 알림 강도·패턴 커스터마이징, 반복도 개별 설정 가능
- 이벤트별(Minor, Major 등) 차등 알림 도입
- 알림 기록 누적·사용자별 통계 리포트 조회 기능 강화

○ 행동 변화 유도를 위한 UX 설계

- 통계 피드백/누적 분석/주간·월간 리포트 제공 가능
- 키즈/노년층 등 사용자 다양성 고려한 UI/UX, 접근성 이슈 지속 개선
- 반응속도 향상, 오작동·오탐률 최소화를 위한 인터랙션 디자인 연구 활발

■ 보안/개인정보 보호 기술 확립

○ 통신/저장 데이터 암호화

- Wi-Fi, Bluetooth 통신구간 전부 TLS/SSL 기반 보안 적용
- 서버·앱·월패드 등 연동 시 인증토큰 방식, 세션별 서명·접근권한 계층화
- 개인정보(위치, 주소, 알림이력 등) 내장 식별자 자동 비식별화 처리

○ 보안 관련 최근 동향

- 스마트홈 해킹·개인정보 유출 방지 위해 보안 펌웨어·정기 패치(자동 배포) 의무화
- DB 백업·복구 솔루션 강화, 관리용 포털 접근 모니터링 및 로그 감사체계 도입
- KISA(한국인터넷진흥원), 국정원 등 주요 기관 주관 ‘스마트홈 보안 가이드라인’ 마련(2023)

■ 통계적 효과 및 산업 동향

○ 층간소음 민원 관련 산업 동향

- 연평균 ICT 기반 소음 관리장비 시장 성장률 12~15%로 추산
- 해외(일본, 유럽 등)도 비슷한 스마트 모니터링 도입 확산 추세
- 한국환경공단은 23년부터 ‘층간소음 측정 온라인 예약 관리 시스템’을 전국 확대 적용하며, 비공동주택 및 심리상담 연계 서비스까지 대상을 확장
- 민원 접근성 향상과 함께 디지털 기반 측정·관리 체계가 본격화되며, 기술 기반 사전 대응 시스템과의 연계 기술의 필요성이 커지고 있음
- 예방·모니터링 기술 도입 단지 내 민원 건수 최대 30% 감소 효과

III

LH 층간소음 예방 시스템 기술 기준

Key
Point

- 한국토지주택공사에서 수립한 층간소음 예방 시스템의 기술 기준 소개
- 시스템의 주요 구성 요소(층간소음 감지기, 월패드, 서버, 사용자 앱, 관리자 포털)와 각각의 기능 및 운영 방식 설명

1 LH 층간소음 예방 시스템 개요

■ 기술적 도입 배경

- 공동주택 층간소음 문제는 단순한 민원을 넘어, 거주환경의 질과 공동체 신뢰에 영향을 미치는 사회적 문제로 대두되고 있음
 - 특히, 바닥구조, 천정 등에 적용 중인 바닥충격음 저감 기술만으로는 실질적인 갈등 예방이 어려운 상황임
 - ICT 기반의 실시간 감지·알림 기술 도입을 통해 공동주택 주거문화를 개선할 수 있는 기술 도입도 필요한 상황임
- 최근 스마트홈, 환경 모니터링 등 타 분야에서도 감지-피드백 기반 기술이 사용자 행동을 변화시키는 효과적인 수단으로 활용되고 있음

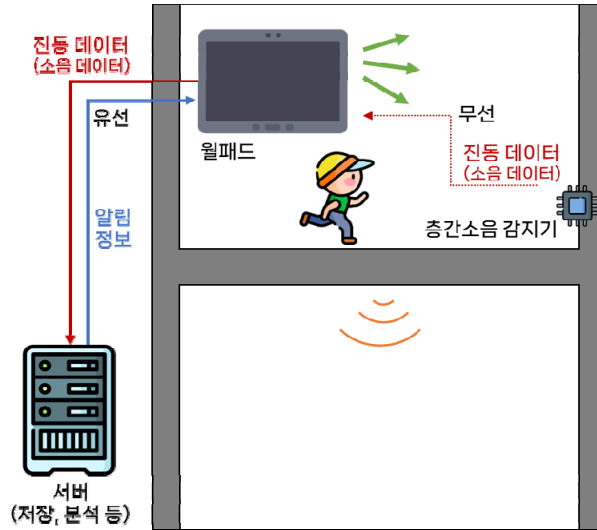
■ 시스템 구축 목적

- 고품질 공공주택 실현을 위한 방안으로, 층간소음 피해를 예방할 수 있는 ‘층간소음 예방 시스템(노이즈가드)’의 기술 기준을 수립함³³⁾
 - 입주민 스스로 생활 소음을 인식하고 조절할 수 있도록 유도함
 - 객관적인 데이터 기반 대응이 가능하여, 관리자 개입의 신뢰성과 효율성도 함께 향상됨

33) LH 공공주택시설처(2024.12.), ‘층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 기술기준 수립’

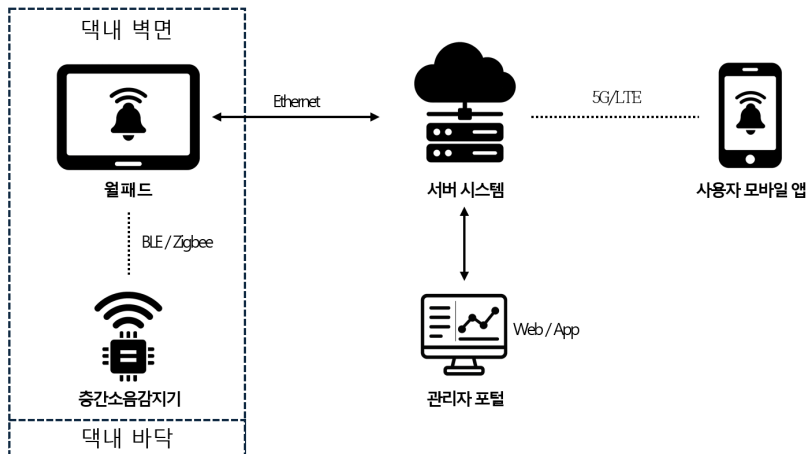
■ 시스템 구성 및 기능 개요

- 층간소음 예방 시스템(노이즈가드)은 크게 다음 같이 구성되며, 감지(센싱) → 데이터 수집/분석 → 실시간 알림 → 기록 및 통계 흐름으로 작동함



[그림 3-1] 층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 개념도

- 층간소음 감지기(센서)부터 관리자 포털까지의 주요 구성 요소에 대한 시스템 구성 개요도는 아래와 같음



[그림 3-2] 시스템 구성 개요도

[표 3-1] 시스템 구성 요소별 주요 기능

항목	주요 기능	연결대상	비고
충간소음 감지기 (Noise Guard Sensor)	- 공동주택 구조물의 진동 측정 ① 센서 트리거 방식 : 센서에서 이벤트 확인 ② 서버 트리거 방식 : 서버에서 이벤트 확인	월패드	센서 트리거 / 서버 트리거 방식 선택 운영
월패드 (Wallpad)	- 충간소음 감지기와 서버를 연결 - 공동주택 거주자(소음 발생 세대) 주의/경고 알림 ① 센서 트리거 방식 : 임계값 초과 이벤트 서버로 전송 ② 서버 트리거 방식 : 임계값 초과 데이터 서버로부터 수신	센서, 서버	세대 내 고정형 디스플레이 장치
서버 시스템 (Cloud/Local Server)	- 데이터 수집 및 저장 ① 센서 트리거 방식: 임계값 초과 데이터 수집 및 저장 ② 서버 트리거 방식 : 트리거 판단 알고리즘 및 이벤트 전송	월패드, 모바일 앱, 관리자 포털	클라우드 / 로컬 서버 운용
사용자 모바일 앱 (User Mobile App)	- 실시간 알림 수신 - 누적 이력 확인	서버	사용자 인식 개선 및 조절 유도
관리자 포털 (Admin Dashboard)	- 단지별/세대별 통계 조회 - 민원 대응 자료 열람 - 기기 실시간 상태 점검 기능 등	서버	관리자 전용 웹/앱 기반 대시보드

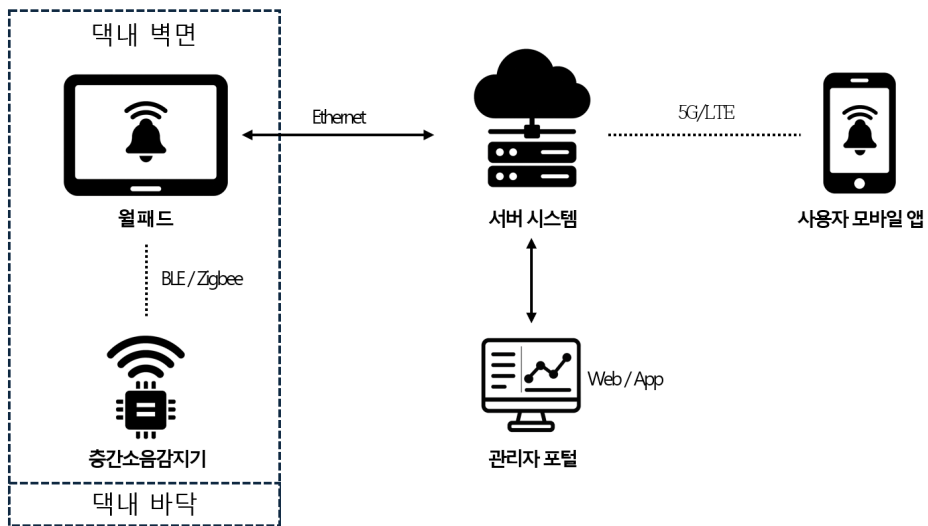
[표 3-2] 시스템의 구성 요소별 기술 기준 요약

구 분		기술 기준
시스템 구성		충간소음 감지기 + 세대 단말기 + 전용서버, 단지서버 + 클라우드 서버 + 휴대폰
충간소음 감지기	기능	· 세대 내에서 상시 내력벽의 진동을 측정 · 특정 크기 이상의 진동 감지시 해당 정보를 세대 단말기로 수신
	통신	무선(Zigbee 3.0 HA 1.2 이상 또는 BLE 5.2 이상)
	측정방식	진동(가속도계) 측정
	측정범위	30~70dB(변환값) 이상
	규격	2구용 콘센트 매립박스 설치
	보안인증	KISA Lite* 등급 이상 * IoT 및 IoT모바일 앱 정보보호기준 적합인증
	전자파 인증	방송통신 기자재 적합성 평가인증
전용서버	기능	· 충간소음 정보 저장, 분석, 제어, 작동 점검 등 총괄 관리
	CPU	Quad-Core 2.13 GHz 이상
	Memory	8 GB 이상
	규격	19인치 (홈네트워크 서버랙에 설치)
알림부	세대단말기	· 충간소음 감지기와 서버간 데이터 송수신(무선) · 세대의 충간소음 정보 알림, 조회 및 설정(제어) 등
	휴대폰(App)	· 클라우드 서버로 전달된 충간소음 발생 정보 알림 및 조회, 설정

2 LH 층간소음 예방 시스템 구성

■ LH 층간소음 예방 시스템 구성 개요

- 층간소음 예방 시스템은 층간소음 감지기, 월패드, 서버 시스템, 사용자 모바일 앱 및 관리자 포털로 구성됨
- 단, 단지 환경, 세대 구조 및 운영 목적 등에 따라 설치 위치와 수량이 달라질 수 있음



[그림 3-3] 시스템 구성 개요도

1) 층간소음 감지기(Noise Guard Sensor)

■ 실내에서 발생하는 진동을 측정하며, 두 가지 방식으로 데이터를 처리

- 센서 트리거 방식 : 센서 자체에서 소음 기준치를 초과하는 이벤트 발생을 확인하고, 월패드 및 서버에 이벤트 내역 및 알림 전송
- 서버 트리거 방식 : 센서 데이터를 월패드를 통해 서버에 전송하고, 서버에서 데이터 분석 후 기준치 초과시 월패드로 이벤트 전송
- 센서는 '과도한 민감도' 또는 '지속적 배경소음'에 의한 오작동을 줄이기 위한 필터링 또는 트리거 조정 알고리즘 내장 필요

[표 3-3] 층간소음 감지기(Noise Guard Sensor) 주요 기능 및 사양

항목	내용
감지 대상	실내 충격음(진동)
데이터 처리 방식	① 센서 트리거 판단 후 이벤트 데이터 전송 ② 전체 데이터 서버 전송
연결 방식	Zigbee 3.0 HA 1.2 이상 또는 BLE 5.2 이상
기타 기능	트리거 수치 설정 기능, 기기 오작동 알림, 센서 상태 송신 기능 포함
충격감지성능	90% 이상



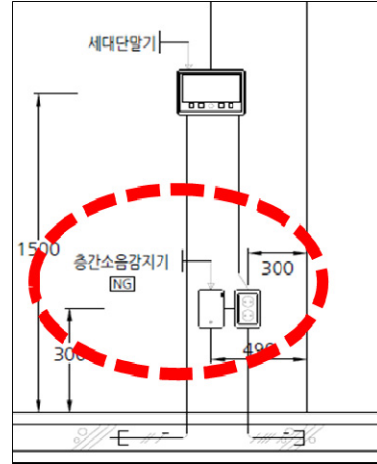
[그림 3-4] 층간소음 감지기 장비(예)

■ 바닥 슬래브의 진동이 전달될 수 있는 거실 내력벽을 우선으로 설치

- 설치 수량: 세대 최소 1개 이상
- 설치 방식: 벽면 밀착형 부착, 전원(220v) 직접 연결
- 설치 고려사항
 - 세대 중앙 위치인 거실의 내력벽
 - 바닥 마감면에서 300mm 이하
 - 진동 및 음향 간섭이 적은 주변 시설물, 가구 등 공간 고려 필요
 - 세대 내 내력벽이 존재하는 전용면적 46㎡ 이상의 주택부터 적용

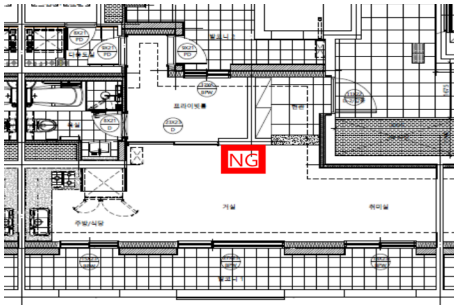


a) 세대 중앙 위치의 내력벽

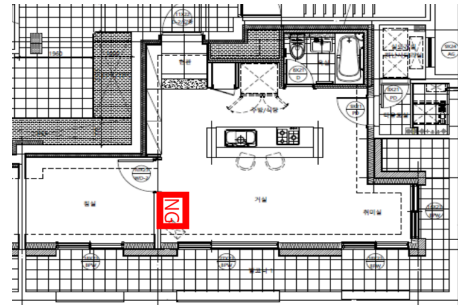


b) 바닥 마감에서 이격 높이

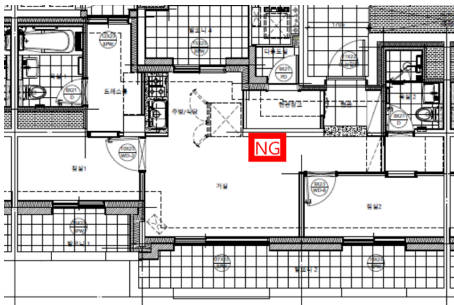
[그림 3-5] 충간소음 감지기 설치 위치 예시



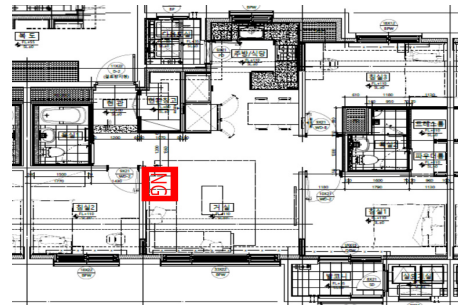
a) 46m² 판상형



b) 46m² 코너형

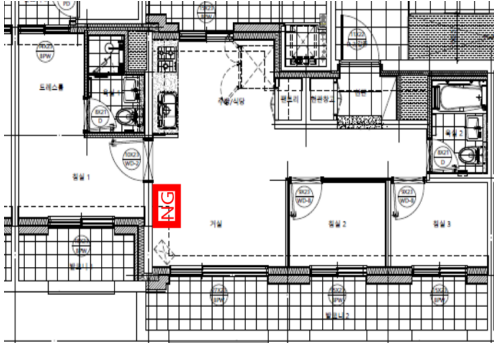


c) 55m² 판상형

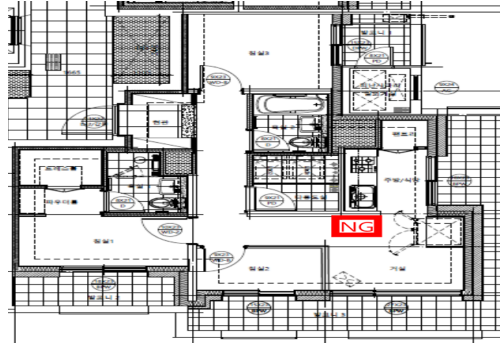


d) 55m² 코너형

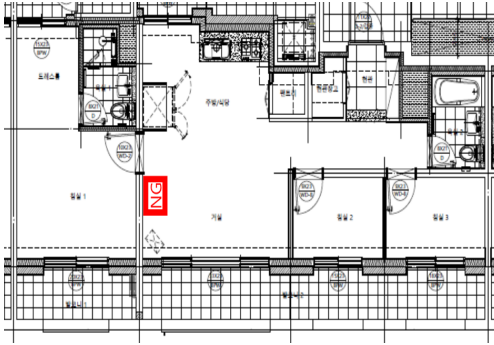
[그림 3-6] 23년 뉴:홈 주력평면 노이즈가드 설치검토 I



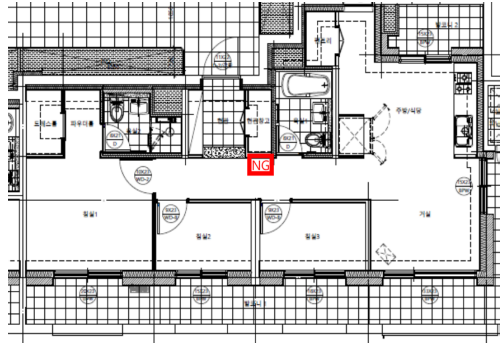
e) 59m² 판상형



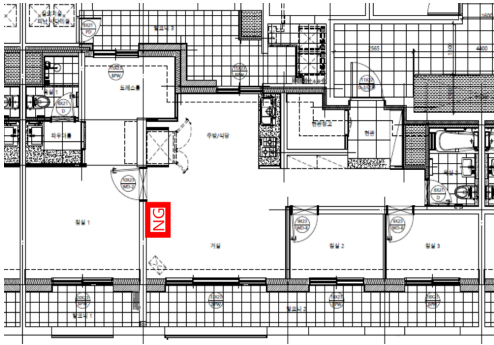
f) 59m² 코너형



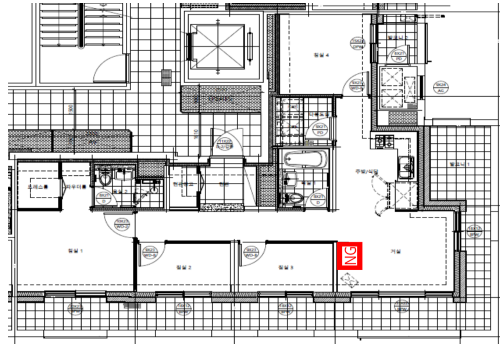
74m² 판상형



74m² 코너형

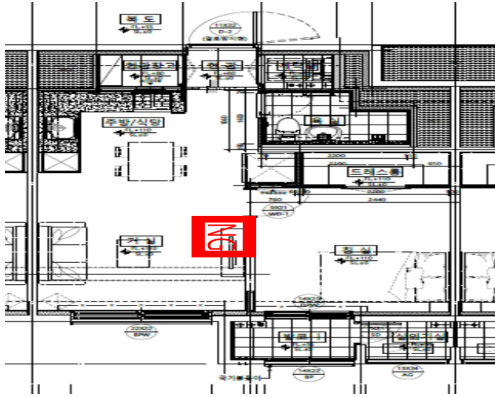


84m² 판상형

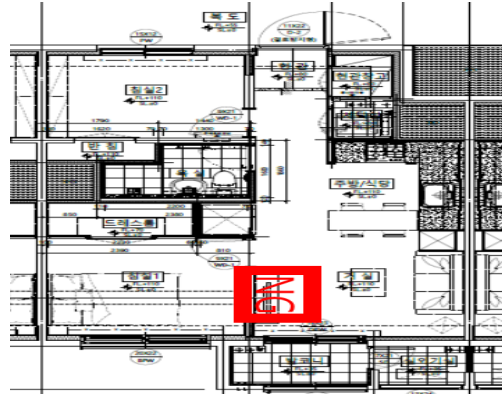


84m² 코너형

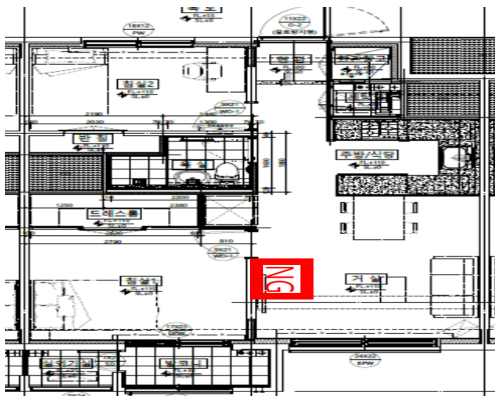
[그림 3-7] 23년 뉴:홈 주력평면 노이즈가드 설치검토 II



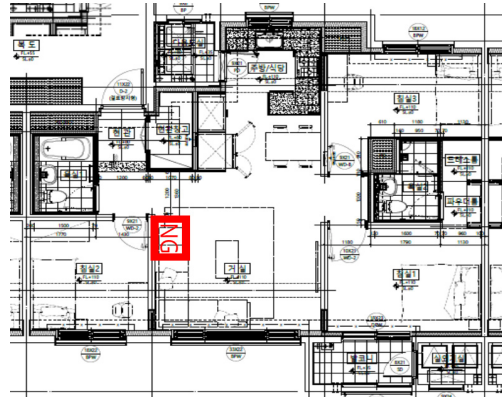
a) 41m²



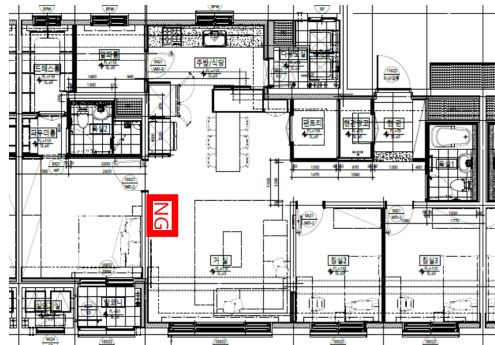
b) 46m²



c) 55m²



d) 65m²



e) 84m²

[그림 3-8] 23년 통합공공임대 주력평면 노이즈가드 설치검토

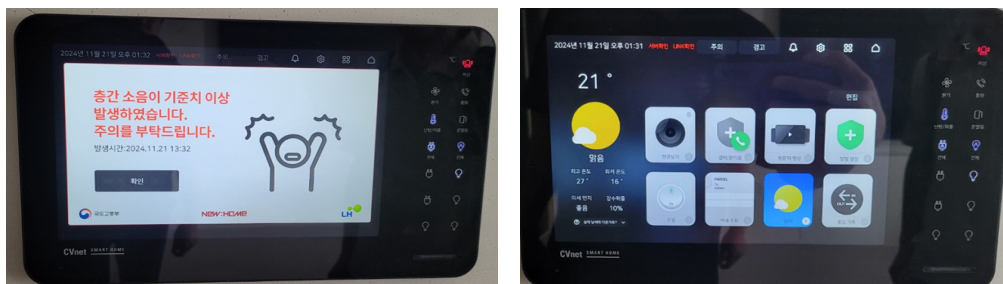
2) 월패드(Wallpad)

■ 층간소음 알림 표출 및 데이터 서버 연동

- 거주자가 주로 사용하는 실내 인터페이스로 층간소음 1차 알림 기능 수행
- 센서 트리거 방식에서는 알림 정보를 실시간으로 표시하며, 서버와 연동하여 이력 관리 기능 지원
- 서버 트리거 방식에서는 발생하는 소음의 데이터를 실시간으로 센서로부터 서버로 전달하고 서버로부터 알림 이벤트 수신 및 화면 표시

[표 3-4] 월패드(Wallpad) 주요 기능 및 사양

항목	내용
기능	사용자에게 실시간 알림 제공 (시각적/음향적), 이력 조회, 층간소음 감지기/서버 간 연 결상태
연동 대상	층간소음 감지기, 서버
표시 방법	음성 안내, 팝업(주의/경고) 알림 등
통신 방식	서버(Ethernet), 층간소음 감지기(BLE, Zigbee)
추가기능	사용자 메뉴에서 감도 설정 조절 가능 (예: 낮음/표준/높음)



[그림 3-9] 월패드 장비(예)

■ 개별 세대 내 현관 근처 또는 거실 벽면 설치

- 설치 수량: 세대 당 1대 고정형
- 기능 연동: 기존 월패드 연동 또는 노이즈가드 전용 월패드 독립형 가능
- 설치 고려사항
 - 화면 제공, 알림음 제공으로 시각적/청각적 효과 지원

- 층간소음 감지기와의 통신 거리 내 위치 필요

3) 서버 시스템(Cloud/Local Server)

■ 층간소음 데이터를 분석·알림하며 통계 데이터 제공

- 층간소음 이벤트 및 데이터를 수신 및 저장하고, 판단 로직을 적용해 사용자 앱과 관리자 포털로 알림 전달
- 알림 누적 기록, 통계 처리 기능 지원

[표 3-5] 서버 시스템 (Cloud/Local Server) 주요 기능 및 사양

항목	내용
역할	데이터 수집, 저장, 분석, 트리거 판단, 알림 생성 및 전송
트리거 처리	센서로부터 데이터 수신 후 서버 내 판단 로직 적용
통신 프로토콜	HTTPS, MQTT, WebSocket 등
이력 관리	세대별 이벤트, 알림 전송 기록, 기기 상태 로그 저장
확장성	API 연동 기반 외부 플랫폼과 연계성 확보
보안	SSL 암호화, 사용자 인증 토큰 기반 접근제어
추가기능	단지 서버에 구축 또는 분석 서버 별도 구축 - 단지 서버, 분석 서버 물리적 구분 가능 사용자 메뉴에서 감도 설정 조절 가능 (예: 낮음/표준/높음)

■ 단지 내 통신실, 통합전산실 또는 외부 클라우드 서버 운용

- 설치 방식
 - 로컬서버형: 각 단지별 구축
 - 클라우드형: 여러 단지 통합 운용 가능

4) 사용자 모바일 앱 (User Mobile App)

■ 층간소음 알림 표출 및 데이터 모바일 연동

- 실시간 알림 수신, 이벤트 이력 확인, 층간소음 관련 피드백 제공 기능 수행
- 알림 반복 시 사용자가 자신의 생활 패턴을 조절하도록 유도 지원

[표 3-6] 사용자 모바일 앱 (User Mobile App) 주요 기능 및 사양

항목	내용
기능	실시간 알림 수신, 알림 이력 확인, 사용자 피드백 기록, 세대별 사용자 인증 설정
플랫폼 지원	iOS, Android(하이브리드 앱 또는 네이티브 앱)
표시 방법	홈 화면(소음 이력), 알림 설정, 피드백 제출, 통계 보기
실시간 연동	서버로부터 푸시 알림(Push Notification) 수신

■ 시스템 연동 세대의 모든 사용자 (입주자 등록 기반)

- 운용 기준: 세대당 1인 이상 등록 필수, 최대 5인까지 연동 가능
- 운영사 앱스토어 등록, 업데이트 및 사용자 교육 제공 필요

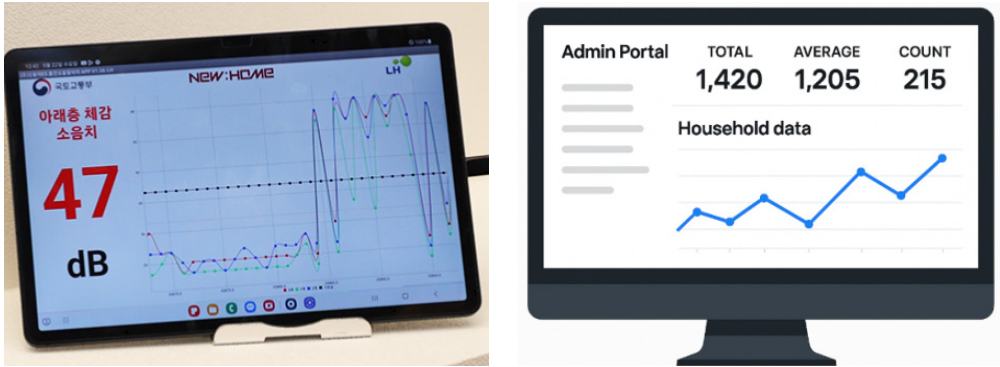
5) 관리자 포털 (Admin Dashboard)

■ 층간소음에 대한 통합 모니터링 시스템

- 관리주체가 단지별, 세대별 소음 데이터를 확인하고, 민원에 대응할 수 있는 시스템
- 전체 세대 시스템 기기의 상태 모니터링, 이력, 통계 등 기능 제공

[표 3-7] 관리자 포털 (Admin Dashboard) 주요 기능 및 사양

항목	내용
기능	층간소음 데이터 이력 조회, 센서·월패드 상태 확인
지원 환경	Web 기반 관리자 페이지 (크롬/엣지 브라우저 지원), 독립형 App
접근 권한	관리자 등급별로 세대/지역 제한 가능
데이터 항목	일/주/월 소음 발생 횟수, 누적 이벤트 수 등
추가기능	특정 임계 수준 초과, 연결 상태 불량 시 관리자 알림 전송



[그림 3-10] 관리자 포털(예)

■ 단지 시설관리자 대상, 웹 인증 로그인 방식으로 운영

- 설치 대상: 단지별 시설관리 주체
- 운영 방식: 웹 기반 로그인, 관리자 인증 기반 접근
- 인터넷 연결 기반을 기본으로 하며 별도 프로그램 설치 필요 확인
- 서버는 종류와 기능
 - (노이즈가드 서버) 단지내 층간소음 관련 자료 저장, 분석, 조회, 설정, 일괄/개별 제어 작동 점검 등 총괄 관리
 - (단지서버(홈네트워크)) 세대 단말기 및 노이즈가드서버, 홈넷(스마트홈) 클라우드 서버와 연동하여 정보 조회 및 송수신
 - (홈네트워크(LH스마트홈) 클라우드 서버) 단지 서버와 연동하여 입주자 휴대폰 App으로 주의 알림 전송 및 세대 노이즈가드 민감도, 음량 등 설정

3 LH 층간소음 예방 시스템 기능

1) 층간소음 알림

- 관리자가 설정한 기준 이상의 소음 발생이 예상되는 경우, 층간소음 발생 세대의 세대 단말기 및 휴대폰으로 알림 상황을 전달함
- 초기 기본 설정은 다음과 같이 4단계며, 주의 단계의 소음 기준 값은 관리자 메뉴에서 조정 가능하도록 시스템 구성
- 주의 단계에서는 '공동주택관리법'에서 제시한 소음 기준을 초과하지 않도록 알림을 목적으로 함
- 경고 단계에서는 '공동주택관리법'에서 제시한 1분 등가소음 및 최고 소음 기준으로 2단계로 구분하여 소음 발생 세대에 알림

[표 3-8] 알림 단계 기준(기본 설정)

구 분		기술기준	비 고
주의	1단계 (주의)	39dB 이상의 층간소음이 3회/5초 이상 발생 경우	기준초과 전 주의알림
	2단계 (주의)	39dB 이상의 층간소음이 6회/5초 이상 발생 경우	
경고	3단계 (경고)	(주간 06~22시) 39dB/1분 등가소음 이상 발생 경우 (야간 22~06시) 34dB/1분 등가소음 이상 발생 경우	1분 등가소음
	4단계 (경고)	(주간 06~22시) 57dB 이상의 층간소음 1회 발생 경우 (야간 22~06시) 52dB 이상의 층간소음 1회 발생 경우	최고 층간소음기준

※ 단, 노이즈가드의 층간소음 발생현황자료는 개인정보에 해당하여 관리자 및 해당(본인)세대가 열람할 수 있으며, 본인세대 동의시 협의를 위한 참고자료로 사용가능

■ 소음 이벤트 감지 및 알림 흐름

○ 실시간 소음 감지

- 층간소음 감지기가 충격음(구조물 진동)을 실시간으로 측정
- 시스템 설정에 따라 센서 트리거나 서버 트리거 방식으로 데이터 처리

○ 사용자 알림 전달

- 1차 알림: 월패드에서 시각적·음성적 경고 메시지 제공
- 2차 알림: 서버에서 사용자 모바일 앱으로 팝업 알림 전송

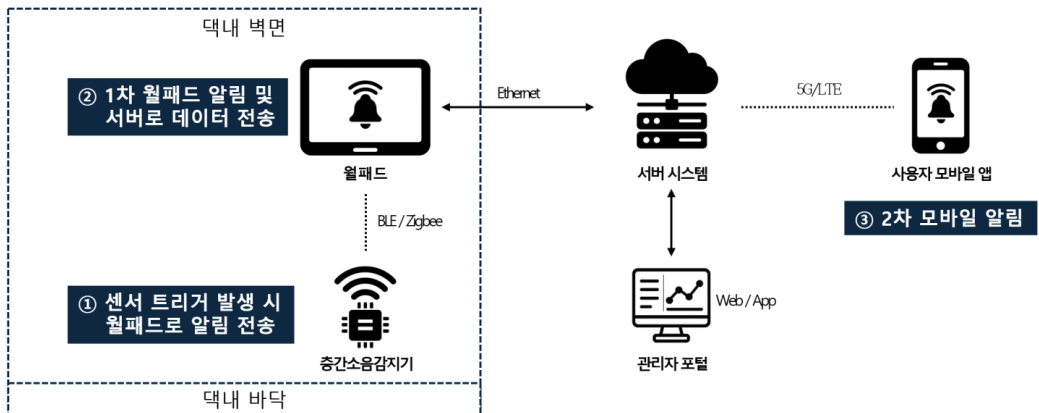
○ 서버 분석 및 이력 관리

- 모든 이벤트 데이터를 저장하고 통계 분석 수행
- 민감도 설정 조정, 접속 상태 모니터링, 장치 로그 관리 기능 수행

■ 구동 방식에 따른 알림 체계

① 센서 트리거 방식(Sensor-side Triggering)

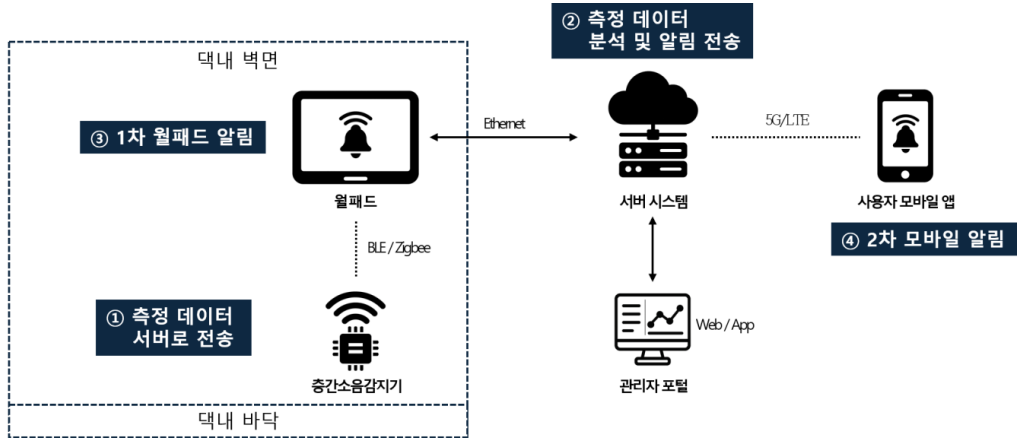
- 층간소음 감지기에서 소음 임계값(Threshold)을 실시간 비교하여 기준치를 초과하면 즉시 이벤트 알림 발생
- 월패드로 1차 경고 알림 전송 후 서버에 해당 이벤트 데이터를 전송
 - 서버는 해당 이벤트 데이터 저장 및 사용자 모바일 앱으로 2차 알림 전송 (선택)



[그림 3-11] 시스템 구성(센서 트리거 방식)

② 서버 트리거 방식(Server-side Triggering)

- 층간소음 감지기에서는 설정된 진동 기준치 이상이 발생하면, 측정된 진동 데이터를 월패드를 통해 서버로 실시간 전송
- 서버에서 진동을 소음으로 분석, 임계값 비교 및 이벤트 여부 판단
- 소음 판단 시, 월패드 1차 및 사용자 앱 2차 알림 전송



[그림 3-12] 시스템 구성(서버 트리거 방식)

[표 3-9] 알림 체계 요약

방식 구분	1차 알림(현장)	2차 알림(앱)	서버 역할
센서 트리거	층간소음 감지기 → 월패드	서버 → 모바일 앱	이력 저장 및 통계 처리
서버 트리거	서버 → 월패드	서버 → 모바일 앱	판단 및 전체 이벤트 제어

4 시스템 품질 관리

■ 층간소음 예방 시스템의 품질 관리

○ 층간소음 예방 시스템이 설치되는 경우, 대상 단지의 관리자 및 설치자는 제품의 품질 관리를 위해 다음과 같이 3단계의 점검을 수행

1) 초기 설치 시점 : 정리 기간

- 목 적 : 설치 대상 세대의 평면, 바닥구조 등에 대한 기본 설정값 세팅
- 대상세대 : 세대수의 10% 이상(단, 단위세대 타입별 5세대 이상)
- 실험방법 : 표준충격원을 이용하여 바닥충격음 측정(10회), 세대 단말기와 연동 상황 및 진동-소음 기본 설정값 확인
- 측정위치 : 거실 및 주방의 바닥평면 중앙점 및 중앙점을 기준으로 0.75m 이상 이격된 5개지점과 침실1 평면 중앙점
- 제출자료 : 층간소음 예방시스템 현장실험 측정자료 [표 3-11]

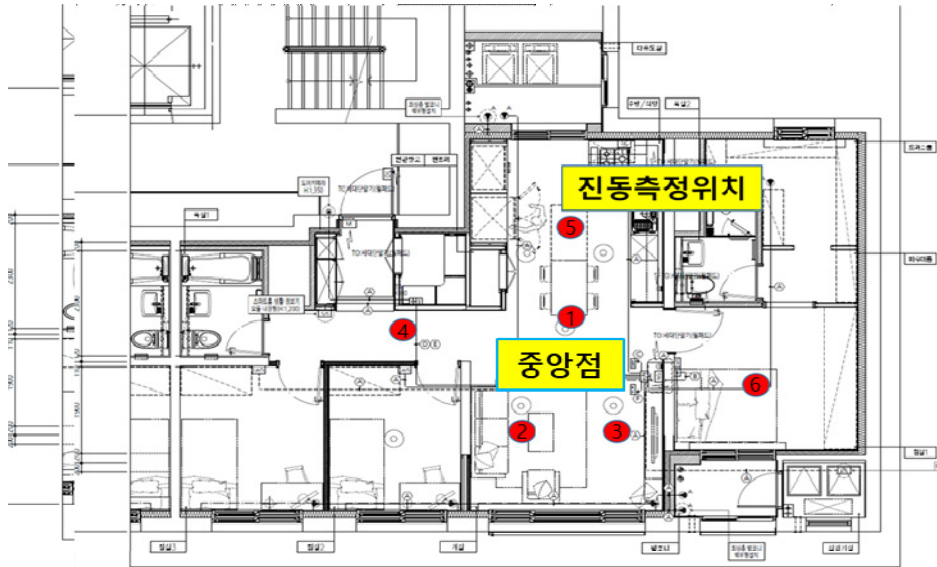
※ 정리기간: 준공검사 준비, 건축물 사용승인, 시설물 인계·인수 등을 위한 행정절차 및 입주청소, 현장뒷정리 등 현장 정리에 소요되는 기간

2) 정밀조정(Calibration) : 입주 전

- 목 적 : 세대 감지기의 감도(Sensitivity) 정밀 조정(교정)
- 대상세대 : 쏘세대 정밀조정
- 실험방법 : 표준충격원에 대한 수음실의 소음 측정(소음계) 및 노이즈가드-소음계 결과를 비교하여 층간소음 감지기(센서) 감도 조정
- 측정위치 : 거실 및 주방의 바닥평면 중앙점 및 중앙점을 기준으로 0.75m 이상 이격된 5개지점과 침실1 평면 중앙점

3) 유지 보수 : 입주 후

- 목 적 : 작동상태 자동점검 (AI 분석·관리기능 추가)
- 노이즈가드 서버가 단지내 모든 층간소음감지기의 작동상태를 주기적으로 (1회/1일) 자동 점검하여 이상 세대 확인 및 관리자에 공지하여 지속적 품질 관리 기능 구축



[그림 3-13] 진동감지 현장실험 위치 (6개소, 거실 및 주방(5개소)+침실1(1개소))

[표 3-10] 층간소음 예방시스템(노이즈가드) 현장실험 측정 결과 제출 서류(안)

층간소음 예방시스템(노이즈가드) 현장실험 측정자료

1. 현 장 명 : 000000 0-0BL
2. 현장주소 :
3. 측정일시 : 2000.00.00. ~ 2000.00.00
4. 측정대상 : 총 세대수의 10% 이상(단, 타입별 최소 5세대 이상)
5. 측정지점 : 총 6개소
 - 가. (거 실) : 바닥평면의 중앙점을 포함한 5개소(측정지점간 이격거리 0.75m 이상)
 - 나. (침실1) : 바닥평면의 중앙점

* 단위세대 내 측정지점(위치)는 현장여건에 따라 조정가능
6. 측정방법
 - 가. (충격실험) : 각 측정지점 표준충격원 충격 및 하층부 소음 측정(10회)
 - 나. (작동점검) : 층간소음 감지기로부터 층간소음 예방 시스템 서버까지 연동 이상 유무
7. 유형별 보정값 측정결과

구분		46A	55B	55B	59A	74A
1	34dB	00				
2	39dB					
3	52dB					
4	57dB					

- 붙 임: 1. 세대별 점검표 1식.
2. 서버연동 점검표 1식. 끝.

2025.00.00.

점검자 소 속 :
 직 위 :
 성 명 : 홍 길 동 (인)

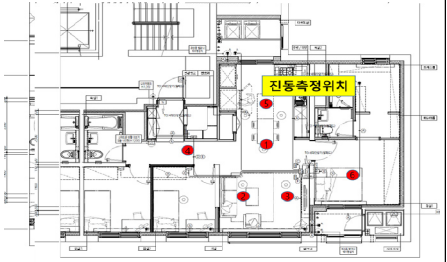
0000지역본부장 귀하

[표 3-11] [46A] 세대별 점검표 예시

[46A]세대별 점검표												
유 형		46A				1(순번) / 5(측정세대수)						
동						호						
아랫집 소음기준	측정 지점	측정값(Hz)										평균 (Hz)
		1회	2회	3회	4회	5회	6회	7회	8회	9회	10회	
34dB	#1											
	#2											
	#3											
	#4											
	#5											
	#6											
34dB 기준값		00Hz										
39dB	#1											
	#2											
	#3											
	#4											
	#5											
	#6											
39B 기준값		00Hz										
52dB	#1											
	#2											
	#3											
	#4											
	#5											
	#6											
52dB 기준값		00Hz										
57dB	#1											
	#2											
	#3											
	#4											
	#5											
	#6											
57dB 기준값		00Hz										

○ 측정 타입에 대한 진동 측정지점

- 동일타입에 대한 측정지점 통일
- 거실(부엌) 측정지점 #1~#5
- 침실1 측정지점 #6
- 각 측정지점 10회 충격실험
- 총 세대수의 10%(타입별 최소 5세대) 이상 측정
- 현장여건에 따라 측정지점 조정 가능



IV 층간소음 예방 시스템 평가(안)

Key Point

- 국내외 층간소음 관련 기술, 스마트홈 연계 기술, 인증·표준 제도 등 분석
- 층간소음 관련 시스템, 통신 인프라, 특허 및 국제 인증 사례 비교 분석

1 홈네트워크 분야 국내·외 관련 인증·평가 사례

1) 국내 홈네트워크 분야 기술 인증 사례

■ 초고속정보통신건물(홈네트워크건물) 인증

- 공동주택·오피스텔·업무시설 등 국내 정보통신 설비 일정 기준 충족 시 국가 공인 인증 부여
- 초고속 인터넷망·홈네트워크·IoT 연동 등 정보통신 서비스의 편리성·안정성 확보 목적으로 1999년 시행, 신축·리모델링 건설시장 실질적 표준 정착
- 추진 목적과 근거
 - 목적 : 주민과 입주자들이 현재 및 미래의 다양한 정보통신서비스(초고속 인터넷, IPTV, 홈자동화, IoT 등)를 편리하게 이용할 수 있도록 국내 정보통신 인프라의 고도화와 품질을 보장
 - 법적 근거 : 지능정보화 기본법 제34조에 따라 정부 차원의 초연결지능정보통신망 시책 마련 및 이행을 의무화하여, 해당 제도를 시행
- 인증 대상
 - 공동주택 : 「건축법」상 공동주택 (아파트, 연립주택, 다세대주택 등)
 - 업무시설 : 「건축법」에 명시된 업무시설(오피스텔 포함)
 - 홈네트워크 건물 : 일정 요건을 만족하는 준주택 오피스텔
 - 각 등급에는 인증마크(엠블럼) 및 인증 명판이 부착

○ 심사 기준 주요 내용

① 배선 및 통신설비

- 광케이블
 - 특등급 : 구내간선계 광케이블(SMF) 12코어 이상 (최소 8코어 이상은 초고속 인터넷사업자 사용 확보)
 - 디지털 방송, 통신 서비스 지원을 위한 광케이블 및 유선 통신망 필수
- 세대용 스위치
 - 1G/10Gbps 이상 스위칭 허브 및 IGMP(인터넷 그룹 관리 프로토콜)
- 무선AP(엑세스포인트)
 - IEEE 802.11ax(와이파이6) 및 WPA3 보안 규격 충족, PoE(IEEE 802.3af) 기준
- 구관로/구내배선
 - Cat6, Cat6A, Cat5e, 광섬유 등 배선 성능 및 구조에 따라 등급 차등 적용

② 서비스 확장성 및 미래기술 대응

- 다양한 통신사업자와 서비스 접속 가능성 보장.
- 홈네트워크 기기 간 연동성, IoT 확장성 심사.
- 스위치, 무선AP 등 주요 인프라의 고도화 및 교체 가능성 평가.

③ 보안 및 안전

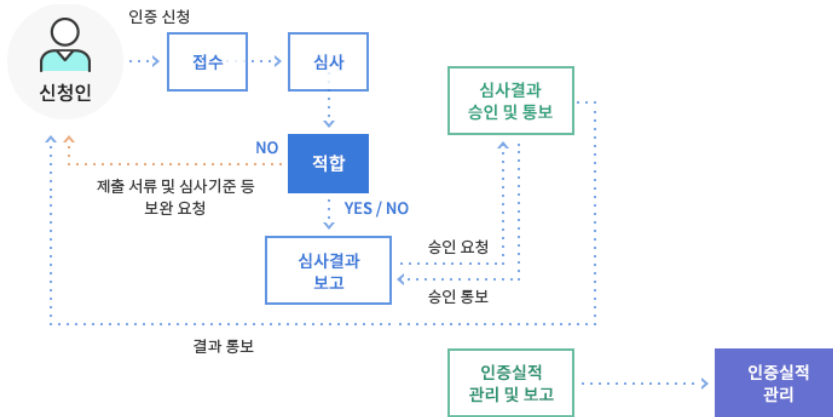
- 장비 인증서, 보안 프로토콜(TLS, WPA3 등) 점검 및 표준 준수 평가
- 장애 발생 시 대체 및 복구(페일 오버) 구조 반영

○ 인증 절차

- 신청 : 건설사·건물주는 관련 서류와 도면, 설계정보를 인증기관(한국정보통신진흥협회(KAIT))에 제출
- 서류 및 현장 심사 : 설계도 서류심사 → 현장방문 실사(설비 구축상태 검사)
→ 시험성적서 등 자료검증
- 등급 부여 및 마크 부착 : 판정 결과에 따라 등급/종류 명판, 인증서(마크) 부여
- 유효기간 및 재검증 : 최초 인증 후 매 5년 주기로 재심사 진행

[표 4-1] 초고속정보통신건물 내용 요약

구 분	초고속정보통신건물 인증	홈네트워크건물 인증
개념	구내 정보통신 인프라(광케이블, 배선, 인터넷망 등) 설치 품질과 서비스 확장성을 평가하고 인증	홈IoT, 스마트홈 등 다양한 기기·서비스의 연동성과 플랫폼 호환성을 중점 평가 및 인증
평가 범위	초고속 인터넷, CATV, IPTV, 전화·통신망 등 기본 정보통신 인프라	스마트월패드, IoT 센서, 홈게이트웨이 등 연동 및 자동화 인프라 중심
인증 등급	특등급, 1등급, 2등급 등급 구분	AAA, AA, A 등급 구분 (확장성·보안성 등 중심)
핵심 기준	배선·광케이블 품질, 다양한 통신사의 서비스 수용 능력, 기본 통신 품질과 안정성	기기 간 연동성, IoT 확장성, 스마트홈 서비스 지원 수준, 보안·자동화 기능
목적	신속·안정적인 인터넷 환경 및 통신망 인프라 구축 보장	미래 지향적 스마트홈(자동제어, 원격제어 등) 구현 기반 제공



[그림 4-1] 인증업무 프로세스(출처: KAIT 홈페이지)



[그림 4-2] 인증명판(출처: KAIT 홈페이지)

○ 실제 적용 사례와 효과

- 분양 경쟁력 확보와 입주자 생활 편의성 증대에 실질적인 도움이 됨
- 인증 건물은 정보통신 관련 민원이 적고, 다양한 통신사업자의 서비스 선택 폭이 넓음
- 각 지역 건설사들이 분양·임대 마케팅에 주력 요소로 활용하고 있음

○ 제도 현황 및 참고사항

- 1999년 시행 이후 수백만 세대가 인증을 취득했고, 신축 주거용 건축물의 60% 이상이 표준에 부합
- 제도는 꾸준히 개선되어, 최근에는 IoT, 스마트홈 인프라 기준 강화 등 시대 요구에 맞춘 최신 심사 기준이 적용되고 있음

■ **홈네트워크 시험(TTA 단체 표준 기반)**

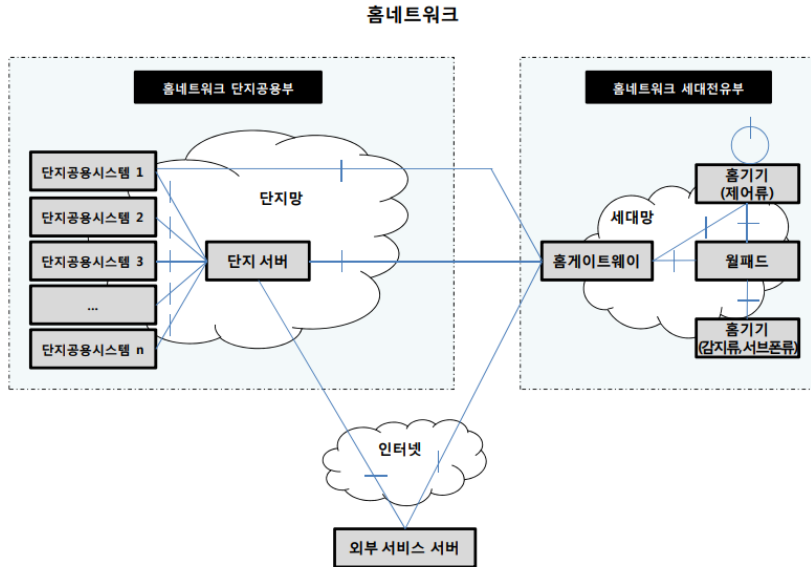
○ 개요

- 아파트, 주택 등 공동주택 내에 설치되는 정보통신 인프라(월패드, 홈게이트웨이 등)와 서비스가 국가 정보통신단체표준의 기술 요건을 충족하는지 기능·성능·상호운용성·보안성을 다각적으로 검증하는 제도

○ 관련 표준

- TTAS.KO-10.0318: 홈네트워크 단지 내 단말과 시스템 상호운용성 시험
- TTAK.KO-04.0169: 지능형 홈네트워크용 홈게이트웨이 시험 항목 및 시험방법
- TTAK.KO-04.0149: 홈네트워크 시스템의 참조 모델
- TTAK.KO-04.0240: 홈네트워크 세대간 네트워크 분리 설치 방법
- 한국산업표준, KS X 4503, "지능형 홈네트워크용 세대 단말기(월패드) 기능 및 인터페이스
- 정보통신공사업법 시행규칙, 방송통신발전기본법 등
- 배경: 공동주택 세대에 디지털 기기의 도입이 확산되고, 해킹 등 보안위협 증가에 따라 국가차원에서 공식 표준과 평가 기준 마련

- 인증 대상: 세대월패드(고정형/이동형), 홈게이트웨이, 스마트스위치, 센서, 단지 서버, 배관·배선 인프라 등



[그림 4-3] 홈네트워크 참조 모델(출처: TTA-KO-04.0149)

• 주요 시험 항목

- 물리적 인프라 평가 : 배관·배선, 집중구내통신실 면적(2㎡ 이상 확보) 등
- 기능/성능 : 단말기 응답속도(예: 3초 이내 동작), 서비스 지원 범위(연동 기기 최소 5종, 영상/음성통화 등)
- 상호운용성 : 타 제조사 홈네트워크 장비와의 호환성, OCF/KS X 6931 등 프로토콜 준수
- 보안성 : 네트워크 분리, 기기 암호화(예: AES-128 이상), 앱/펌웨어 보안, 정보보호 활동(시험성적서 또는 인증필수)
- 등급체계 : AAA~A등급, 예시로 AAA 등급은 주요 16항목 이상 충족 (100점 만점, 90점 이상)

• 심사 및 인증절차

- 신청(설계도면, 배선 설계, 시스템 사양 등)
- 서류 심사(2주 내외, 필요시 1회 연장 가능)
- 현장 실사(세대 수 2~4% 표본, 설치·연동 테스트 및 실측)
- 성능 및 보안시험(기기 정상 동작률 100% 요구, 보안·상호운용성 등 세부 채점)
- 판정, 공인인증서 발급

○ 적용 사례

- 2022년 이후 신축 공동주택 100% 네트워크 분리·보안 인증 의무화
- 삼성SDS 월패드(1호 인증), 신축 국공립아파트 등
- 2025년 기준 누적 2,600개 단지 인증 적용, 매년 20% 이상 실적 증가

■ 스마트홈 시험(TTA 단체 표준 기반)

○ 개요

- 스마트홈 시험/인증은 IoT, 클라우드, AI 등이 결합된 첨단 주거 서비스 플랫폼-허브·기기와 관련 앱의 표준 적합성, 상호운용성, 보안성을 평가

○ 관련 표준

- TTA.KO-04.0345: 스마트홈 서비스 상호운용성 시험
- 국제표준: OCF 1.0 표준, Matter(Connectivity Standards Alliance), ITU-T Y.4500 등

○ 다양한 제조사 서비스 플랫폼 및 IoT 기기의 집합 융합이 급성장하며, 플랫폼-앱-디바이스-클라우드 간 상호 호환성과 강력한 보안 요구

○ 인증 대상: 스마트홈 허브, 플랫폼(앱·서버·클라우드), 통합 IoT 디바이스(조명, 도어락, 가전 등 최소 15종), 연동 서비스 App

○ 시험 항목

- 플랫폼 허브 : OCF, Matter 표준 기반 다수 제조사 제품(예: 5개사 이상) 동시 연동 시험
- 앱 및 서비스 : 제어앱 국제 프로토콜 호환(ONVIF, Zigbee, Z-Wave, KNX 등), OTA 업데이트 보안, 권한·인증관리
- 기기/디바이스 : IoT 센서, 가전, 조명, 난방/에너지 제어 등 범용성 및 상황 인식
- 상호운용성 : 타사 플랫폼/허브/앱과 다이렉트 연동, 실시간 데이터 교환, 컨버전스 자동화(예: AI패턴 기반 제어)
- 보안성 : 사용자 인증, 통신 보안(AES-256, TLS v1.2 이상), 개인정보 암호화 및 로그 보존 등
- 클라우드·AI·빅데이터 기반 자동화 서비스에서 데이터의 국제적 보안·프라이버시 기준 충족 검사

○ 심사 및 인증절차

- 시험신청(기기 사양서, 연동서비스 설명 등)
- 표준적합성시험(프로토콜 호환성, 보안기능, 서비스 시나리오별 시험)
- 상호운용성 시험(교차 제품, 플랫폼 통합연동 시험, 다수 제조사 참여)
- 보안성·AI 기반 자동화 기능 종합시험
- 인증서/마크 부여 및 Matter·OCF 등 국제 인정 로고 사용권

○ 적용 사례

- 삼성전자 스마트싱스, LG IoT@Home 등 스마트홈 플랫폼 다중 연동 및 상호운용성 인증
- 2025년 기준, 인증 적용 및 실적은 연평균 23% 성장하고 있으며, 대규모 신축 단지에도 스마트홈 시험 적용이 확대
- 정부·지자체 공동사업의 시범 단지(스마트시티 포함)에서 플랫폼·기기-클라우드 연동 인증 의무화



[그림 4-4] 스마트홈 생태계 변화(출처: 과기정통부, 23.8월)

[표 4-2] 홈네트워크 및 스마트홈 시험 요약

시험 항목/특징	홈네트워크 시험	스마트홈 시험
관련표준	TTAS.KO-10.0318 TTAK.KO-04.0169 TTAK.KO-04.0149 TTAK.KO-04.0240	TTAK.KO-04.0345 OCF, Matter, ITU-T Y.4500 등
인증 대상	세대월패드, 홈게이트웨이, 단지서버, 배관 배선 등	통합플랫폼, 허브, IoT 디바이스(가전·조명·센서 등 15종+), 연동앱 등
물리적 인프라/설치	UTP Cat5e 이상 배선 사용, 집중구내통신실 2㎡ 이상, 배관배선 규격/공간 검사, 실제 설치상태 현장 실사(전체 세대비 2~4% 표본 실측)	IoT 인프라 환경(클라우드, 게이트웨이), 통합 플랫폼 구조, 스마트시티 및 서버 공간 등 플랫폼 별 적용
기능/성능	단말기 응답속도(3초 이내), 서비스 자원 범위(연동기기 5종 이상 필수), 음성/영상통화 등 기기 정상작동률 100%, 장비 동시연동 성능	자동제어 기능, 여러 제조사 기기 동시 제어, 시나리오 기반 통합제어(예: 외출, 귀가 자동화), AI 기반 서비스, 빅데이터 활용
상호운용성/프로토콜	타 제조사 홈네트워크 장비와의 상호호환성, OCF/KS X 6931 등 준수, 연동장비 통신 프로토콜 교차시험	국제표준(Matter, OCF), Zigbee, Z-Wave 등 적합성, 다양한 제조사(5개사 이상) 제품 동시 연동, 실시간 데이터 교환

[표 4-3] 홈네트워크 및 스마트홈 시험 요약

시험 항목/특징	홈네트워크 시험	스마트홈 시험
보안 (암호화·분리 등)	네트워크 분리(인터넷, 홈네트워크 분리 필수), AES-128 이상 기기 암호화, 월패드 등 정보보호 인증 필수, 소프트웨어/앱·펌웨어 보안점검	통신 암호화(AES-256, TLS v1.2 이상), 앱·클라우드 정보보호, OTA 업데이트 보안, 개인정보 암호화, 플랫폼·AI 데이터 보호
앱·클라우드 연계	앱 보안(사용자 인증, 접근제어 필수), 클라우드 일부 연동 및 정보보호 강화, 간단한 원격제어 지원	앱 플랫폼 연동(다중 클라우드·AI 서버), 빅데이터 연계, 상황 인식·자동화·원격제어 등 첨단 연동, 플랫폼 간 실시간 연계
등급·점수제	100점 만점, AAA(90점 이상), AA, A등급 등, 등급별로 세부 심사항목 12~18개 이상 기준 충족 필요	통과/비통과, 국제표준 로고(Matter/OCF 등) 사용 인증, 상호인정 체계, 서비스 범위·기능별 세부 분류
적용사례	신축 아파트, 국공립 임대주택, 대규모 단지(2025년 2,600단지 이상 누적), 월패드 1호 인증(삼성SDS) 등	스마트시티 시범단지, 삼성/SKT SmartThings, LG IoT@Home, 여러 제조사 IoT 연동 단지·공공 프로젝트 등
인증 절차/방식	①신청(서류접수) ②서류심사 ③현장실사(2~4% 표본) ④성능·보안·상호운용성 시험 ⑤등급판정·인증서 발급	①신청(사양서) ②국제·국내표준적합 시험 ③상호운용성 시험(다수 제조사 교차) ④보안·AI 자동화 시험 ⑤국제로고·공인인증서 발급

※ 홈네트워크 : 건물 기반의 물리적/논리적 인프라, 실측 및 엄격한 보안·상호운용성 검사, 국가표준 및 등급제 중심

※ 스마트홈 : IoT/플랫폼·앱/글로벌 상호연동성, 빅데이터/AI/클라우드 등 스마트 환경 인증 심사, 국제 표준·로고 인증 활용까지 포함

2) 국외 홈네트워크 분야 기술 인증 사례

■ 미국 (UL/ETL, Matter, Works with Alexa/Google, FCC 등)

○ 인증 항목

- 전기 안전(UL 325, ETL, 전류/절연/내화성), 무선통신 적합성(FCC)
- Matter : 스마트홈 기기 상호운용성, 보안, 에너지 관리(온도·센서)
- Works with Alexa/Google Home: 플랫폼 연동성, 음성 명령 정확도, 클라우드 연동, 앱 제어

○ 인증 절차/방법

- 제조사가 UL/ETL 등 공인 시험기관에 신청
- 시험소에서 전기적·물리적 테스트, 기능/소프트웨어 보안 시험
- Matter는 공인 시험 기관(Certification Test Lab)에서 시나리오별 상호연동 시험 진행
- FCC는 RF(무선주파수) 테스트 후 적합성 확인

○ 인증 내용

- 시험 성적서 또는 인증마크 부여
- Matter 인증은 제품·앱에 로고 부착, 플랫폼 공식 호환성 리스트 등
- Alexa, Google 등 인증은 제품 박스/앱에 로고 사용권 허용

■ 유럽(EU, CE, ETSI EN 303 645, Matter/OCF 등)

○ 인증 항목

- EMC(전자파 적합성), 전기 안전, RED(무선), 제품 내구성
- ETSI EN 303 645 : IoT 보안(기본 암호 금지, 소프트웨어 업데이트, 취약점 통보 체계 등)
- Matter/OCF : 플랫폼-디바이스 상호연동, 국제보안성, 프로토콜 호환

○ 인증 절차/방법

- 제조사가 Notified Body(인증기관)에 제품 제공
- 공인 시험 기관에서 각 시험 항목별 테스트
- 인증서 발행, CE 마크 부여
- Matter/OCF는 국제공인 인증 기관에서 시험 후 인증서·로고 발급

○ 인증 내용

- CE : 제품·포장에 마크, 유럽 전역 판매 자격
- ETSI EN 인증서는 보안수준·시험 상세 내역 첨부
- Matter/OCF : 국제표준 기반 상호인증·로고 사용권

■ 일본 (PSE, JPCERT, SHRC, Matter/OCF 등)

○ 인증 항목

- PSE : 전기 기기 안전(절연저항, 과부하, 전류누설, 구조),
- JPCERT : IoT/스마트홈 보안(네트워크 보호, 펌웨어 인증, 취약점 신고 등)
- SHRC(JEITA) : 단자·플랫폼의 에너지 절감, IoT 연동성, 해킹·보안 저항성

○ 인증 절차/방법

- 제조사가 PSE 시험소에 시료 제출, JPCERT 보안성 평가 제출
- 실제 동작 환경·연동 시나리오 시험
- 보안·기능성 충족시 인증마크, 국제공인 OCF·Matter 시험 추가 진

○ 인증 내용

- 전자제품/설비에 PSE 마크
- 플랫폼/앱, 프로젝트별 SHRC, 보안성 인증서
- Matter/OCF는 일본 시장 및 글로벌 상표 공유

■ 중국(CCC, IoT 보안등급, GT/T, Matter/OCF 등)

○ 인증 항목

- CCC(China Compulsory Certificate) : 전기/통신 안정성, 물리적 내구성, 화재 안전
- IoT 보안 등급 : 데이터 기밀, 사용자 인증, 내구성, 운영체제·앱 보안
- GT/T: 별도 국가표준(통신/제어 프로토콜, 지역 서버 연동 등)

○ 인증 절차/방법

- 제품 샘플을 공인시험소 제출
- 물리/통신/보안 테스트 후 CCC 마크 발급
- IoT 등급은 기능별·보안 심층 시험, Matter/OCF 병행 시험 가능

○ 인증 내용

- CCC 마크 의무 표시
- IoT 보안 등급 결과를 공식 인증서로 발급
- Matter/OCF는 글로벌 로고 동시 사용 가능

■ 국제공통(Matter/OCF, ISO/IEC 30141, ITU-T 등)

○ 인증 항목

- Matter/OCF 국제 표준 적합성(프로토콜, 보안 계층, 서비스 연동 등)
- 글로벌 플랫폼 연동성, AI 적용 시 데이터 보호, API 보안, OTA(원격업데이트) 등
- ISO/IEC 30141: IoT 아키텍처, 데이터 흐름, 프라이버시 및 보안 모델

○ 인증 절차/방법

- 공식 인증랩에서 시나리오별 프로토콜 연동, 글로벌 호환성, 보안시험 수행
- 실환경(음성인식, 모바일 앱, 다중기기) 검증
- 평가 통과시 국제인증서 발급·Matter/OCF 로고 부여

○ 인증 내용

- 제품·앱·플랫폼에 공식 로고 사용
- 글로벌 플랫폼 연동(Ex. Alexa, Google, Apple HomeKit 등)
- 글로벌 판매·상호 호환성 보장, 기술문서·인증서 공개

[표 4-4] 글로벌 주요 사례 요약

구분	인증 항목/인증 내용	인증 절차 및 방법	인증서/마크
미국	UL/ETL(전기안전), Matter(상호운용성·보안), FCC(무선)	공인시험소 제품 제출 -물리·전자 연동·보안시험 -결과통보	UL/ETL, FCC, Matter, Alexa 로고
유럽	CE(EMC·LVD·RED), EN 303 645(IoT보안), OCF/Matter	Notified Body 제출 -기술문서/시험-국제 상호시험 가능	CE마크, OCF-Matter 국제로고
일본	PSE(전기), JPCERT(보안), JEITA SHRC, Matter/OCF	샘플·SW제출 -에너지, 기능, 보안시험 -국제·일본기준 병행	PSE, 전자보안인증서, OCF-Matter 로고
중국	CCC(전기/통신), IoT등급, GT/T, Matter/OCF	시험소·국가기관에 샘플/문서 -기술·내구·보안시험-공식등급표기	CCC, 보안등급인증서, Matter/OCF로고
국제공통	Matter/OCF, ISO/IEC 30141, ITU-T 등	국제공인시험소 시험 -상호연동·플랫폼별 국제표준 적합성 검증	글로벌로고 (제품·앱·플랫폼사용)

2 층간소음 예방 시스템 평가 대상 및 요구사항(안)

1) 층간소음 예방 시스템 평가 대상

■ 공동주택 유사 인증 대상 조사

○ 공동주택에 적용 중인 유사 제품의 인증 종류 및 내용은 다음과 같음

[표 4-5] 유사 인증 사례

구 분	필요 인증	설명	적용 기능	관련 법령
월패드	KC, EMC, 무선기기, 통신기기, 성능평가	홈에이트웨이, 모니터링	인터폰, 난방조절, CCTV	전기안전법, 전파법, 국토부 고시
현관카메라	KC, EMC, 영상기기	영상 송출 장치	현관 연동	전기안전법, 전파법
세대정보 단말기	KC, EMC, 성능평가	단독형 LCD 장치	정보표시, 경보 수신	전기안전법, 국토부 고시
온도조절기	KC, EMC, 무선기기	디지털 조절기	난방, IoT 연동	전기안전법, 전파법
CCTV	KC, 영상정보기기, 보안인증	영상 녹화, 전송	보안 감시	개인정보보호법, 전파법
가스차단기 연동	KC, 무선기기	가스 안전장치 연동	월패드 경보 연동	전기안전법, 전파법

■ 층간소음 예방 시스템 평가 대상 정의

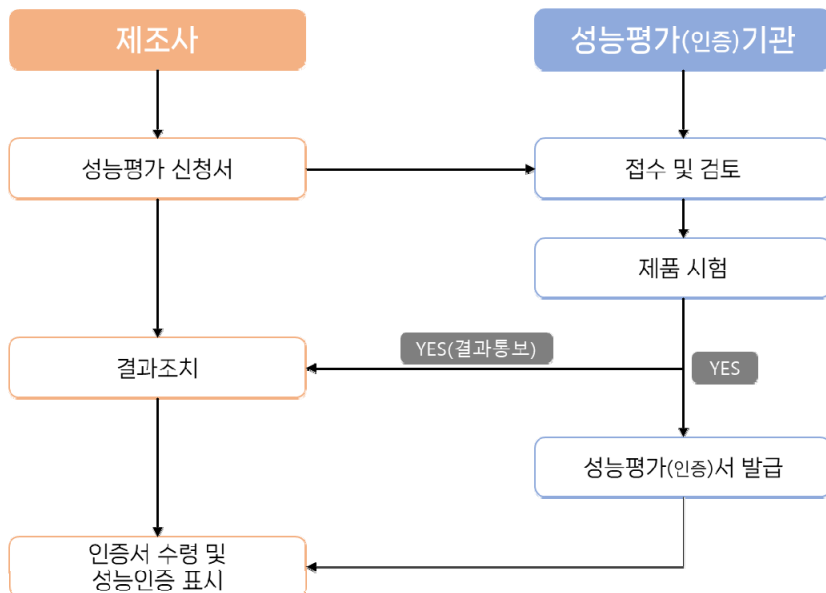
- 층간소음 예방 시스템은 층간소음 감지기, 월패드, 서버 시스템, 사용자 모바일 앱, 관리자 포털로 구성됨
- 여기서, 시스템의 기능성, 신뢰성, 재현성 등으로 고려하여 평가(인증) 대상 및 항목을 정의
 - 층간소음 감지기의 기술 기준을 고려하여 평가 사항을 정의
 - 월패드의 경우 층간소음 감지기와 연동되는 경우 필수 인증 사항 외 추가 인증 사항을 정의

[표 4-6] 평가 항목별 사전 요구사항

항목	사전 요구사항
충간소음 감지기	- KISA 보안 인증서 - KC 인증서 - Bluetooth SIG 인증(BLE 적용시) - 정보·통신 시험 성적서[추가] - 바닥충격음 측정 시험 성적서[추가]
월패드	- KC 인증서 - Bluetooth SIG 인증(BLE 적용시) - 초고속정보통신건물(홈네트워크건물) 인증서 등
서버 시스템	- 해당사항 없음
사용자 모바일 앱	- 해당사항 없음
관리자 포털	- 해당사항 없음

2) 시스템 평가 절차(안)

- 제조사는 평가 사항을 해당 시험 기관에 의뢰하여 인증서 또는 시험 성적서를 획득하여 LH에 제출



[그림 4-5] 충간소음 예방 시스템 성능 평가(인증) 절차(안)

3 층간소음 예방 시스템 평가 방안 : 정보·통신

1) 평가 대상

■ 평가(인증) 대상 정의

- LH공사 설계지침(전기·정보통신) 개정안_제3157호에 따라 개발된 층간소음 예방 시스템의 구성 요소인 층간소음 감지기, 월패드, 서버 시스템, 사용자 모바일 앱, 관리자 포털 일체

2) 평가 절차(안)

■ [시험평가 신청/접수] 단계

- 시험 대상의 인프라 구조, 시험 검증 분야에 따른 기술 구현 여부 등 시험 진행을 위해 사전에 참조해야 하는 요구사항 및 제출자료를 검토
- 검토 후 시험 검증 분야 및 세부 시험 항목에 대한 수행 여부를 결정
- 진행 절차 안내, 일정 협의, 시험 대상의 구현 명세 논의 등 시험 계획 수립을 위한 컨설팅 지원

■ [시험검증] 단계

- 평가 기관은 시험 계획 수립 후 검증 분야별 시험을 실시하고 이에 대한 결과로써 시험 성적서를 발행

■ [평가(인증)심의] 단계

- 정보통신기술(ICT) 분야 등의 외부 전문가로 구성된 평가(인증)심의위원회를 개최
- 평가 안전에 대한 결과(성적서)와 평가 적용 범위, 평가 부여에 대한 적절성 검토

■ [평가(인증)완료] 단계

- 평가 기관은 평가(인증)심의위원회로부터 의결 결과로 평가(인증) 승인을 받고 평가(인증)서 발급 및 평가(인증)마크 부여



[그림 4-6] 시험/평가(인증) 절차(안)

3) 시험 항목

■ 시험 대상

- 시스템을 구성하는 개별 요소 및 전체 시스템 하드웨어
- 각 하드웨어에 탑재되어 실제 기능을 구동하는 소프트웨어와 펌웨어의 알고리즘 정확성, 데이터 처리 능력, 보안성
- 각 구성 요소 간 데이터 전송을 위한 유·무선 통신 방식과 프로토콜의 준수 여부 및 연결성

■ 적용 단계

- (Lab 테스트)개발된 제품이 요구 사양을 충족하는지 확인하기 위해, 구축된 (통제된) 환경에서 기능과 성능을 평가하는 시험

■ 시험 항목별 세부내용

- 트리거 방식(센서 트리거, 서버 트리거) : 시험 대상인 충전소음 예방 시스템의 트리거 방식에 따라 시험 여부가 결정
- 필수/선택(필수, 조건부 필수, 선택) : 시험 항목을 반드시 수행하여야 하는지를 결정하며 조건부 필수의 경우 기능 구현 시 필수로 수행
- 시험 항목 : 시험 항목을 ‘구성 요소 / 시험 항목명’으로 구성
- 시험 개요 : 시험 목표, 시험 목적을 기술
- 제약 사항/사전 조건 : 해당 시험 항목을 수행할 때 반드시 지켜야 할 한계나 조건을 기술

- 시험 방법 : 세부 시험 절차를 기술
- 시험 결과 확인: 시험 결과에 대한 판정 기준 및 필수 확인 사항을 기술

※ 관련 표준 및 규격

■ 지침서 및 시방서

- 설계지침(전기·정보통신) 개정안_제3157호
- LHCS 31 75 40 15 스마트홈 시스템
- LHCS 31 75 30 30 홈네트워크시스템

■ 기술 표준

- Zigbee 3.0 Specification
- Bluetooth® Core Specification Version 5.2
- IEEE 802.3-2022: IEEE Standard for Ethernet

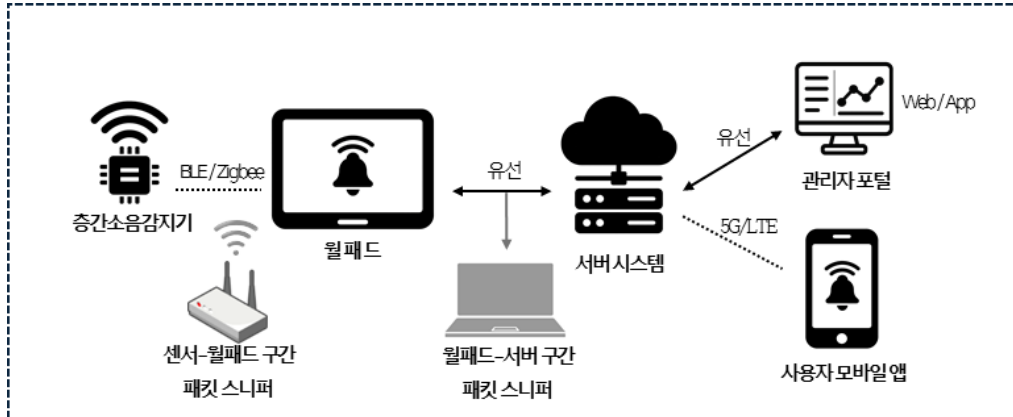
■ 시험 항목 요약

구분	시험 대상	시험 항목	구동 방식	필수/선택
Lab 테스트	충간소음 감지기	이벤트 데이터 송신	센서 트리거	필수
		센싱 데이터 송신	서버 트리거	필수
		무선통신 기술 적합성	전체	필수
		무선통신 데이터 필수 항목 확인	전체	필수
		트리거 수치 설정	센서 트리거	필수
		민감도 수치 설정	전체	필수
		센싱 데이터 송신 주기 설정	전체	선택
	월패드	실시간 알림 기능	전체	필수
		무선통신 기술 적합성	전체	필수
		데이터 필수 항목 서버 송신 확인	전체	필수
		충간소음 이력 조회	전체	선택
		연결 장비 상태 확인	전체	선택
	서버 시스템	충간소음 알림 생성 및 전송	서버 트리거	필수
	사용자 모바일 앱	충간소음 알림 기능	전체	필수
		충간소음 이력 조회	전체	선택
	관리자 포털	충간소음 데이터 관제 기능 확인	전체	필수
		연결 장비 상태 확인	전체	선택
		트리거 수치 설정	센서 트리거	선택
		민감도 수치 설정	전체	선택
	통합 시스템	무선통신 구간 시스템 재기동 안정성 확인	전체	필수
		무선통신 구간 재연결 확인	전체	필수
		종단간 전송 지연	전체	선택
		종단간 전송 성공률	전체	선택

4) 시험 환경 구성 및 시험 내용

■ 시험 환경 구성도

○ Lab 테스트 : 시스템 구성 요소별 테스트



[그림 4-7] 시험 환경 구성도(Lab 테스트)

■ 시험 항목 : Lab Test

○ 층간소음 감지기

Lab Test	층간소음 감지기	이벤트 데이터 송신
----------	----------	------------

트리거 방식	센서 트리거	필수/선택	필수
시험 항목	층간소음 감지기/이벤트 데이터 송신		
시험 개요	기준치 이상의 소음 발생 시 센서 트리거 방식의 층간소음 감지기가 이벤트 데이터를 송신하는지 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 기준 소음(45dB 이상)을 업체에서 발생(실제/시뮬레이션) - 이벤트 데이터: 기준 소음 이상의 층간소음 알림 전송 데이터 - 이벤트 데이터의 기준은 업체에서 제시 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 층간소음 감지기의 이벤트 데이터 송신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) 층간소음 감지기에 기준 소음(45dB 이상)을 발생
- (4) 패킷 스니퍼를 통해 층간 소음 감지기의 이벤트 데이터 송신 여부를 확인

판정 기준	이벤트 데이터를 송신하는지 확인
-------	-------------------

Lab Test	충간소음 감지기	센싱 데이터 송신
----------	----------	-----------

트리거 방식	서버 트리거	필수/선택	필수
시험 항목	충간소음 감지기/센싱 데이터 송신		
시험 개요	기준치 이상의 소음 발생 시 서버 트리거 방식의 충간소음 감지기가 센싱 데이터를 송신하는지 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 기준 소음(45dB 이상)을 업체에서 발생(실제/시뮬레이션) - 센싱 데이터: 충간소음 감지기의 측정 데이터 - 센싱 데이터의 기준은 업체에서 제시 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 충간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) 충간소음 감지기에 기준 소음(45dB 이상)을 발생
- (4) 패킷 스니퍼를 통해 충간 소음 감지기의 센싱 데이터 송신 여부를 확인

판정 기준	센싱 데이터를 송신하는지 확인
-------	------------------

Lab Test	충간소음 감지기	무선통신 기술 적합성
----------	----------	-------------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수
시험 항목	충간소음 감지기/무선통신 기술 적합성		
시험 개요	충간소음 감지기에 적용된 무선통신 기술이 Zigbee 또는 BLE인지 식별하고, 해당 통신 규격이 특정 기준 버전 이상인지 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 충간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) Zigbee 통신을 사용하는 경우, 패킷 스니퍼를 통해 Zigbee Profile ID 확인
- (4) BLE 통신을 사용하는 경우, 패킷 스니퍼를 통해 LL_VERSION_IND 패킷에 포함된 버전 필드값 확인

판정 기준	통신 규격 식별 및 버전 기준 확인 - Zigbee 3.0 HA 1.2 이상(Profile ID 0x0104) - BLE 5.2 이상(LMP(Link Manager Protocol) 버전 11이상)
-------	--

Lab Test	충간소음 감지기	무선통신 데이터 필수 항목 확인
----------	----------	-------------------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수												
시험 항목	충간소음 감지기/무선통신 데이터 필수 항목 확인														
시험 개요	충간소음 감지기가 소음값을 무선으로 송신하는 데이터에 모든 필수 항목이 포함되어 있는지 확인함														
제약 사항/ 사전 조건	- 필수 항목														
	<table><tr><th>항목</th><th>값(예시)</th></tr><tr><td>감지기ID</td><td>고유값</td></tr><tr><td>월패드ID</td><td>고유값</td></tr><tr><td>위치 정보</td><td>동/호수</td></tr><tr><td>시간 정보</td><td>년/월/일/시/분/초</td></tr><tr><td>측정 데이터</td><td>소음값(dB) 등</td></tr></table>			항목	값(예시)	감지기ID	고유값	월패드ID	고유값	위치 정보	동/호수	시간 정보	년/월/일/시/분/초	측정 데이터	소음값(dB) 등
	항목	값(예시)													
	감지기ID	고유값													
	월패드ID	고유값													
	위치 정보	동/호수													
	시간 정보	년/월/일/시/분/초													
측정 데이터	소음값(dB) 등														
- 필수 항목 외 데이터는 업체에서 정의															
- 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공															
시험 방법															

- (1) 충간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) 충간소음 감지기에 소음을 발생
- (4) 패킷 스니퍼를 통해 충간소음 감지기의 데이터를 취득함
- (5) 취득한 데이터 내에 필수 항목 포함 여부 확인

판정 기준	통필수 항목 및 업체 정의 항목 포함 여부 확인
-------	----------------------------

Lab Test	충간소음 감지기	트리거 수치 설정
----------	----------	-----------

트리거 방식	센서 트리거	필수/선택	필수
시험 항목	충간소음 감지기/트리거 수치 설정		
시험 개요	충간소음 감지기의 트리거 수치 조절 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 충간소음 감지기의 트리거 수치 조절 가능		
시험 방법			

- (1) 충간소음 감지기의 트리거 수치를 하향 조절
- (2) 트리거 수치 하향 조절됨을 확인
- (3) 충간소음 감지기의 트리거 수치를 상향 조절
- (4) 트리거 수치 상향 조절됨을 확인

판정 기준	충간소음 감지기의 트리거 수치 변경됨을 확인
-------	--------------------------

Lab Test	충간소음 감지기	민감도 수치 설정
----------	----------	-----------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수
시험 항목	충간소음 감지기/민감도 수치 설정		
시험 개요	충간소음 감지기의 민감도 조절 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 충간소음 감지기의 민감도 수치 조절 가능		
시험 방법			

- (1) 충간소음 감지기의 민감도 수치를 하향 조절
- (2) 민감도 수치 하향 조절됨을 확인
- (3) 충간소음 감지기의 민감도 수치를 상향 조절
- (4) 민감도 수치 상향 조절됨을 확인

판정 기준	충간소음 감지기의 민감도 수치 변경됨을 확인
-------	--------------------------

Lab Test	충간소음 감지기	센싱 데이터 송신 주기 설정
----------	----------	-----------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	충간소음 감지기/센싱 데이터 송신 주기 설정		
시험 개요	충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 주기 설정		
제약 사항/ 사전 조건	- 충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 주기 설정 가능 - 설정 주기는 업체에서 제시함 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 충간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 충간소음 감지기의 센싱 데이터 송신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) 업체에서 제시한 센싱 데이터 송신 주기로 설정
- (4) 패킷 스니핑을 통해 센싱 데이터 송신 주기 확인

판정 기준	설정된 센싱 데이터 송신 주기로 송신되는지 확인
-------	----------------------------

○ 월패드

Lab Test	월패드	실시간 알림 기능
----------	-----	-----------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	월패드/실시간 알림 기능		
시험 개요	월패드의 실시간 알림 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 센서에서 시뮬레이션 기능을 제공 - 주의/경고 알림을 시각적/음향적 표출 가능		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기를 준비하고 월패드와 연결
- (2) 층간소음 감지기에서 시뮬레이션 기능을 이용해 주의 알림 발생 시간 기록
- (3) 월패드에서 주의 알림을 시각적/음향적으로 표출 시간 기록
- (4) 층간소음 감지기에서 시뮬레이션 기능을 이용해 경고 알림 발생 시간 기록
- (5) 월패드에서 경고 알림을 시각적/음향적으로 표출 시간 기록
- (6) (2)~(5)를 10회 반복

판정 기준	평균 3초 이내 시각적/음향적 알림 표출 확인
-------	---------------------------

Lab Test	월패드	무선통신 기술 적합성
----------	-----	-------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	월패드/무선통신 기술 적합성		
시험 개요	월패드에 적용된 무선통신 기술이 Zigbee 또는 BLE인지 식별하고, 해당 통신 규격이 특정 기준 버전 이상인지 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보(Zigbee, BLE) 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기를 준비하고 월패드와 무선통신(Zigbee, BLE) 연결
- (2) 월패드와 층간소음 감지기와 무선통신 확인을 위한 패킷 스니퍼를 설정
- (3) Zigbee 통신을 사용하는 경우, 패킷 스니퍼를 통해 Zigbee Profile ID 확인
- (4) BLE 통신을 사용하는 경우, 패킷 스니퍼를 통해 LL_VERSION_IND 패킷에 포함된 버전 필드값 확인

판정 기준	통신 규격 식별 및 버전 기준 확인 - Zigbee 3.0 HA 1.2 이상(Profile ID 0x0104) - BLE 5.2 이상(LMP(Link Manager Protocol) 버전 11이상)
-------	--

Lab Test	월패드	데이터 필수 항목 서버 송신 확인
----------	-----	--------------------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수												
시험 항목	월패드/데이터 필수 항목 서버 송신 확인														
시험 개요	월패드와 서버 구간의 데이터 필수 항목을 확인함														
제약 사항/ 사전 조건	- 필수 항목 <table><tr><th>항목</th><th>값(예시)</th></tr><tr><td>감지기ID</td><td>고유값</td></tr><tr><td>월패드ID</td><td>고유값</td></tr><tr><td>위치 정보</td><td>동/호수</td></tr><tr><td>시간 정보</td><td>년/월/일/시/분/초</td></tr><tr><td>측정 데이터</td><td>소음값(dB) 등</td></tr></table> - 필수 항목 외 데이터는 업체에서 정의 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보를 업체에서 제공			항목	값(예시)	감지기ID	고유값	월패드ID	고유값	위치 정보	동/호수	시간 정보	년/월/일/시/분/초	측정 데이터	소음값(dB) 등
항목	값(예시)														
감지기ID	고유값														
월패드ID	고유값														
위치 정보	동/호수														
시간 정보	년/월/일/시/분/초														
측정 데이터	소음값(dB) 등														
시험 방법															

- (1) 층간소음 감지기와 월패드를 무선 연결, 월패드와 서버 간 유선 연결
- (2) 층간소음 감지기에 소음을 발생
- (3) 패킷 스니퍼를 통해 월패드의 송신 데이터를 취득함
- (4) 취득한 데이터 내에 필수 항목 포함 여부 확인

판정 기준	필수 항목 및 업체 정의 항목 포함 여부 확인
-------	---------------------------

Lab Test	월패드	충간소음 이력 조회
----------	-----	------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	월패드/충간소음 이력 조회		
시험 개요	월패드에서 충간소음 이력 조회 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 이력 조회 기준, 조회 기간은 업체에서 제시		
시험 방법			

- (1) 충간소음 데이터 이력을 생성(시간별, 일자별)
- (2) 월패드에서 충간소음 조회 메뉴로 진입
- (3) 사전 조건에 설정된 충간소음 이력을 조회
- (4) 조회 내용 확인

판정 기준	충간소음 이력 조회 기능을 확인
-------	-------------------

Lab Test	월패드	충간소음 감지기 상태 확인
----------	-----	----------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	월패드/충간소음 감지기 상태 확인		
시험 개요	월패드에 연결된 충간소음 감지기 상태(통신, 에러 등) 확인 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 해당사항 없음		
시험 방법			

- (1) 월패드에서 연결된 충간소음 감지기의 현재 상태를 확인
- (2) 충간소음 감지기와 월패드 간 통신 두절
- (3) 월패드에서 충간소음 감지기의 변경 된 상태를 확인

판정 기준	월패드에서 충간소음 감지기 상태 변경 전/후 확인
-------	-----------------------------

○ 서버 시스템

Lab Test	서버 시스템	충간소음 알림 생성 및 전송
----------	--------	-----------------

트리거 방식	서버 트리거	필수/선택	필수
시험 항목	서버 시스템/충간소음 알림 생성 및 전송		
시험 개요	서버 시스템에서 충간소음 데이터를 분석하고 월패드로 알림을 전송하는 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 트리거 값 이상의 충간소음 발생		
시험 방법			

- (1) 서버 시스템에서 충간소음 데이터를 수신
- (2) 충간소음 데이터 분석 확인
- (3) 서버 시스템에서 월패드로 알림(주의/경고)을 송신
- (4) 월패드의 알림(주의/경고) 표출 확인

판정 기준	서버 시스템의 분석을 통해 월패드로 충간소음 알림 송신 확인
-------	-----------------------------------

○ 사용자 모바일 앱

Lab Test	사용자 모바일 앱	충간소음 알림 기능
----------	-----------	------------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수
시험 항목	사용자 모바일 앱/충간소음 알림 기능		
시험 개요	사용자 모바일 앱의 충간소음 알림 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 테스트용 세대 인증 정보 사용 - 알림 방식 기준은 업체에서 제시		
시험 방법			

- (1) 사용자 모바일 앱에서 테스트용 세대 인증 정보를 이용하여 접속
- (2) 사전 조건에서 설정한 기준으로 알림 발생
- (3) 사용자 모바일 앱을 통해 충간소음 알림 확인

판정 기준	사용자 모바일 앱을 통한 충간소음 알림 확인
-------	--------------------------

Lab Test	사용자 모바일 앱	충간소음 이력 조회
----------	-----------	------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	사용자 모바일 앱/충간소음 이력 조회		
시험 개요	사용자 모바일 앱에서 충간소음 이력 조회 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 이력 조회 기준, 조회 기간은 업체에서 제시		
시험 방법			

- (1) 충간소음 데이터 이력을 생성(시간별, 일자별)
- (2) 사용자 모바일 앱에서 충간소음 조회 메뉴로 진입
- (3) 사전 조건에 설정된 충간소음 이력을 조회
- (4) 조회 내용 확인

판정 기준	충간소음 이력 조회 기능을 확인
-------	-------------------

○ 관리자 포털

Lab Test	관리자 포털	충간소음 데이터 관제 기능 확인
----------	--------	-------------------

트리거 방식	전체	필수/선택	필수
시험 항목	관리자 포털/충간소음 데이터 관제 기능 확인		
시험 개요	관리자 포털의 관제(이력 조회 등) 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 해당사항 없음		
시험 방법			

- (1) 관리자 포털에서 기간에 따른 충간소음 발생 이벤트 조회
- (2) 관리자 포털에서 누적 데이터 조회
- (3) 관리자 포털에서 검색(세대별, 기간별 등) 기능 확인

판정 기준	관리자 포털은 충간소음 데이터 관제가 가능하여야 함
-------	------------------------------

Lab Test	관리자 포털	연결 장비 상태 확인
----------	--------	-------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	관리자 포털/연결 장비 상태 확인		
시험 개요	관리자 포털을 통해 연결 장비 상태(통신, 에러 등) 확인 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 해당사항 없음		
시험 방법			

- (1) 관리자 포털에서 연결 장비의 현재 상태를 확인
- (2) 층간소음 감지기와 월패드 간 통신 두절
- (3) 관리자 포털에서 연결 장비의 변경 된 상태를 확인

판정 기준	관리자 포털에서 연결 장비 상태 변경 전/후 확인
-------	-----------------------------

Lab Test	관리자 포털	트리거 수치 설정
----------	--------	-----------

트리거 방식	센서 트리거	필수/선택	선택
시험 항목	관리자 포털/트리거 수치 설정		
시험 개요	관리자 포털에서 층간소음 감지기의 트리거 수치 조절 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 층간소음 감지기의 트리거 수치를 원격 조절 가능		
시험 방법			

- (1) 관리자 포털에서 층간소음 감지기의 트리거 수치를 하향 조절
- (2) 트리거 수치 하향 조절됨을 확인
- (3) 관리자 포털에서 층간소음 감지기의 트리거 수치를 상향 조절
- (4) 트리거 수치 상향 조절됨을 확인

판정 기준	층간소음 감지기의 트리거 수치 변경됨을 확인
-------	--------------------------

Lab Test	관리자 포털	민감도 수치 설정
----------	--------	-----------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	관리자 포털/민감도 수치 설정		
시험 개요	관리자 포털에서 층간소음 감지기의 민감도 수치 조절 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 민감도 수치를 원격 조절 가능		
시험 방법			

- (1) 관리자 포털에서 총간소음 감지기의 민감도 수치를 하향 조절
- (2) 민감도 수치 하향 조절됨을 확인
- (3) 관리자 포털에서 총간소음 감지기의 민감도 수치를 상향 조절
- (4) 민감도 수치 상향 조절됨을 확인

판정 기준	총간소음 감지기의 민감도 수치 변경됨을 확인
-------	--------------------------

○ 통합 시스템

Lab Test	통합 시스템	무선통신 구간 시스템 재기동 안정성 확인
----------	--------	------------------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	통합 시스템/무선통신 구간 시스템 재기동 안정성 확인		
시험 개요	무선통신 구간 기기의 재기동 시 자동 복구 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 자동 복구 기능(무선통신 연결) 지원 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보를 업체에서 제공		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기와 월패드를 무선 연결, 월패드와 서버 간 유선 연결
- (2) 층간소음 감지기의 전원을 차단 및 30초 후 재기동
- (3) 패킷 스니퍼를 통해 층간소음 감지기와 월패드 간 연결 여부 확인
- (4) 월패드의 전원을 차단 및 30초 후 재기동
- (5) 패킷 스니퍼를 통해 층간소음 감지기와 월패드 간 연결 여부 확인
- (6) 층간소음 감지기와 월패드의 전원을 차단 및 30초 후 재기동
- (7) 패킷 스니퍼를 통해 층간소음 감지기와 월패드 간 연결 여부 확인

판정 기준	층간소음 감지기와 월패드가 재기동된 경우 자동으로 무선통신이 복구
-------	--------------------------------------

Lab Test	통합 시스템	무선통신 구간 재연결 확인
----------	--------	----------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	통합 시스템/무선통신 구간 재연결 확인		
시험 개요	무선 구간의 일시적인 연결 끊김 발생 시 재연결 기능을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 자동 복구 기능(무선통신 연결) 지원 - 패킷 스니핑을 위한 암호 설정 정보를 업체에서 제공 - 차폐장치(실드박스)를 활용하여 통신 차단		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기와 월패드를 무선 연결, 월패드와 서버 간 유선 연결
- (2) 층간소음 감지기를 차폐장치를 통해 무선통신 차단 및 30초 후 차단해제
- (3) 패킷 스니퍼를 통해 층간소음 감지기와 월패드 간 연결 여부 확인
- (2) 월패드를 차폐장치를 통해 무선통신 차단 및 30초 후 차단해제
- (3) 패킷 스니퍼를 통해 층간소음 감지기와 월패드 간 연결 여부 확인

판정 기준	무선 구간의 일시적인 연결 끊김 발생 시 자동으로 무선통신이 복구
-------	--------------------------------------

Lab Test	통합 시스템	중단간 전송 지연
----------	--------	-----------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	통합 시스템/종단간 전송 지연		
시험 개요	시스템의 종단간 전송 지연을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 전송 흐름: 층간소음 감지기, 월패드, 서버 시스템, 관리자 포털		
시험 방법			

- (1) 층간소음 감지기 근처에서 충격음 발생 및 시작 시간 기록
- (2) 층간소음 감지 정보가 월패드, 서버 시스템을 거쳐 관리자 포털에 생성 확인 및 종료 시간 기록
- (3) 종료 시간과 시작 시간의 차이를 이용하여 전송 지연 시간 계산
- (4) 절차 (1)~(3)을 10회 반복 후 평균 전송 지연 계산

판정 기준	평균 전송 지연은 10초 이하 확인
-------	---------------------

Lab Test	통합 시스템	종단간 전송 성공률
----------	--------	------------

트리거 방식	전체	필수/선택	선택
시험 항목	통합 시스템/종단간 전송 성공률		
시험 개요	시스템의 종단간 전송 성공률을 확인함		
제약 사항/ 사전 조건	- 전송 흐름: 충전소음 감지기, 월패드, 서버 시스템, 관리자 포털		
시험 방법			

- (1) 충전소음 감지기 근처에서 충격음 발생 및 패킷 스니퍼를 통한 패킷 송신 확인
- (2) 충전소음 감지 정보가 월패드, 서버 시스템을 거쳐 관리자 포털에 저장 확인
- (3) 충격을 100회 발생시킨 후, 관리자 포털의 이력을 조회하여 패킷 송신 수 대비 관리자 포털 수신 패킷 수를 통해 종단간 패킷 손실률 계산

판정 기준	종단간 전송 성공률은 96% 이상 확인
-------	-----------------------

4 층간소음 예방 시스템 평가 방안 : 정확도(신뢰성/재현성)

1) 평가 대상

- LH공사 설계지침(전기·정보통신) 개정안_제3157호에 따라 개발된 층간소음 예방 시스템(층간소음 감지기 외)에 대해 KOLAS 시험 기관에서 층간소음 예방 시스템의 정확도 검증

2) 평가 절차

■ [시험인증 신청/접수] 단계

- 시험 대상의 구성(층간소음 감지기 또는 층간소음 예방 시스템 일체)에 대해 시험 진행을 위해 사전에 참조해야하는 요구 사항 및 제출 자료를 검토
- 검토 후 KOLAS 시험기관은 진행 절차 안내, 일정 협의, 시험 대상의 구현 명세 논의 등 시험 계획 수립을 위한 컨설팅 지원

■ [시험 검증] 단계

- 시험 기관은 시험 계획 수립 후 검증 분야별 시험을 실시하고 이에 대한 결과로써 시험성적서를 발행

■ [성적서 발행] 단계

- 시험인증기관은 ‘의뢰자 제시 기준’ 시험 결과와 KS F ISO 16283-2에 의해 측정된 결과의 편차를 명시하여 성적서 발급

3) 시험 항목

■ 시험 대상

- 층간소음 예방 시스템의 정밀도
- 층간소음 예방 시스템의 재현성

■ 층간소음 예방 시스템의 신뢰성·재현성 등을 시험 기관을 통해 검증

- 층간소음 예방 시스템의 성능을 검증하기 위해 KOLAS 시험기관에 의뢰하여 성적서 발급
 - 성능평가서를 발급받고자 하는 제조사는 제품을 지정 실험동(기준실험동 또는 이와 유사한 현장 등)에 설치하고,
 - KOLAS 시험 기관을 통한 바닥충격음 측정 결과와 층간소음 예방 시스템의 소음 분석 결과 제출
 - 해당 실험은 환경분야 시험검사(소음 진동 공정시험기준)³⁴⁾과 인정바닥구조³⁵⁾ 시험 방법 인용
 - 시스템의 정밀도와 재현성에 대해 시험
 - 바닥충격음 측정 결과와 시스템 분석 결과의 편차 확인

■ 시험 항목별 세부내용

- 트리거 방식(센서 트리거, 서버 트리거): 시험 대상인 층간소음 예방 시스템의 트리거 방식에 따라 시험 여부가 결정
- 필수/선택(필수, 조건부 필수, 선택): 반드시 수행하여야 하는지를 결정하며 조건부 필수인 경우 기능 구현 시 필수로 수행
- 시험 항목: 시험 항목을 ‘구성 요소 / 시험 항목명’으로 구성
- 시험 개요: 시험 목표, 시험 목적을 기술
- 제약 사항/사전 조건: 해당 시험 항목을 수행할 때 반드시 지켜야 할 한계나 조건을 기술
- 시험 방법: 세부 시험 절차를 기술
- 시험 결과 확인: 시험 결과에 대한 판정 기준 및 필수 확인 사항을 기술

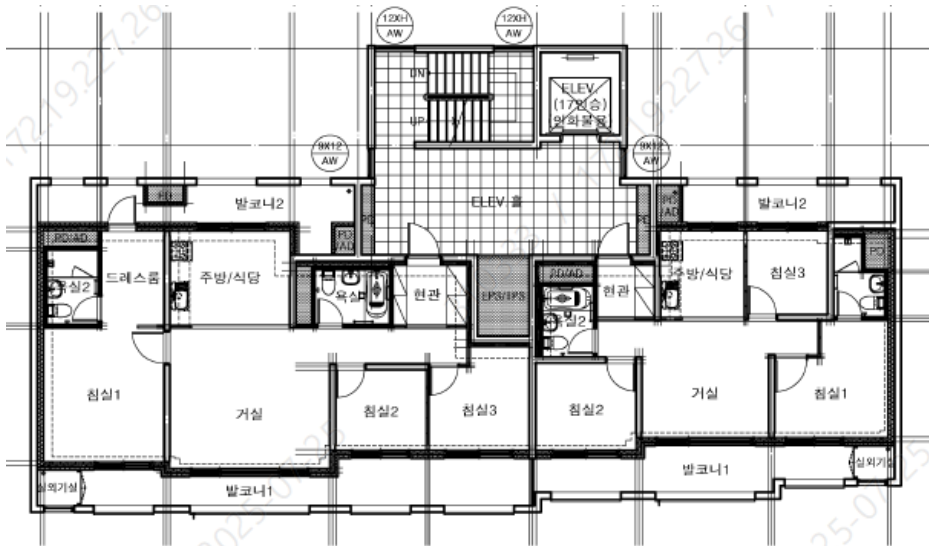
34) 국립환경과학원, 소음·진동 공정시험기준(2024.12.27.)

35) 국토교통부, 공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 검사기준(2023.08.28.)

4) 성능 평가 방안

■ 바닥충격음 실험을 위한 실험 환경 구성

- 층간소음 예방 시스템의 성능 검사는 지정 실험동(기준실험동 또는 이와 유사한 현장 등)에서 수행
 - 기준 실험동이란 LH에서 지정한 평면으로 구성된 벽식구조의 실험동
 - 유사 현장이란 기준 실험동과 평면(구조)이 유사한 현장
 - 거실 공간의 크기가 20m²이하 및 이상인 2개 세대



[그림 4-8] 기준 실험동 평면(안)

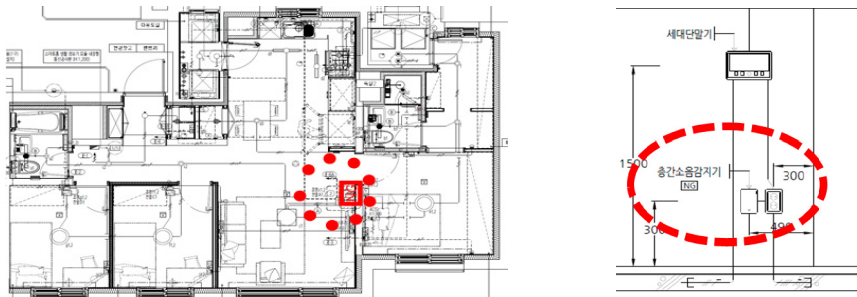
- 바닥충격음 실험을 위해서는 외부 소음에 대한 영향을 최소화할 수 있도록 실험 공간을 구성하여야 함
 - 외부 소음이 유입되지 않도록 외부 창문과 문은 닫으며, 실내의 모든 방문은 개방
 - 단, 욕실, 화장실, 다용도실, 창고 및 발코니 등의 문은 닫은 조건
- 실내 소음원(냉장고 소음, 시계알람 등)이 존재하는 경우 소음 영향을 최소화 하도록 일정 거리 이격(1.5m 이상) 등의 조치를 하여야 함
- 바닥충격음 실험 공간은 ‘공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 검사기준’에 따라 [그림 4-12]와 같이 거실 공간에서 수행함³⁶⁾³⁷⁾



[그림 4-9] 측정 대상 공간의 선정 방법(국토안전관리원, 2024)

■ 층간소음 예방 시스템의 설치

- 층간소음 예방 시스템의 층간소음감지기는 세대 중앙 위치(거실)의 내력벽에 최소 1개를 설치함
 - 층간소음 발생빈도가 높고 바닥진동 감지가 가능한 거실의 내력벽(바닥 마감에서 300mm이하 높이)에 설치



[그림 4-10] 층간소음 감지기 설치 예시

36) 국토교통부, 공동주택 바닥충격음 차단구조 인정 및 검사기준(2023.08.28.)

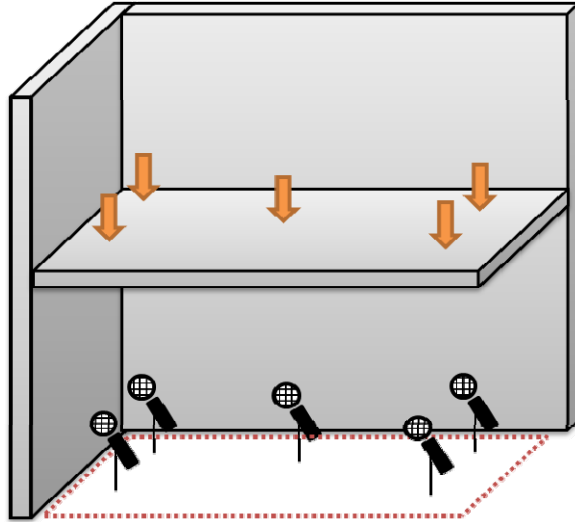
37) 국토안전관리원, 공동주택 바닥충격음 성능검사업무 매뉴얼, 2024.01

■ 바닥충격음 실험 장비

- 바닥충격음 측정 장비는 KS C IEC61672-1에 정한 등급 2의 소음계 또는 동등 이상의 성능 기기를 사용하여야 함
 - KOLAS-R-005을 준수하여 1년 이내 교정된 측정기기를 사용
 - 소음 측정시 측정 기기의 설정은 다음과 같이 설정
 - (청감보정회로) A특성
 - (동특성) 빠름(fast)
 - (샘플주기) 0.125s 이하
 - (주파수범위) 1/3옥타브 밴드의 50~630Hz
- 바닥충격음 충격원은 KS F ISO 16283-2 부속서 A의 요건을 만족하는 표준 중량충격원(고무공)을 사용하여야 함

■ 바닥충격음 실험 방법

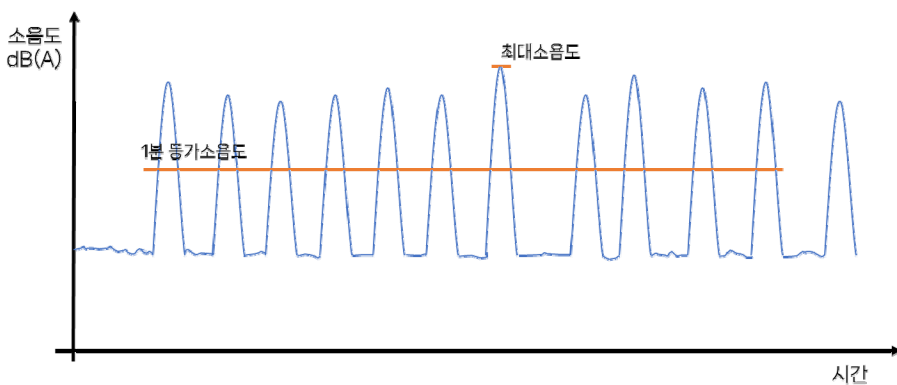
- 바닥충격음 측정은 표준중량충격원에 대한 층간소음 예방 시스템과 소음계의 동시 측정을 원칙으로 함
- 바닥충격음 측정은 KS F ISO 16283-2에서 규정하고 있는 실험방법에 따라 거실 공간에서 수행함
 - 바닥충격음 측정 전 측정기기의 교정(Calibration)을 실시
 - 거실 공간의 5지점에 소음계를 고정 설치하고 동시에 측정하여 저장
 - (측정높이) 소음계의 높이는 바닥으로부터 1.2m
 - (측정위치) 거실 공간의 중앙 1지점과 벽면 등으로부터 0.75m 떨어진 4지점 (단, 수음실의 바닥 면적이 14㎡ 미만인 경우에는 0.5m)
- 음원실의 충격원 충격 위치는 소음계의 설치 위치와 동일하게 구성하고, 각 충격 지점 별 10회 이상 가진함
 - 각 측정 지점은 1분 이상의 시간 동안 10회 이상을 가진하며,
 - 각 충격 별 시간 간격은 잔향음이 남지 않도록 5초 이상으로 함
 - 단, 현장 측정의 경우에는 잔향시간을 측정하고, 잔향시간의 2배 이상으로 충격원 시간 간격을 설정



[그림 4-11] 바닥충격음 측정 개념도

■ 바닥충격음 분석

- 바닥충격음 측정 결과는 층간소음 예방 시스템과 소음계에서 동시 측정된 결과를 비교·분석함
 - 소음도는 소수점 첫째 자리를 유효숫자로 계산
- 바닥충격음 분석은 최고소음도와 1분간 등가소음도를 기준으로 분석하며, 각 충격원 지점에 대한 결과를 표시함
 - 1분간 등가소음도와 최고소음도는 측정 기간 측정값 중 가장 큰 소음도로 함



[그림 4-12] 최대소음도와 1분 등가 소음도 예시

○ 배경소음에 대한 보정이 필요한 경우에는 측정 결과를 보정함

- 5분 이상 연속 측정한 등가소음도를 측정 공간의 배경소음 함
- 측정 소음이 배경 소음 대비 10dB(A) 이하인 경우에는 표 4-7의 보정표에 의한 보정치를 더함

[표 4-7] 배경소음의 영향에 대한 보정표

단위 : dB(A)

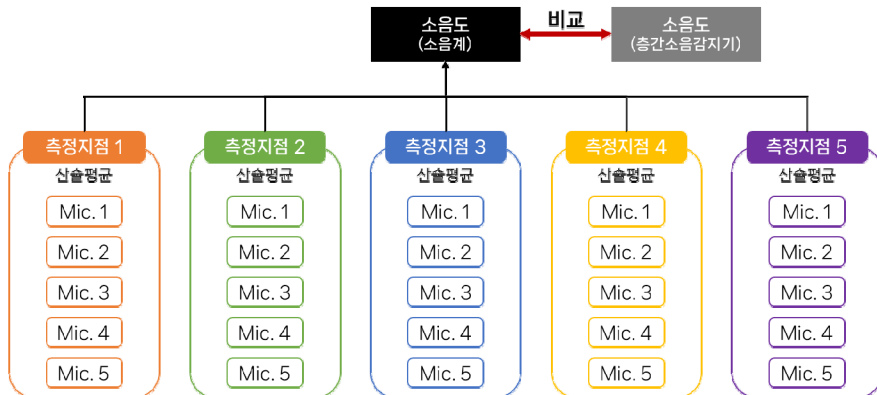
차이 (d)*	.0	.1	.2	.3	.4	.5	.6	.7	.8	.9
3	-3.0	-2.9	-2.8	-2.7	-2.7	-2.6	-2.5	-2.4	-2.3	-2.3
4	-2.2	-2.1	-2.1	-2.0	-2.0	-1.9	-1.8	-1.8	-1.7	-1.7
5	-1.7	-1.6	-1.6	-1.5	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3
6	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.1	-1.1	-1.1	-1.0	-1.0	-1.0
7	-1.0	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.9	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8
8	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6
9	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5	-0.5

* 차이(d) = 측정소음도 - 배경소음도

- 측정 소음과 배경소음이 3dB(A) 미만인 경우에는 ‘충간소음 측정자료 평가표[표 4-8]’의 ‘특이사항’란에 ‘대상소음도 (1분간 등가소음도 또는 최고 소음도 또는 5분간 등가소음도)는 배경소음도 미만’으로 기재

○ 소음계의 경우 각 충격 지점별 측정 결과는 산술평균하여 최종 측정 결과를 표기함

- 충격원 별 5개 소음계의 최대소음도와 1분등가소음도를 각각 산술평균
- 산술평균된 각 충격 지점별 결과를 산술평균하여 최종적으로 측정 대상 공간의 최대소음도와 1분등가소음도를 계산함



[그림 4-13] 바닥충격음 분석 방안

■ 바닥충격음 결과보고

- 최종 측정 결과는 [표 4-8]에 소음계 측정 결과와 층간소음 예방 시스템 분석 결과의 차이로 표기

[표 4-8] 층간소음 예방시스템 현장실험 측정자료

층간소음 예방시스템(노이즈가드) 현장실험 측정자료				
1. 제 품 명 : 000000 0-0BL				
2. 현 장 명 : 000000 0-0BL				
3. 현장주소 :				
4. 측정일시 : 2000.00.00. ~ 2000.00.00				
5. 측정지점 바닥평면의 중앙점을 포함한 5개소(측정지점간 이격거리 0.75m 이상)				
6. 측정결과 [편차]				
시험 횟수	최대 소음도		1분 등가소음도	
	20m이하	20m이상	20m이하	20m이상
1	0		0	
2				
3				
평 균				
불 임. 세대별 점검표 및 사진대지 1식. 끝.				
2025.00.00.				
시험자 소 속 : 직 위 : 성 명 : 홍 길 동 (인) 점검자 소 속 : 직 위 : 성 명 : 홍 길 동 (인)				

V

충간소음 예방 시스템 개발 가이드라인(안)

Key
Point

- 충간소음 예방 시스템 활성화를 위한 표준 규격 및 제도화 제안
- AI 기반 데이터 분석 및 데이터 활용 방안 제안

1 충간소음 예방 시스템 프로토콜 표준화

1) 글로벌 표준 프로토콜 : Matter

○ 정의

- Matter는 스마트홈 및 IoT 기기의 상호운용성을 보장하는 개방형 표준 통신 프로토콜
- Connectivity Standards Alliance(CSA)(구 Zigbee Alliance)가 주도하며, Google, Apple, Amazon, Samsung, LG 등 글로벌 기업들이 참여
- IP 기반 애플리케이션 계층 프로토콜로서, Wi-Fi, Thread, Ethernet 등 IPv6 지원 네트워크 위에서 동작
- BLE(Bluetooth Low Energy)는 주로 커미셔닝(기기 초기 설정) 단계에서 사용

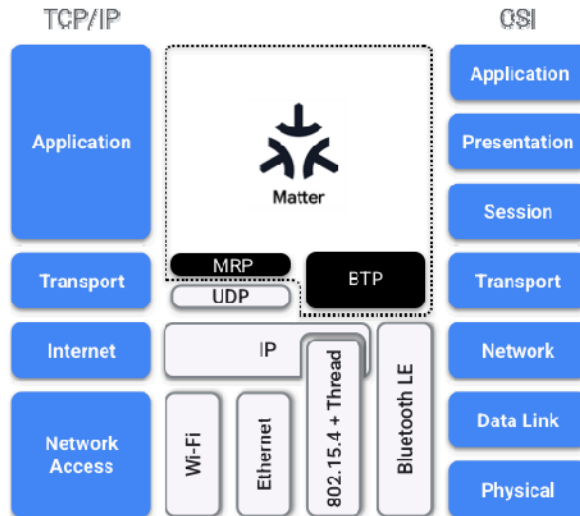
○ 주요 기술 특징

- 상호운용성 : 제조사-플랫폼에 관계없이 동일한 Matter 인증을 받은 기기들이 단일 네트워크에서 연동 가능
- 간소화된 온보딩(Onboarding) : QR 코드, NFC 태그, BLE를 활용하여 신속하고 표준화된 기기 추가 가능
- 로컬 제어 우선 : 인터넷이 중단되더라도 로컬 네트워크에서 기기 간 직접 제어 유지

- 보안성 : 디지털 인증서 기반의 강력한 암호화, 인증되지 않은 기기는 Matter 네트워크 접속 불가 (화이트리스트 기반)
- 다양한 네트워크 지원 : Wi-Fi(중속/고속 데이터), Thread(저전력 메시 네트워크), Ethernet(유선 안정성), BLE(설정용)

○ 데이터 모델 구조

- Node(노드) : Matter 네트워크 내에서 하나의 기기를 식별하는 단위
(예: 스마트 조명, 도어락, 센서 등)
- Endpoint(엔드포인트) : 노드가 제공하는 기능의 묶음 단위
 - 조명 기기의 엔드포인트 1은 조명 켜기/끄기, 엔드포인트 2는 밝기 조절
- Cluster(클러스터) : 엔드포인트가 제공하는 세부 기능의 그룹
 - On/Off 클러스터, Level Control 클러스터, Color Control 클러스터
- Attributes & Commands : 클러스터 내 기능을 구체적으로 제어하는 데이터 필드



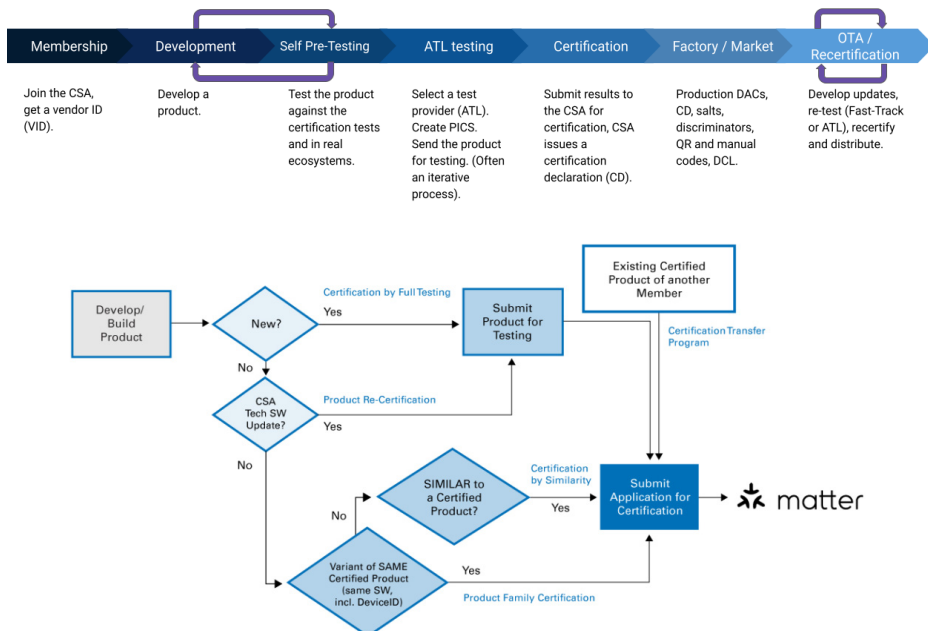
[그림 5-1] Matter Network Stack

○ 주요 적용 분야

- 조명(Lighting) : 전구, 스위치, 디머, 컨트롤러
- HVAC : 스마트 온도조절기, 냉난방기 제어기
- 보안(Security) : 스마트 도어락, 출입 감지 센서, 모션 감지기
- 가전제품(Home Appliances) : 냉장고, 세탁기, 건조기, 로봇청소기
- 미디어(Media) : 스마트TV, 스트리밍 기기
- 네트워크 인프라 : 라우터, 브리지, 액세스포인트
- 컨트롤러 : 스마트폰 앱, 스마트 스피커, 월패드, 터치패널

○ 표준 및 관리 주체

- 관리 주체 : CSA(Connectivity Standards Alliance)
- Matter Specification : 기기 유형별 동작 정의, 지원 통신 프로토콜 (Wi-Fi, Thread, Ethernet, BLE), 보안 프로토콜 (암호화, 인증서 구조), 데이터 모델 구조(Node-Endpoint-Cluster)
- 참여 기업 : Google, Apple, Amazon, Samsung, Signify(Philips Hue), LG, Comcast 등 다수



[그림 5-2] Matter 시험 인증 절차

○ 시험 및 인증 절차

- 인증 목적: 상호운용성·기능·보안 표준 충족 여부 검증
- 시험 프로세스:
 - ① CSA 가입 및 Vendor ID 획득
 - ② 제품 개발 (Matter 사양 기반)
 - ③ 사전 테스트(Pre-testing) - 내부/외부 테스트로 호환성 점검
 - ④ 공인 시험소(ATL) 시험 : 프로토콜 적합성, 상호운용성, 기능 시험 (On/Off, 상태 보고 등), 보안 시험 (암호화, 인증서 관리), 커미셔닝 (설정) 절차 검증
 - ⑤ CSA 보고서 검토 및 승인
 - ⑥ Matter 인증서 발급 및 로고 사용
- 시험 항목 : 프로토콜 적합성 (CSA 사양 준수), 상호운용성 (다양한 제조사 기기와 호환), 기능·성능·안정성 검증, 보안 검증 (인증서, 암호화), 표준 준수 여부

2) 층간소음 예방 시스템의 표준 프로토콜 제안

■ 트리거 방식에 따른 시스템 분류

○ 현재 개발 중인 층간소음 예방 시스템은 데이터 처리 방식에 따라 센서 트리거 방식과 서버 트리거 방식으로 구분할 수 있음



[그림 5-3] 층간소음 예방 시스템 트리거 방식 비교

- 서버 트리거 방식(Server-side Triggering)
 - 층간소음 감지기는 임계치 이상의 소음(진동) 발생시 일정 시간 측정된 소음 데이터를 월패드를 통해 서버로 실시간 전송
 - 서버에서 데이터 분석 및 임계값 비교, 이벤트 여부 판단
 - 소음 판단 시, 월패드 1차 및 사용자 앱 2차 알림 전송
- 센서 트리거 방식(Sensor-side Triggering)
 - 층간소음 감지기에서 데이터 분석, 임계값(Threshold)을 실시간 비교하여 기준치를 초과하면 즉시 이벤트 발생
 - 월패드로 1차 경고 알림 전송 후 서버에 해당 이벤트 데이터를 전송
 - 서버는 월패드로에서 전송받은 이벤트 데이터 저장 및 사용자 모바일 앱으로 2차 알림 전송(선택)

■ 필수 표준화 패킷(안)

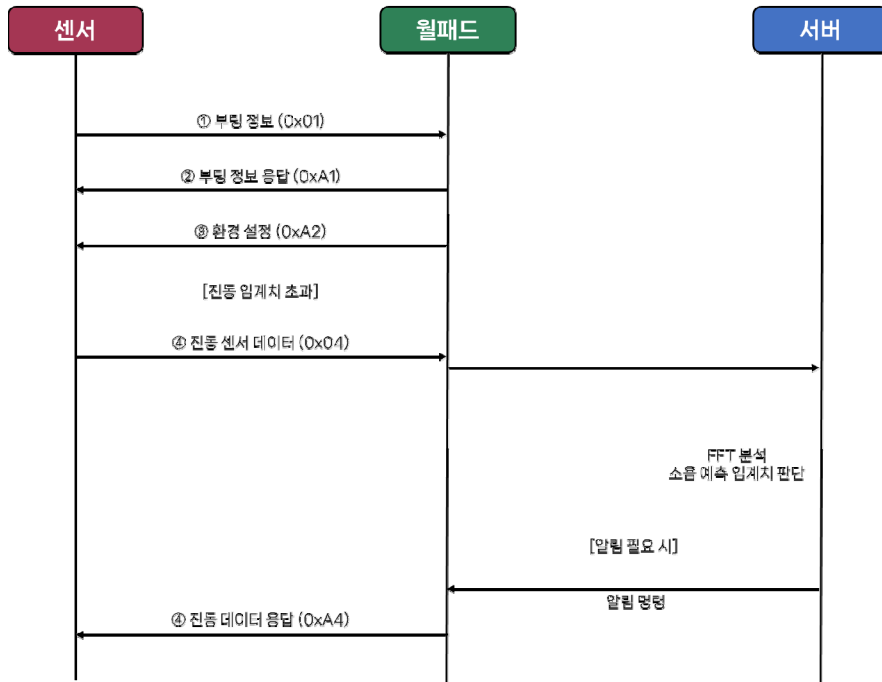
○ 데이터 DB 등을 구성하기 위해 필수적으로 프로토콜 표준화 필요

[표 5-1] 필수 패킷

필드	Description
Device ID	층간소음 감지기 고유 ID
Wallpad ID	연동된 월패드 고유 ID
Location	위치 정보(동/호수)
Timestamp	년/월/일/시/분/초

■ 권장 표준 패킷(안) [서버 트리거 방식]

- 센서는 진동(Time Domain)만 측정하고, 설정된 임계치(진동)를 초과하는 경우 트리거를 발생시켜 일정 시간(Duration) 동안의 Raw 데이터를 서버로 전송,
- 서버에서 FFT 분석 및 소음 임계치 판단을 수행하여 알림하는 방식
- 아래는 서버 트리거 방식 통신규약-Protocol의 예시를 나타냄



[그림 5-4] 통신 플로우(센서-게이트웨이)

[표 5-2] 서버 트리거 방식의 특징

항목	내용
분석 위치	중앙 서버
트리거 기준	진동 임계치(진동)
전송 데이터	Raw 진동 데이터(Time Domain 샘플링 데이터)
데이터량	많음(Duration × 샘플링 주파수)
응답 속도	상대적 지연(서버 분석 시간 필요)
센서 요구 사양	저사양 MCU 가능

[표 5-3] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ① 부팅 정보(0x01)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Firmware Ver	2	UShort	펌웨어 버전
Analysis Mode	1	Byte	0x02: 서버 트리거 방식
Reserved	26	Byte	예약 필드

[표 5-4] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ② 부팅 정보 응답(0xA1)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
처리결과	2	UShort	0x00: 정상, 0x01: 에러
Reserved	29	Byte	예약 필드

[표 5-5] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ③ 환경 정보(0xA2)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Time	8	64bit	서버 시간(동기화)
Analysis Mode	1	Byte	0x02: 서버 트리거 방식
Sampling_Hz	4	UInt	샘플링 주파수(Hz)
Threshold_Vib	4	Float	진동 임계치(g)
Duration	1	Byte	데이터 수집 시간(초)
Decibel_Cal	4	Float	보정값(센서별 설정)
Keep Alive Time	1	Byte	Keep Alive 주기(초)
Reserved	8	Byte	예약 필드

[표 5-6] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ④ 진동 센서 데이터(0x04)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Timestamp	8	64bit	Time_t(트리거 발생 시간)
Sampling_Hz	4	UInt	샘플링 주파수(Hz)
Duration	1	Byte	데이터 수집 시간(초)
Sample_Count	4	UInt	전체 샘플 개수
Vibration_Z[n]	4*n	Float[]	진동값 배열(Time Domain)

[표 5-7] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑤ 진동 센서 데이터 응답(0xA4)

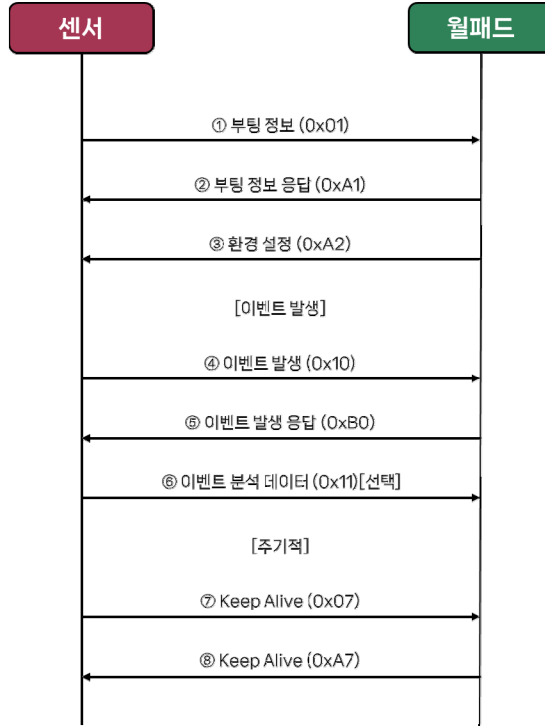
필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Timestamp	8	64bit	Time_t(트리거 발생 시간)
Sample_Count	4	UInt	전체 샘플 개수
Result	2	UShort	0x00: 정상, 0x01: 에러

[표 5-8] 서버 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑥ 월패드 알림 명령(0xC1)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Wallpad ID	2	UShort	대상 월패드 ID
Alert_Level	1	Byte	알림 단계(1~4)
Decibel_Max	4	Float	분석된 최대 소음도
Decibel_Leq	4	Float	분석된 등가소음도
Message	62	VARCHAR	알림 메시지(선택)

■ 권장 표준 패킷(안) [센서 트리거 방식]

- 층간소음 감지기 내부에서 주파수 분석(FFT) 및 소음 예측(dB)을 수행하여, 설정된 소음 임계치(dB)를 초과하는 경우 이벤트를 발생하는 방식
- 아래는 센서 트리거 방식의 통신규약-Protocol 예시를 나타냄



[그림 5-5] 통신 플로우(센서-월패드)

[표 5-9] 센서 트리거 방식의 특징

항목	내용
분석 위치	층간소음감지기(센서)
트리거 기준	소음 임계치(dB)
전송 데이터	분석 결과(이벤트 데이터, 옥타브밴드 결과)
데이터량	적음(이벤트 발생시만 전송)
응답 속도	빠름(센서에서 즉시 판단)
센서 요구 사양	고사양 MCU 요구(FFT 연산 능력 필요)

[표 5-10] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ① 부팅 정보(0x01)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Firmware Ver	2	UShort	펌웨어 버전
Analysis Mode	1	Byte	0x01: 센서 트리거 방식
Reserved	26	Byte	예약 필드

[표 5-11] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ② 부팅 정보 응답(0xA1)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
처리결과	2	UShort	0x00: 정상, 0x01: 에러
Reserved	29	Byte	예약 필드

[표 5-12] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ③ 환경 설정(0xA2)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Time	8	64bit	서버 시간(동기화)
Threshold_dB	4	Byte	소음 임계치(dB)
Alert_Level_1	4	Byte	1단계 알림 기준(dB)
Alert_Level_2	4	Byte	2단계 알림 기준(dB)
Alert_Level_3	4	Byte	3단계 알림 기준(dB)
Alert_Level_4	4	Byte	4단계 알림 기준(dB)
Keep Alive Time	1	Byte	Keep Alive 주기(초)
Reserved	2	Byte	예약 필드

[표 5-13] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ④ 이벤트 발생(0x10)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Timestamp	8	DATETIME	이벤트 발생일시
Decibel_Max	4	Float	최대 소음도(dB)
Decibel_Leq	4	Float	1분 등가소음도(dB)
Alert_Level	1	Byte	알림 단계(1~4)
Octave31	4	Float	1/1옥타브 밴드의 31.5Hz 소음도
Octave63	4	Float	1/1옥타브 밴드의 63Hz 소음도
Octave125	4	Float	1/1옥타브 밴드의 125Hz 소음도
Octave250	4	Float	1/1옥타브 밴드의 250Hz 소음도
Octave500	4	Float	1/1옥타브 밴드의 500Hz 소음도
Anlysis_SNQ	4	Float	단일수치량(선택)

[표 5-14] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑤ 이벤트 발생 응답(0xB0)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Timestamp	8	64bit	전송 시간
Result	2	UShort	0x00: 정상, 0x01: 예러

[표 5-15] 센서 트리거 방식의 프로토콜 스택(안): ⑦ Keep Alive(0x07)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Device ID	2	UShort	디바이스 아이디
Timestamp	8	64bit	디바이스 시간
Status	1	Byte	센서 상태(0x00: 정상)

2 층간소음 예방 시스템 관리자 모드 및 DB 표준화

1) 관리자 모드

- 층간소음 예방 시스템의 관리자 모드에서는 각 세대의 층간소음 감지기의 트리거 신호 및 센서 감도 등의 조정이 가능하여야 함
 - 트리거 신호 :
 - 층간소음관리위원회 또는 입주자대표회의에서 주의/경고의 알림 신호의 크기 결정
 - 층간소음 알림 신호의 크기를 일괄 조정 가능하도록 기능 구현
 - 센서 감도 :
 - 센서의 내구성 등을 고려하여 세대별 감도 조정이 가능하도록 기능 구현
 - 최초 층간소음 감지기 설치 시 센서의 감도 조정 수행

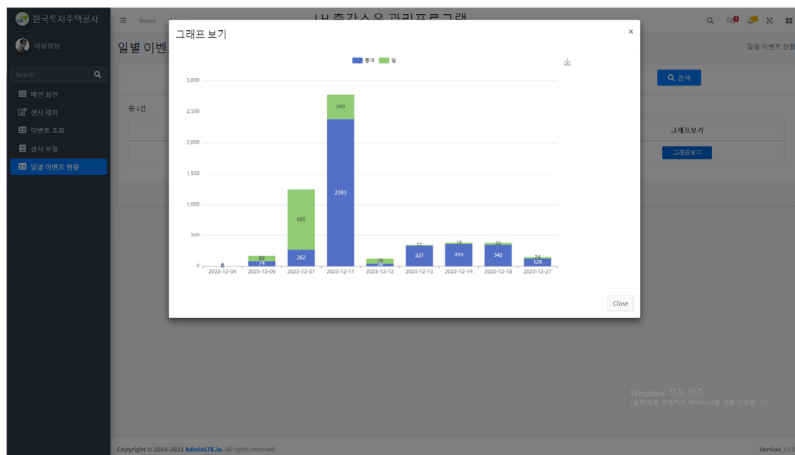
2) 층간소음 DB 구축 및 분석

- 층간소음 예방 시스템은 소음 발생 세대에게 해당 상황을 인지시키는 기능을 주요 기능으로 개발되고 있음
- 추가적으로 소음 발생 상황에 대한 이벤트를 서버에 저장하고, DB화하여 분쟁 발생시 참고용 자료로 활용될 수 있을 것으로 판단됨
 - 단, 현재까지 층간소음 예방 시스템의 신뢰성은 약 3dB로 판단됨
 - 따라서 향후 신뢰성 개선이 필수적으로 요구됨
- 층간소음 관련 분쟁이 발생하는 경우 층간소음 발생 현황을 열람할 수 있도록 기능을 추가 구성하고자 함
 - 현재까지는 층간소음 관련 분쟁이 발생하는 경우 ‘층간소음 이웃사이센터’에 민원을 접수하여 분쟁을 해결하고자 함
 - 층간소음 분쟁 발생시 층간소음 이웃사이센터에 접수하며, 분쟁이 해소되지 않는 경우 현장 측정을 수행함
 - 단, 층간소음 피해 상황 재현 등이 불가능하기 때문에 한계는 존재함

발생시간	센서번호	대사형(40)	1/3옥타브(81)	1/3옥타브(84)	1/3옥타브(8225)	1/3옥타브(226)	1/3옥타브(300)	레벨(96)	문서결과	주제수문서
2023-12-27 15:24:32.0	1	94.984	61.3553	57.3655	60.5553	49.4639	36.1877	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:23:21.0	1	81.2652	79.7346	75.976	54.073	43.8225	33.6948	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:21:18.0	1	94.7985	84.4715	73.3197	55.9951	44.7108	34.1115	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:19:15.0	1	89.5042	88.4304	82.509	71.9918	56.1555	42.3607	4000	원	충격수문서
2023-12-27 15:18:08.0	1	105.592	105.614	96.4927	77.2112	63.3287	47.1447	4000	원	충격수문서
2023-12-27 15:16:34.0	1	81.8958	72.8662	81.1034	95.2323	44.7457	35.1643	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:17:48.0	1	89.6786	86.6662	86.6516	61.8434	50.0037	39.2101	4000	원	충격수문서
2023-12-27 15:16:37.0	1	94.8899	89.9189	69.9408	94.7109	45.641	35.8793	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:14:49.0	1	94.6439	84.5208	68.0066	57.1461	44.3917	34.318	4000	충격	충격수문서
2023-12-27 15:14:01.0	1	88.7335	80.0881	87.687	74.7318	58.8311	42.7055	4000	원	충격수문서

[그림 5-6] 세대별 측정 데이터 로그 화면(예시)

- 관리자(서버) 프로그램에서는 세대별, 센서별 바닥충격음 발생 이벤트 정보를 저장하고 관리자가 확인할 수 있도록 ‘이벤트 조회’ 기능을 구성함
- 해당 메뉴에서는 센서를 설정하고, 해당 센서가 설정한 기간 동안 발생한 바닥충격음 이벤트 정보를 확인할 수 있도록 구성
 - 여기서, [그림 5-5]과 같이 이벤트 발생시 해당 이벤트에 대한 내력벽 진동, 바닥충격음(1/3 옥타브 밴드) 등이 표시되도록 구성
- 각 세대에서 특정 기간 동안 이벤트 발생 횟수 등을 확인할 수 있는 페이지를 구성



[그림 5-7] 누적 바닥충격음 이벤트 조회 화면(예시)

○ Database

[표 5-16] 데이터베이스 테이블(예시)

테이블	세부 내용
event	- 센서의 이벤트를 일자별, 센서별 저장하는 테이블
sensor	- 센서 정보 자체를 저장하는 테이블 - 센서의 각종 설정 값들을 저장
code_class	- 공통 코드의 그룹을 지정하는 테이블
common_code	- 공통 코드 테이블

[표 5-17] 이벤트 테이블(안)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Event_ID	11	INT	이벤트 고유 ID
Sensor_ID	11	INT	센서 ID
Wallpad_ID	11	INT	월패드 ID
Timestamp	8	DATETIME	이벤트 발생 일시
Trigger_Mode	1	TINYINT	1: 센서트리거, 2: 서버트리거
Decibel_Max	4	Float	최대 소음도(dB)
Decibel_Leq	4	Float	1분 등가소음도(dB)
Alert_Level	1	Byte	알림 단계(1~4)
Octave_31	4	Float	1/1옥타브 밴드의 31.5Hz 소음도
Octave_63	4	Float	1/1옥타브 밴드의 63Hz 소음도
Octave_125	4	Float	1/1옥타브 밴드의 125Hz 소음도
Octave_250	4	Float	1/1옥타브 밴드의 250Hz 소음도
Octave_500	4	Float	1/1옥타브 밴드의 500Hz 소음도
Analysis_SNQ	4	Float	바닥충격음 단일수치량
raw_data_path	512	VARCHAR	Raw 데이터 파일 경로(서버 트리거)

[표 5-18] 센서 테이블(안)

필드	크기(Byte)	Data Type	Description
Sensor_ID	11	INT	센서 ID
Sensor_name	50	VARCHAR	센서 설치 이름
location	20	VARCHAR	설치 위치(동/호수)
Trigger_Mode	1	TINYINT	1: 센서트리거, 2: 서버트리거
threshold_dB	4	Float	소음 임계치(dB) (센서 트리거)
threshold_Vib	4	Float	진동 임계치(g) (서버 트리거)
Sampling_Hz	11	INT	샘플링 주파수(Hz)
Duration	1	INT	데이터 수집 시간(초)
Decibel_Calibration	4	Float	보정값(센서마다 다를 예정)
Keep Alive sec			Keep Alive 주기
firmware_ver	11	INT	펌웨어 버전
Keep_alive	11	INT	지동된 초 마다 Keep Alive 패킷 전송
install_data	8	DATETIME	설치 일자
last_Keepalive	8	DATETIME	마지막 keep alive 시간
use_yn	1	CHAR	사용 여부(Y/N)
Octave_correction1	4	Float	1/1옥타브 밴드의 31.5Hz 보정값
Octave_correction2	4	Float	1/1옥타브 밴드의 63Hz 보정값
Octave_correction3	4	Float	1/1옥타브 밴드의 125Hz 보정값
Octave_correction4	4	Float	1/1옥타브 밴드의 250Hz 보정값
Octave_correction5	4	Float	1/1옥타브 밴드의 500Hz 보정값

3 AI 기반 서비스 고도화 연구

1) AI 기반의 층간소음 데이터 분석 서비스 고도화 : 생활·안전·환경의 혁신 도모

- AI 기반 층간소음 데이터 분석은 단순 민원 대응을 넘어, 생활 안전과 복지 증진, 주거 환경 개선을 위한 융합 서비스로의 확장성이 큼
 - 노약자 위험 상황 감지, 실시간 침입 알림 및 범죄 예방, 거주 패턴 분석, 건물 안전 및 에너지 관리 등 응용서비스 창출 가능
- AI와 빅데이터의 융합을 통해 기존 사후 대응 체계가 예측 기반의 선제적 관리 체계로 전환하여 사회적 비용 절감과 공동체 신뢰 구축이 가능
- 빅데이터 기반 안전 및 환경 플랫폼의 중요성이 강조되고 있으며, 층간소음 기술 분야도 정책, 산업, R&D 분야의 전략적 연계 분야로 인식이 필요

2) 미래 발전을 위한 연구·실증 방향 제안

- 데이터 기반 AI 생활·안전 플랫폼 개발
 - 빅데이터와 AI 분석 기술을 활용하여 층간소음을 포함한 다양한 생활 안전 및 위험 요소를 통합적으로 모니터링, 예측·관리하는 상용화 플랫폼 개발
 - 센서, IoT, AI를 융합한 신뢰성 높은 데이터 기반 환경 구축과 실시간 자동 알림·예측 서비스를 갖춘 지능형 통합플랫폼 기술 연구
- 정책·표준 마련 및 법·윤리적 고려 강화
 - 실제 거주 현장과 사회적 수요, 개인정보보호 및 윤리 이슈를 반영한 데이터 처리 정책 마련이 필수적
 - 국제 표준 및 정책 동향을 모니터링하며, 국내 법·제도와 연계한 실효성 있는 표준 수립 연구의 병행이 필요
- 실증·신뢰성 연구의 지속적 확산 및 효과성 검증
 - 다양한 실제 주거 환경을 대상으로 한 실증 연구와 사례 기반의 시험·인증 성능 평가를 확대하여 기술 신뢰성을 향상
 - 민간·공공·산업 협력 모델을 통한 실증적 확산으로 실제적 효과성 확보하고 파급효과와 필요성을 증대

VI 결 론

Key Point

- 층간소음 예방 시스템은 기존의 구조적·사후적 대응의 한계를 극복하고, 거주자의 '인지'와 '행동'을 변화시키는 새로운 층간소음 저감 방안임
- 이웃 간의 배려와 이해를 증진시켜 공동체 문화를 개선하고, 나아가 AI 기술과 결합하여 안전하고 스마트한 주거 환경을 구현하는 핵심 인프라로 기대

1. 공동주택 층간소음 분쟁에 대한 새로운 접근

- 공동주택 거주 비율이 79%에 달하는 한국에서는 층간소음이 연간 3만건 이상의 분쟁을 유발하는 심각한 사회 문제임
 - 층간소음 중 바닥충격음이 70%이상으로 가장 많은 비중을 차지하고 있음
 - 기존의 바닥충격음 저감 기술은 슬래브 두께 증가, 고성능 완충재 적용 등 구조적·재료적 개발에 한정적임
 - 이러한 저감 기술은 표준충격을 기준으로 하며, 과도한 생활충격이 발생할 경우 근본적인 해결책이 되지 못하는 한계가 존재함
 - 대부분 층간소음 분쟁은 소음 발생 세대는 자신의 행동을 인지하지 못해 심화되는 경향이 존재함
- 본 연구에서는 기존 층간소음 저감 기술의 한계를 극복하고자, '사후 대응'에서 '사전 예방'으로 패러다임을 전환할 것을 제안함
 - 사회심리학적 접근을 결합한 '층간소음 예방 시스템'을 통해 거주자가 스스로 소음 발생을 인지하고 행동을 조절하도록 유도함으로써,
 - 기술적 한계를 넘어 주거 문화를 개선하는 새로운 해결 방안을 제시함

2. 심리학적 접근의 효과와 필요성

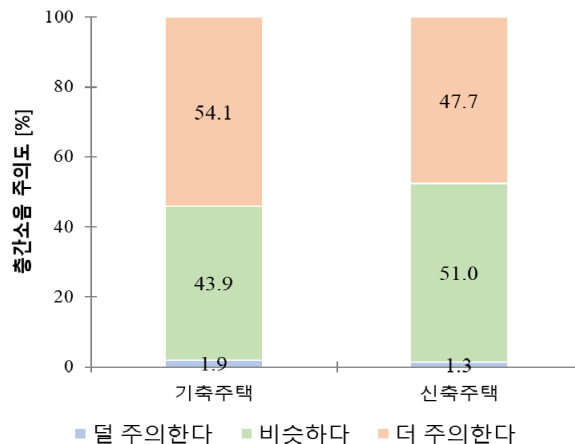
- 층간소음 예방 시스템은 소음 발생 세대가 상황을 '인지'할 수 있도록 월패드 등으로 알람을 제공하고,
- 과도한 생활충격력이 발생하지 않도록 행동을 스스로 제어할 수 있도록 유도함

○ LH공공주택전기처에서 실시한 ‘층간소음 예방 시스템(노이즈가드)’에 대한 거주 후평가(POE)에서 층간소음 저감 효과 입증

- ‘24년 LH가 신축 및 기축 공동주택에 층간소음 예방 시스템(노이즈가드)을 시범 적용하고, 거주후평가(POE) 실시
- 소음 발생 상황 인지를 통한 층간소음 저감 효과 및 행동 변화 검증

주요 POE 결과 :

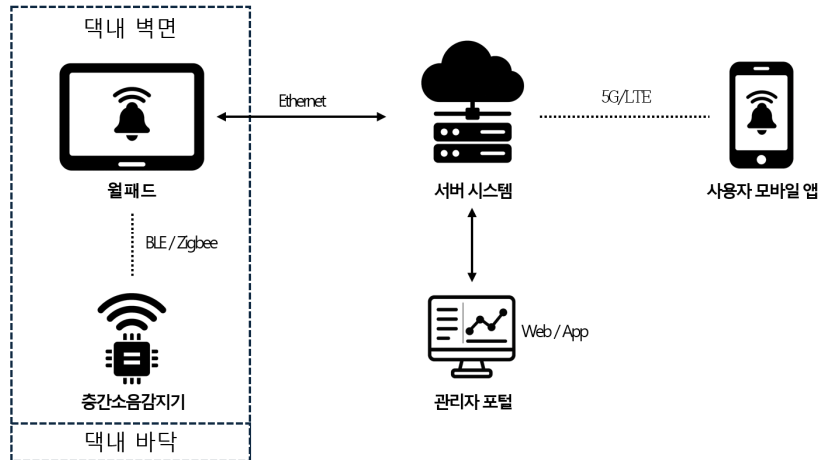
- 행동 변화 유도 : 신축주택 응답자의 47.7%, 기축주택 응답자의 54.1%가 ‘소음 발생에 더 주의하게 되었다’라고 응답
- 민원 및 갈등 감소 : 응답자의 91.7%가 시스템 설치 이후 층간소음 민원을 제기하거나 받은 경험이 없다고 답해, 직접적인 갈등 예방 효과를 입증



[그림] 시스템 설치 후 층간소음 주의도 변화

3. 층간소음 예방 시스템(노이즈가드) 기술 기준

- LH(공동주택전기처)는 층간소음 예방 시스템의 안정적인 도입과 확산을 위해 다음과 같은 기술 기준을 수립
- 시스템 구성 및 작동 방식
 - 시스템은 ①층간소음감지기, ②월패드, ③서버시스템, ④사용자모바일앱, ⑤관리자포털로 구성



[그림] 시스템 구성 개요도

○ 구성 요소별 주요 기술 기준

- 시스템의 안정성과 신뢰성을 확보하기 위해 구성 요소는 아래의 핵심 기술 기준을 충족해야 함

구성 요소	기술 기준
충간소음 감지기	측정 방식 : 3축 가속도계 센서를 이용한 구조물 진동 측정 측정 범위 : 30 ~ 70dB(변환값) 이상 감지 통신 : Zigbee3.0(HA1.2이상) 또는 BLE5.2 이상 무선 통신 설치 : 세대내 거실 등 중앙 위치의 내력벽(바닥 마감면에서 300mm 이하) 인증 : KISA 보안인증(Lite등급이상), KC전자파인증 필수
월패드	기능 : 소음 발생시 시각적/음향적 1차 알림(팝업, 음성안내), 이력 조회, 감도 설정 연동 : 감지기와 무선(Zigbee/BLE), 서버와 유선(Ethernet)으로 연동 성능 : 알림 발생시 평균 3초 이내 표출
서버시스템	기능 : 데이터 수집, 저장, 분석, 알림 생성 및 전송, 시스템 상태 총괄 관리 사양 : Quad-Core 2.13GHz 이상 CPU, 8GB 이상 메모리(로컬/클라우드서 버) 보안 : SSL 암호화 통신, 사용자 인증 토큰 기반 접근 제어
사용자앱/ 관리자포털	사용자 앱 : 실시간 푸시 알림, 소음 발생 이력 및 통계 확인, 피드백 기능 관리자 포털 : 단지/세대별 통계 조회, 민원 대응 참고 자료 열람, 시스템 및 기기 상태 실시간 모니터링

○ 알람 체계

- 법적 기준과 연계, 거주자의 자발적 조절을 유도하기 위한 4단계 알람 체계를 운영

구 분	단계	기준	목적
주 의	1단계	39dB 이상 소음이 5초내 3회 이상 발생	법적기준초과 전 자발적조절 유도
	2단계	39dB 이상 소음이 5초내 6회 이상 발생	
경 고	3단계	(주간) 39dB/1분등가소음 이상 (야간) 34dB/1분등가소음 이상	「공동주택 층간소음 규칙」의 등가소음도 기준초과경고
	4단계	(주간) 57dB 이상 소음 1회 발생 (야간) 52dB 이상 소음 1회 발생	「공동주택 층간소음 규칙」의 최고소음도 기준초과경고

4. 시스템 평가 방안

- 층간소음 예방 시스템의 기술적 신뢰성과 시장 수용성을 확보하기 위해, 필수 인증 외 '정보·통신 성능평가'와 '정확도 평가'를 추가 제안
- 제조사는 공인시험기관에서 시험성적서를 발급받아 LH에 제출하는 것으로 평가 방안을 제안
- 정보·통신성능평가(안)
 - 시스템 각 요소의 기능, 성능, 상호 운용성 및 안정성을 검증

구성 요소	주요 시험 항목	판정 기준(예)
층간소음 감지기	무선 통신 기술 적합성, 데이터 필수 항목 포함 여부, 원격 트리거/민감도 설정 기능	Zigbee3.0/BLE5.2 이상, 필수 데이터 필드 (ID, 위치, 시간등) 포함
월패드	실시간 알람 기능, 층간소음 이력 조회, 연결 장비 상태 확인	평균 3초 이내 알람 표출, 이력 조회 기능 정상 동작
서버/앱 /포털	층간소음 알람 생성 및 전송, 데이터 관제(통계/조회), 장비 상태 확인	서버 판단 로직 정상 동작, 앱 푸시 알람 수신, 포털 데이터 정확성
통합시 스템	시스템 재기동시 자동 복구, 종단간 전송 지연, 종단간 전송 성공률	자동 재연결 성공, 평균 전송 지연 10초 이하, 전송 성공률 96%이상

○ 정확도(신뢰성/재현성) 평가(안)

- 시스템의 핵심인 소음 분석값의 정확도를 검증하는 단계로, KOLAS 시험기관에서 기준 실험동(또는 유사 실험동)에서 수행
- 평가 방법
 - 시험 환경 : 기준 실험동 또는 이와 유사한 구조의 현장
 - 시험 장비 : KS C IEC 61672-1의 등급2 이상의 정밀 소음계
KS F ISO 16283-2의 표준충격원(고무공)
 - 시스템 설치 : 실험 대상 제품(충간소음 예방 시스템)을 거실 내벽벽의 지정된 위치에 설치
 - 시험 수행 : 표준중량충격원을 사용하여 바닥에 충격,
이때 발생하는 소음을 정밀소음계와 시스템으로 동시 측정
거실 내 5지점 이상에서 각 10회 이상 반복 충격하여 데이터의 재현성을 확보
 - 결과 분석 및 보고 :
소음계로 측정한 결과(기준값)와 시스템 분석 결과의 편차 분석
주요 비교 항목 : 최고소음도(L_{max})와 1분간등가소음도($L_{eq,1min}$)
시험성적서에는 두 측정값 간의 '편차(dB)'를 명시

5. 향후 발전 방향 및 정책 제언

- 충간소음 예방 시스템은 단순한 알람 장치를 넘어, 스마트 주거 환경의 핵심 인프라로 발전할 잠재력을 가지고 있음
- 표준 프로토콜 도입: 다양한 제조사가 시스템 개발에 참여할 수 있도록 통신 프로토콜(예: Matter) 및 데이터 형식의 표준화가 필요
- AI기반 데이터 분석 서비스 고도화 : 축적된 충간소음 빅데이터를 AI로 분석하여 다양한 부가서비스를 창출
- 생활안전 서비스 : 독거노인 세대의 낙상사고나 외부 침입 등 비정상적인 진동 패턴을 감지하여 관리실이나 보호자에게 알람

■ ■ 참고문헌

- [1] 국토교통부, 층간소음 해소방안, 2023.
- [2] 국토교통부, 공동주택 층간소음 개선방안. 2022.
- [3] 국토교통부, 2025년 국토교통부 업무계획, 2025.
- [4] 국가법령정보센터, 공동주택 층간소음의 범위와 기준에 관한 규칙, 2023.
- [5] 환경부, 소음·진동관리법 시행규칙 개정, 2024.
- [6] 환경부, 소음·진동관리 종합계획. 2023.
- [7] 환경부·인천시, 환경소음 IoT 측정망 구축사업 업무협약 체결, 2024.
- [8] Sensors, "Deep Learning in Environmental Noise Classification", 2022.
- [9] 한국건설기술연구원(KICT) "스마트홈 소음감지 기술 보고서", 2022.
- [10] Acoustical Society of America, "Advances in MEMS Acoustic Sensor", 2021.
- [11] 국토교통부, '공동주택 층간소음 민원 통계', 2023.
- [12] KAIST, "MEMS 센싱 기술", 2023.
- [13] 한국전자통신연구원(ETRI), "IoT센서 내·외장 기술 동향", 2023.
- [14] 조선일보, "스마트홈 시장의 성장과 주요 트렌드", 2023.9.
- [15] 삼성물산 e건설저널, "신축 아파트 IoT기반 소음관리 시스템 적용사례", 2023.
- [16] 환경과학회지, "층간소음 예방 시스템의 UX 방안", 2022.
- [17] KISA(한국인터넷진흥원), IoT 보안 보고서, 2023.
- [18] KISA(한국인터넷진흥원), 홈네트워크 보안가이드, 2023.
- [19] 스마트홈산업협회, 주택 IoT 통신표준 백서, 2024.

- [20] 국토교통부, 공동주택 층간소음 민원 통계, 국토교통부, 2023.
- [21] 국토교통부, '기준 미달 시 준공 불허' 층간소음 정책 패러다임 전환 보도, 2023.
- [22] 통계청, 인구주택총조사, 2023.
- [23] 조선일보, 스마트홈 시장의 성장과 주요 트렌드 보도, 2023.
- [24] 조선일보, 추석 연휴 때 층간소음 갈등 보도, 2025.
- [25] 연합뉴스, 층간소음 칼부림... 남양주서 흥기사건 보도, 2025.
- [26] 조선일보, 삼성전자 SmartThings, LG 스마트홈 월패드-서버 연동 보도, 2023.
- [27] 스마트홈산업협회, 주택 IoT 통신표준 백서, 2024.
- [28] 국가소음정보시스템, <https://www.noiseinfo.or.kr/>
- [29] 한국정보통신진흥협회, <https://www.kait.or.kr/>
- [30] 한국정보통신기술협회(TTA), 정보통신 단체표준(홈네트워크, 월패드 분야)
- [31] KAIST, MEMS 센싱 기술 동향, 2023.
- [32] ETRI, IoT 센서 내·외장 기술 동향, 2023.
- [33] 한국환경공단, 스마트 소음관리 시스템(소음지도) 구축 계획. 2022.

부록 A

충간소음 예방 시스템 메커니즘 (1차년도 연구 결과)

1. 기술 개요

- ‘내력벽 진동 기반의 충간소음 예방 시스템’의 핵심 기술 원리와 구현 방법에 대해 기술적으로 설명
 - 시스템은 공동주택의 주요 구조부인 내력벽에서 측정된 진동 데이터를 활용, 하부 세대의 바닥충격음 예측
 - 구조물에서 간접적으로 진동을 측정하여 소음을 예측함으로써 거주자 거부감을 최소화한 모니터링 가능
- 충간소음 예방 시스템의 핵심 원리는 구조물 진동-소음 연동 시스템의 선형성 (Linearity)을 기반으로 함
 - 선형 관계를 '전달함수(Transfer Function)'로 정량화함으로써, 내력벽 진동으로 최종적인 바닥충격음을 역으로 추정
 - ① 내력벽의 진동과 바닥 슬래브 진동 간의 선형성 가정
 - ② 바닥 슬래브의 진동과 하부층 바닥충격음(음압) 간의 선형성 가정

2. 시스템 선형성 분석

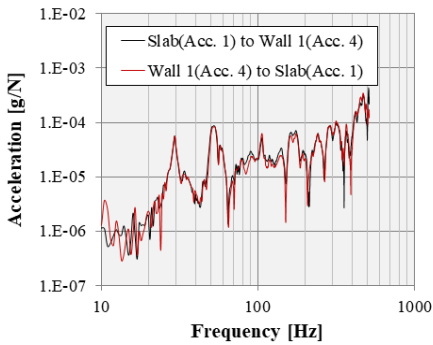
- 바닥충격음은 상부층 바닥 슬래브에 충격이 가해질 때 발생한 진동 에너지가 공기 중으로 방사되어 나타나는 Vibro-acoustics 현상
 - 발생한 진동 에너지는 바닥 슬래브와 결합된 내력벽으로도 전달
 - 바닥 슬래브, 내력벽, 그리고 하부층 음향 공간은 하나의 통합된 구조-음향 시스템으로 가정

2. 1. 공동주택 구조물의 진동 선형성

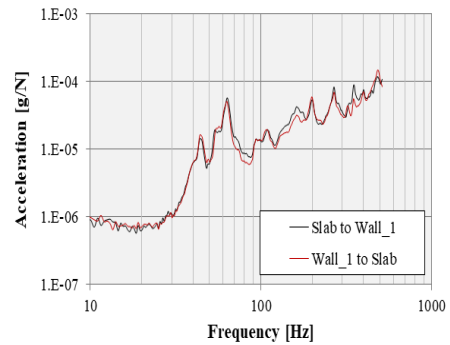
- 선형 시스템에서는 가진(Excitation)과 응답(Response) 지점을 서로 바꾸어도 동일한 전달함수를 얻는 상호성 원리(Reciprocity Principle)가 성립

○ 1차년도 연구에서는 실제 공동주택을 대상으로 모달 테스트(Modal Test)를 수행, 구조물의 서브시스템 간 진동 전달 선형성을 검증

- ‘바닥 슬래브 가진, 내력벽(진동) 측정한 전달함수’와 ‘내력벽 가진, 바닥 슬래브(진동) 측정한 전달함수’를 비교·분석한 결과,
- 바닥 슬래브와 내력벽 간의 진동 전달경로가 선형적이며, 상호성이 성립함을 실험적으로 검증
- 내력벽 진동을 통해 바닥 슬래브의 진동을 신뢰성 있게 예측 가능



(a) Point to Point

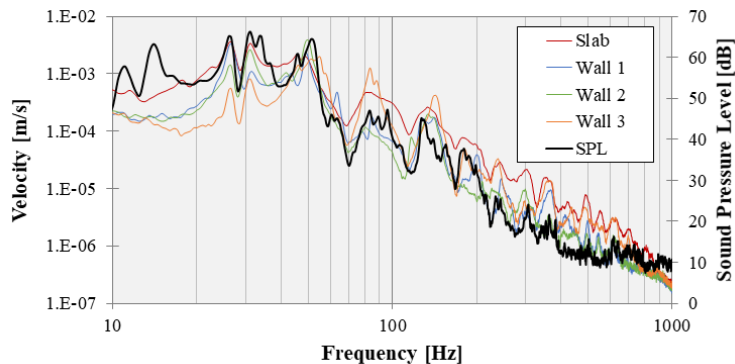


(b) Sub-system to Sub-system

[그림 A-1] 공동주택 구조물의 진동 상관성

2. 2. 구조물 진동과 바닥충격음의 선형성

○ 바닥충격음은 바닥 슬래브 진동이 공기를 매질로 진동 에너지가 음향 에너지로 변환되는 과정



[그림 A-2] 공동주택 구조물 진동과 바닥충격음 상관성

- 임팩트볼(Impact Ball)을 이용하여 바닥 슬래브의 진동(속도)과 바닥충격음을
동시 측정하여 분석한 결과, [그림 A-2]와 같이 두 스펙트럼의 주요 피크
(Peak) 주파수가 일치하는 것을 확인할 수 있음
- 바닥 슬래브의 진동 특성과 바닥충격음의 주파수 특성은 높은 상관성이 존재
하는 것으로 분석됨

3. 내력벽 진동을 이용한 바닥충격음 예측 알고리즘

- 공동주택 바닥충격음 발생 과정을 선형 시스템으로 가정하여 구조물 진동-소음
전달함수를 이용하여 바닥충격음 예측 방법론을 정의

3. 1. 전달함수 측정

- 전달함수는 특정 주파수에서의 응답 변동성을 줄이고 안정적인 예측을 위해
1/3 옥타브 밴드(1/3 Octave Band)로 변환하여 도출

① 구조 전달함수(Structural Transfer Function):

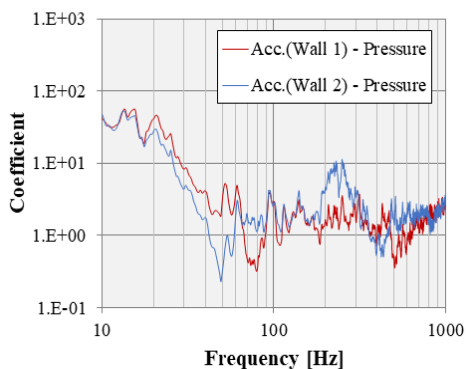
내력벽 진동에 대한 바닥 슬래브 진동의 비율로 정의

$$TF_{\text{structural}}(f) = V_{\text{slab}}(f) / V_{\text{wall}}(f)$$

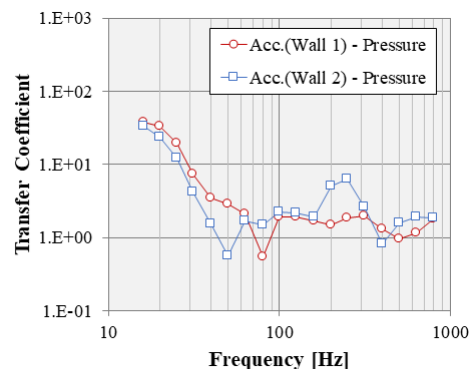
② 구조 진동-음향 전달함수(Structure-Acoustic Transfer Function):

내력벽 진동에 대한 하부층 바닥충격음(음압)의 비율로 정의

$$TF_{\text{acoustic}}(f) = P_{\text{sound}}(f) / V_{\text{wall}}(f)$$



(a) Narrow Band



(b) 1/3 Octave Band

[그림 A-3] 내력벽-바닥충격음의 구조진동-음향 전달함수

4. 바닥충격음 예측 알고리즘

○ 전달함수를 이용하여 바닥충격음을 다음과 같은 단계로 예측

① 내력벽 진동 측정 :

- 세대내 콘센트 등 접근이 용이한 위치의 내력벽에 센서 설치
- 센서(가속도계)를 통해 실시간 진동 데이터(가속도) 수집

② 주파수 분석 :

- 수집된 시간 영역의 진동 데이터를 FFT(고속 푸리에 변환)를 통해 주파수 영역 데이터로 변환하고,
- 1/1 옥타브 밴드 또는 1/3 옥타브 밴드 스펙트럼으로 변환

③ 바닥충격음 예측 :

- 해당 세대 타입의 구조진동-음향전달함수(TF_{acoustic})를 이용하여 옥타브 대역별 바닥충격음 예측

$$P_{\text{sound}}(f) = A_{\text{wall}}(f) * TF_{\text{acoustic}}(f)$$

④ 결과 표시 :

- 예측된 바닥충격음 스펙트럼을 종합하여 최종 소음레벨(dB)로 변환
- 기준 소음 초과시 사용자에게 시각적 또는 청각적 정보로 제공

부록 B

국내외 유사 지식재산권 현황 (Intellectual Property Rights, IPR)

■ 층간소음 알림 시스템 관련 유사 특허 현황

특허명	출원인	등록(출원)번호	내용 요약
층간소음 알림장치	주식회사 뉴티씨 (NEWTC)	(등록) 1012356030000 (2013.02.15)	· 경계 구조물에 지지대를 설치하고 해머가 이를 두드려 소음 발생 사실을 위층 거주자에게 전달하는 층간소음 알림 장치 개시 · 해머 제어부가 전기 신호를 통해 해머를 작동시켜 소음을 즉시 또는 간헐적으로 알려 위층의 소음 유발에 대한 인지를 유도함 · 공동주택 전체에 설치 가능하며 층간소음 분쟁이나 소송이 발생하기 전에 사전 인지 및 조정으로 갈등을 예방하는 데 기여함
층간진동감지 소음분석장치를 이용한 층간소음정보 관리시스템 및 이를 이용한 호별층간소음 업데이트정보 생성방법	주식회사 엘앤에스씨	(등록) 1013456030000 (2013.12.20)	· 다층 건물 각 가정에 설치된 측정 단말기가 진동 데이터를 수집하고 분석해 호별 층간소음 정보를 생성·관리하는 시스템 · 진동의 축 방향성, 진폭, 주기, 주파수 특성을 분석해 소음 유발 행위를 특정 가능, 분쟁 예방에 활용할 수 있는 계량화 자료 확보 · 일정 기준 초과 시 가구별 음성 안내로 소음 자체를 유도하고 원격 제어해 층간소음으로 인한 분쟁을 사전에 방지하는 효과
세대 내 층간소음알림 시스템	윤홍식	(등록) 1015933110000 (2016.02.02)	· 세대 내 진동 센서와 소음 측정 장치를 설치해 발생하는 층간소음을 인식하고 위치와 정도를 파악하는 알림 시스템 · 소음 유발 세대가 자신의 층간소음을 정확히 인식해 자발적으로 소음을 줄일 수 있도록 지원, 분쟁 예방에 기여 · 피해 세대와 가해 세대 간 소음 정도와 위치를 명확히 파악해 오해를 방지하고 층간소음 분쟁 원인 해소에 도움

특허명	출원인	등록(출원)번호	내용 요약
충간 소음 알림시스템 및 방법	공주대학교산학 협력단	(등록) 1019238330000 (2018.11.23)	· 충간소음의 진원지를 정확히 예측하고 발생 세대와 피해 세대에 알림을 제공하는 충간 소음 알림 시스템 및 방법 · 객관적이고 정확한 충간소음 정보를 제공해 소음 발생 시 분쟁을 효과적으로 해결할 수 있는 기술적 효과 확보 · 실시간 알림과 진원지 파악으로 피해 세대와 가해 세대 간 오해를 줄이고 신속한 대응을 가능하게 하는 시스템
충간소음알림 시스템	이준해,강성원,유 현우,전우진	(등록/소멸) 1020083320000 (2019.08.01)	· 공동주택 각 세대에 설치된 진동·소음 감지부로 일정 기준 이상 소음 발생 시 상층 세대에 자동 고지하는 알림 시스템 · 세대별 제어부가 기준을 초과한 소음을 판단해 즉시 고지하며, 분쟁이 발생하기 전 상층 세대의 적절한 대응을 유도 · 중앙 관리 서버가 각 세대 신호를 실시간 저장·관리하고 지진 감지부를 연계해 지진 대비 기능까지 수행
충간 소음에 의한 분쟁을 예방하기 위한 장치, 이를 위한 방법 및 이 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터 판독 가능한 기록매체	함나연,권오빈,이 수영	(등록) 1020398200000 (2019.10.28)	· 공동주택 접하는 영역에 분산 설치된 센서로 위치와 소음 크기를 측정해 소음 발생 위치와 유발·피해 주택을 특정 · 소음 유발 주택에는 오디오와 표시부를 통해 자제 요청을, 피해 주택에는 소음 발생 사실을 알리는 알림 메시지 제공 · 제어부가 기준치 초과 소음을 자동 판별하고 실시간 알림·자제 요청을 수행해 충간소음 분쟁을 사전에 예방
충간소음 진동모니터링 시스템	양희라, 이창규	(등록) 1022576830000 (2021.05.24)	· 공동주택 각 세대에 설치된 진동 감지장치가 기준값 이상 충간소음 진동을 감지해 자동으로 해당 세대에 알림 제공 · 서버가 호수별로 저장된 세대 정보를 기반으로 소음 발생 세대에 알림 신호를 생성·전송해 자발적 소음 저감을 유도 · 실시간 진동 모니터링과 자동 알림으로 세대 간 소음 갈등을 사전에 완화하고 분쟁 예방에 기여하는 시스템

특허명	출원인	등록(출원)번호	내용 요약
인공지능 기반 세대별 특성을 고려한 충간소음알림 시스템	경기대학교산학 협력단	(출원) 1020210051254 (2021.04.20)	· 각 세대에 설치된 진동 감지장치가 기준 초과 진동을 감지하면 서버가 해당 세대에 자동 알림을 전송해 자발적 소음 저감 유도 · 진동 측정 장치와 소음 측정 장치 데이터를 AI 모델로 실시간 분석해 세대별 특성에 맞춘 충간소음 경보 여부를 판단 · 제어부의 분석에 따라 경보음을 발생시켜 소음 유발 세대가 즉시 인지·대응하도록 하는 맞춤형 충간소음 알림 시스템
센서를 이용한 충간소음 알림시스템	충남대학교산학 협력단	(출원) 1020210165138 (2021.11.26)	· 진동 센서와 소리 센서를 이용해 세대에서 발생하는 충간소음이 기준을 초과할 경우 이를 즉시 감지하는 시스템 · 센서가 소음을 감지하면 램프 발광이나 안내음을 통해 소음 유발자에게 즉각 알림을 제공해 자각을 유도 · 세대 내 활동 스타일 변경을 유도해 충간 소음을 감소시키고 장기적으로 분쟁 예방에 기여하는 알림 시스템
충간소음 블랙박스	전주비전대학교 산학협력단	(출원) 1020210144830 (2021.10.27)	· 충간소음을 실시간 감지하는 센서부를 통해 소음을 탐지하고 즉시 기록하는 충간소음 블랙박스 시스템 · 소음 감지 시 알림부가 외부로 광을 출력해 즉각적인 인지와 대응을 가능하게 하는 경고 기능 제공 · 저장부에 감지된 충간소음을 기록·보관해 사후 분석과 분쟁 해결 자료로 활용 가능한 데이터 확보
충간 소음 알림기능을 갖는 시스템	이상철	(등록) 1024699700000 (2022.11.18)	· 세대 내 부착·탈착 가능한 감지부와 알림부가 설정값 이상 소음을 실시간 감지·전달해 소음 저감과 자발적 자제 유도 · 모듈화 설계로 설치 위치·수량 조정 가능하며 거주 환경에 맞춰 필요한 기능만 선택해 효율적 모니터링 지원 · 기존 공동주택에도 간편 설치 가능, 최소 비용으로 충간소음 상시 관리와 분쟁 사전 예방 효과를 제공

특허명	출원인	등록(출원)번호	내용 요약
아파트 층간소음 관리시스템	동서대학교산학 협력단	(출원) 1020210156805 (2021.11.15)	- 아파트 중앙관제 서버가 층간소음 지표와 관리 요청 메시지를 수집해 세대 간 갈등을 공적 절차로 조정하는 관리 시스템 - 세대원 단말기, 앱, 인터폰, 관리자 단말기 등이 네트워크로 연결돼 합리적 분쟁 조정과 층간소음 관리 프로세스 제공 - 객관적 지표 산출 시 세대 선택으로 일정 시간만 소음 측정 수행, 전원 소비 절감과 효율적 관리가 가능한 기술 구조
개인정보 보호가 가능한 층간소음 모니터링 방법 및 시스템	주식회사 지뉴소프트	(등록) 1025273480000 (2023.04.25)	- 세대 단말이 소리를 멜스펙트로그램으로 변환해 중앙 서버에 전송, 개인정보를 보호하며 층간소음 모니터링을 수행 - 중앙 서버가 최소한의 컴퓨팅 리소스로 다수 세대의 멜스펙트로그램을 실시간 분석해 소음 발생 여부를 신속 판별 - 분석 결과에 따라 해당 세대 사용자에게 즉시 알림을 제공, 개인정보 침해 없이 소음 대응과 분쟁 예방을 지원
층간 소음 알림 방법 및 이를 수행하는 장치	디엘이앤씨주식회사 주식회사비쥬드림	1020220047358 (2022.04.18)	- 제1 소음을 수집하고 세대별 공간 소음 영향도 분석을 통해 소음을 발생시킨 제1 세대의 공간별 영향도를 계산 - 영향도에 기초해 소음에 직접 기여한 제2 세대를 선별하고 피해를 입은 제3 세대의 반응을 바탕으로 알림 기준 조정 - 조정된 알림 트리거 레벨을 기반으로 제2 세대에 알림을 제공, 피해 세대의 불편을 최소화하며 분쟁을 예방하는 방식
세대의 공간별 영향도 기반 층간 소음 모니터링 방법,장치, 및 시스템	디엘이앤씨주식회사	(등록) 1025838700000 (2023.09.22)	- 제1 소음을 수집하고 세대별 공간 소음 영향도 분석치를 기반으로 소음을 발생시킨 제1 세대의 공간별 영향도를 계산 - 계산된 영향도를 바탕으로 제1 세대중 해당 소음에 직접적으로 기여한 제2 세대를 선별해 관리 대상 세대를 특정 - 선별된 제2 세대에 알림을 제공해 소음 인지를 유도하고 세대 간 갈등을 완화하며 분쟁을 사전 예방하는 시스템

특허명	출원인	등록(출원)번호	내용 요약
충간소음 알림 장치 및 그 시스템	동의대학교 산학협력단	(출원) (2023.02.01) (등록) (2025.01.03)	- 충간소음 발생을 실시간 감지하고 즉시 인지해 사용자에게 알림을 제공하는 장치와 시스템이 개시됨 - 알림을 통해 소음 유발자가 즉각 소음을 자각 하도록 하여 자발적 소음 저감과 행동 변화를 유도함 - 소음 발생 억제와 분쟁 예방을 동시에 지원해 공동주택 내 충간 갈등을 사전에 완화하는 효과를 제공함
스마트 에너지 절감형 공동주택 관리 시스템	유한책임회사 세익	(출원) (2022.10.27) (등록) (2023.12.27)	- 충간소음 발생을 감지해 사용자에게 즉시 알림을 제공하는 스마트 공동주택 관리 시스템이 개시됨 - 소음으로 인한 세대 간 불편을 줄이고 자발적 소음 저감을 유도해 분쟁 예방에 기여하는 기능을 수행 - 에너지 절감 등 공동주택 효율 관리 기능을 통합 제공해 주거 편의성과 관리 효율성을 동시에 향상함
공동주택 충간소음 저감을 위한 지능형 제어 시스템 및 방법	두산건설 (주)	1020230145214 (출원) (2023.10.26) (등록) (2025.03.06)	- 공동주택에서 발생하는 충간소음을 감지·분석해 원인을 파악하고 사용자에게 알림을 제공하는 지능형 제어 시스템 - 특정 장치를 제어하거나 알림을 통해 소음 유발 세대의 자발적 소음 저감을 유도해 분쟁 예방과 생활 환경 개선 지원 - 인공지능 분석으로 소음 발생 패턴을 학습·예측해 더욱 정교한 알림과 제어를 제공, 효율적인 충간소음 저감 실현

국내외 관련 표준(Standard) 현황

■ 국내 관련 표준

분야	표준번호	표준명	주요내용
기초 및 용어	KS I ISO 1996-1	음향-환경 소음의 기술 및 측정-제1부: 기본량 및 평가 절차	환경 소음의 측정 및 평가에 사용되는 기본 단위와 절차 규정
	KS I ISO 1996-2	음향-환경 소음의 기술 및 측정-제2부: 음압 레벨의 측정	환경 소음의 음압 레벨을 결정하는 상세 측정 방법 기술
	KS F 2807	건축물의 공기전달음 차단성능 현장 측정 방법	완공된 건물 현장에서 세대 간 벽체의 공기전달음 차단 성능 측정
공기 전달음	KS F 2808	건축물의 공기전달음 차단성능 실험실 측정 방법	실험실 환경에서 벽, 문 등 건축 부재의 공기전달음 차단 성능 측정
	KS F 2862-1	건축물 및 건축 부재의 공기음 차단 성능 평가 방법	공기음 차단 성능 측정 결과를 단일 수치(Rw, R'w)로 등급화하는 방법을 규정
	KS F 2810-1	건축물의 바닥충격음 차단성능 현장 측정 방법 - 제1부: 표준 경량충격원	타핑머신을 이용해 가볍고 날카로운 경량충격음의 차단 성능을 현장에서 측정
바닥 충격음	KS F 2810-2	건축물의 바닥충격음 차단성능 현장 측정 방법 - 제2부: 표준 중량충격원	임팩트볼 등을 이용해 무겁고 둔탁한 중량충격음의 차단 성능을 현장에서 측정
	KS F 2863-2	건축물의 바닥충격음 차단성능 평가 방법 - 제2부: 표준 중량충격원	중량충격음 측정 결과를 단일 수치로 등급화하는 방법 규정
	KS F 2865	바닥 표면 마감재에 의한 경량 및 중량 충격음 저감량 실험실 측정 방법	완충재, 마감재 등 바닥재가 충격음을 얼마나 줄여주는지(저감량) 실험실에서 측정
	KS F ISO 717-2	음향 - 건물 및 건물 부재의 차음 성능 평가 방법 - 제2부: 바닥충격음 차단 성능	바닥충격음 측정 결과를 단일 수치 평가량(L'n,w)으로 등급화하는 방법 규정
	KS F 2809	건축 부재의 공기음 차단 성능 측정 방법 - 외벽 및 외벽 부재	외부 소음(도로, 항공기)에 대한 건물 외벽과 창호의 차단 성능 측정

분야	표준번호	표준명	주요내용
건물 외장/부재	KS F 2814-1	잔향실 내의 흡음률 측정 방법	건축 마감재가 소리를 얼마나 흡수하는지(흡음률)를 잔향실에서 측정
	KS L 9106	건축용 흡음재	건축물에 사용되는 흡음재의 종류, 품질, 시험 방법 등을 규정
	KS F 2815	건물 내의 건물 설비 소음 측정 방법	급배수, 환기 장치(HVAC), 엘리베이터 등 건물 내부 설비에서 발생하는 소음을 측정
설비소음/ 진동	KS I ISO 10052	음향 - 건축물 내 공기음 및 충격음 차단과 설비음의 현장 측정 - 간이법	건물 설비 소음을 포함한 각종 소음 차단 성능을 현장에서 간이로 측정하는 방법을 규정
	KS I ISO 16032	음향 - 건물 내 설비 기기의 음압 레벨 측정 - 정밀법	건물 설비 소음 측정에 대한 정밀 공학적 측정 방법을 규정
	KS B ISO 2631-1	기계적 진동 및 충격 - 인체 노출 평가 - 제1부: 일반 요구사항	건물 진동 등 인체에 노출되는 진동의 측정 및 평가에 대한 일반 요구사항을 규정
	KS B ISO 10846-1	음향 및 진동 - 진동 방진기의 동특성 실험실 측정 - 제1부: 원리 및 지침	설비의 진동을 줄이기 위한 방진재의 동적 특성을 실험실에서 측정하는 방법 안내
	KS C IEC 61672-1	소음계 - 제1부: 사양	소음 측정에 사용되는 소음계의 성능 요구사항 및 사양을 규정
시험장비/ 교정	KS F 2811	음향-실험실 및 현장 측정 시 음압레벨 측정용 기준 음원	차음 성능 측정 시 사용되는 기준 음원(스피커)의 요구 사양을 규정
	KS F 2868	건축음향 측정용 표준 타핑머신	바닥충격음 측정에 사용되는 표준 경량충격원(타핑머신)의 사양과 교정법을 규정
	KS F ISO 12354-1	건물 음향 - 건물 부재의 음향 성능으로부터 건물 성능 계산 - 제1부	개별 부재(벽, 바닥)의 성능 데이터로 건물 전체의 공기음 차단 성능을 예측 계산하는 방법
예측 및 모델링	KS F ISO 12354-2	건물 음향 - 건물 부재의 음향 성능으로부터 건물 성능 계산 - 제2부	개별 부재의 성능 데이터로 건물 전체의 바닥충격음 차단 성능을 예측 계산하는 방법
	KS I ISO 532-1	음향 - 소음인지 레벨의 계산 절차 - 제1부: Stevens' method	측정된 소음이 사람에게 얼마나 시끄럽게 들리는지(라우드니스) 계산하는 방법을 규정

■ 국외 관련 표준

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
기초, 용어 및 일반	ISO	ISO 1996-1	Acoustics — Description, measurement and assessment of environmental noise — Part 1	환경 소음의 기본량 정의 환경 소음의 평가 절차 규정
	ISO	ISO 226	Acoustics — Normal equal-loudness-level contours	주파수별 소리 크기 인지 특성 정의등청감 곡선 (Equal-loudness-level contours) 제시
	ANSI/ASA	S1.4	Specifications for Sound Level Meters	소음계의 성능 및 사양에 대한 미국 표준EC 61672와 기술적으로 조화
	ASTM	C634	Standard Terminology Relating to Building and Environmental Acoustics	건축 및 환경 음향 분야의 표준 용어 정의
	CEN	EN 12354-6	Building Acoustics - Estimation of acoustic performance... Part 6: Sound absorption in enclosed spaces	밀폐된 공간의 흡음 성능 계산 및 예측 방법 규정
	ISO	ISO 3740	Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources — Guidelines for the use of basic standards	소음원의 음향 파워 레벨 측정 가이드라인기본 표 준들의 사용법 안내
	ISO	ISO 3744	Acoustics — Determination of sound power levels... using sound pressure — Engineering methods for an essentially free field	음압 측정을 통한 음향 파 워 레벨 산출측정 환경: 반사면 위 자유음장
	ISO	ISO 3745	Acoustics — Determination of sound power levels... — Precision methods for anechoic and hemi-anechoic rooms	무향실 및 반무향실에서 의 정밀 측정법소음원의 음향 파워 레벨 정밀 결정
공기 전달음	ISO	ISO 10140-1	Laboratory measurement of sound insulation... — Part 1: Application rules for specific products	특정 건축 제품(문, 창 등) 에 대한 차음 성능 측정실 험실 측정 시 적용 규칙 규정
	ISO	ISO 10140-2	Laboratory measurement of sound insulation... — Part 2: Measurement of airborne sound insulation	건축 부재의 공기전달음 차단 성능 측정측정 장소: 실험실

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	ISO	ISO 16283-1	Field measurement of sound insulation... — Part 1: Airborne sound insulation	완공된 건물의 공기전달음 차단 성능 측정측정 장소: 현장
	ASTM	E90	Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss of Building Partitions	건축 부재(벽, 파티션)의 공기음 투과손실 측정복 미 표준 실험실 시험법
	ASTM	E336	Standard Test Method for Measurement of Airborne Sound Attenuation between Rooms in Buildings	건물 내 방 사이의 공기음 감쇠량 측정복미 표준 현장 시험법
	ASTM	E413	Classification for Rating Sound Insulation	측정된 차음 성능의 단일 수치 평가STC(Sound Transmission Class) 등급 분류 기준
	ISO	ISO 717-1	Rating of sound insulation... — Part 1: Airborne sound insulation	공기음 차단 성능 측정 결과의 단일 수치 평가 Rw(가중 차음 지수) 등급 부여 방법 규정
	ISO	ISO 140-18	Laboratory measurement of sound generated by rainfall on building elements	건축 부재(지붕 등) 위 강우로 인해 발생하는 소음 측정측정 장소: 실험실
바닥 충격음	ISO	ISO 10140-3	Laboratory measurement of sound insulation... — Part 3: Measurement of impact sound insulation	바닥 시스템의 충격음 차단 성능 측정측정 장소: 실험실
	ISO	ISO 16283-2	Field measurement of sound insulation... — Part 2: Impact sound insulation	완공된 건물의 바닥충격음 차단 성능 측정측정 장소: 현장
	ISO	ISO 717-2	Rating of sound insulation... — Part 2: Impact sound insulation	바닥충격음 측정 결과의 단일 수치 평가L'nw(가중 바닥충격음 레벨) 등급 부여 방법 규정
	ASTM	E492	Standard Test Method for Laboratory Measurement of Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies Using the Tapping Machine	타핑머신을 이용한 바닥-천장 구조의 충격음 전달 측정복미 표준 실험실 시험법

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	ASTM	E1007	Standard Test Method for Field Measurement of Tapping Machine Impact Sound Transmission Through Floor-Ceiling Assemblies	타핑머신을 이용한 바닥-천장 구조의 충격음 전달 측정복미 표준 현장 시험법
	ASTM	E989	Standard Classification for Determination of Impact Insulation Class (IIC)	측정된 충격음 성능의 단일 수치 평가IIC(Impact Insulation Class) 등급 분류 기준
	ASTM	E2179	Standard Test Method for Laboratory Measurement of the Effectiveness of Floor Coverings in Reducing Impact Sound Transmission Through Concrete Floors	콘크리트 바닥 위 바닥 마감재의 충격음 저감 효과 측정측정 장소: 실험실
	ISO	ISO 16251-1	Laboratory measurement of the reduction of transmitted impact noise by floor coverings on a lightweight floor	경량 바닥 구조 위 바닥 마감재의 충격음 저감량 측정측정 장소: 실험실
건물 외장 및 실외 소음	ISO	ISO 16283-3	Field measurement of sound insulation... — Part 3: Façade sound insulation	건물 외벽(파사드)의 차음 성능 측정측정 장소: 현장
	ASTM	E966	Standard Guide for Field Measurements of Airborne Sound Insulation of Building Facades and Facade Elements	건물 외벽 및 외벽 부재의 공기음 차단 성능 측정 가이드측정 장소: 현장
	ISO	ISO 11819-1	Method for measuring the influence of road surfaces on traffic noise — Part 1: Statistical Pass-By method	도로 포장면이 교통 소음에 미치는 영향 측정통계적 통과 소음(SPB) 측정 방법
	ISO	ISO 20906	Acoustics - Unattended monitoring of aircraft sound in the vicinity of airports	공항 인근 지역의 항공기 소음 무인 모니터링 방법 규정
	ASTM	E1014	Standard Guide for Measurement of Outdoor A-Weighted Sound Levels	실외 A-가중 음압 레벨 측정에 대한 가이드
	ASTM	E1332	Standard Classification for Rating Outdoor-Indoor Sound Attenuation	외부에서 실내로 들어오는 소음 감쇠 성능 평가 OITC(Outdoor-Indoor Transmission Class) 등급 분류 기준

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	CEN	EN 1793-2	Road traffic noise reducing devices - Test method for determining the airborne sound insulation performance	도로 교통 소음 저감 장치(방음벽 등의 공기음 차단 성능 측정
	CEN	EN 1793-6	Road traffic noise reducing devices - ...Intrinsic characteristics of airborne sound insulation under direct sound fields	직접 음장 조건 하에서의 방음벽 고유 차음 성능 평가
	ISO	ISO 10847	In-situ determination of insertion loss of outdoor noise barriers of all types	모든 형태의 실외 방음벽에 대한 삽입 손실 측정측정 장소: 현장
	ISO	ISO 12999-1	Determination and application of measurement uncertainties in building acoustics — Part 1: Sound insulation	건물 음향 측정 시 발생하는 불확도 산정 및 적용 방법 규정
재료 특성	ISO	ISO 354	Measurement of sound absorption in a reverberation room	잔향실을 이용한 건축 자재의 흡음률 측정
	ISO	ISO 10534-1	Determination of sound absorption coefficient... — Part 1: Impedance tube method	임피던스관(튜브)을 이용한 흡음 계수 측정측정 원리: 정재파비(Standing Wave Ratio)
	ISO	ISO 10534-2	Determination of sound absorption coefficient... — Part 2: Transfer-function method	임피던스관(튜브)을 이용한 흡음 계수 측정측정 원리: 전달 함수(Transfer Function)
	ASTM	C423	Standard Test Method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method	잔향실법을 이용한 흡음량 및 흡음 계수 측정복합 표준 시험법
	ASTM	E1050	Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials Using A Tube, Two Microphones...	2개의 마이크로폰과 튜브를 이용한 재료의 음향 임피던스 및 흡음률 측정
	ISO	ISO 9052-1	Acoustics — Determination of dynamic stiffness — Part 1: Materials used under floating floors	뜬바닥 구조에 사용되는 완충재의 동탄성계수 측정

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	ISO	ISO 9053-1	Acoustics - Materials for acoustical applications - Determination of airflow resistance - Part 1: Static airflow method	음향 재료의 공기 흐름 저항 측정측정 원리: 정적 기류 (Static Airflow)
	ASTM	C522	Standard Test Method for Airflow Resistance of Acoustical Materials	음향 재료의 공기 흐름 저항 측정복미 표준 시험법
	ASTM	E2249	Standard Test Method for Laboratory Measurement of Airborne Sound Transmission Loss... Using Sound Intensity	음향 인텐시티(Sound Intensity)를 이용한 공기음 전달 손실 측정측정 장소: 실험실
	ASTM	C384	Standard Test Method for Impedance and Absorption of Acoustical Materials by the Impedance Tube Method	임피던스 튜브를 이용한 재료의 흡음/임피던스 측정 (정재파 원리)
건물 설비 소음 및 진동	ISO	ISO 10052	Field measurements of airborne and impact sound insulation and of service equipment sound	건물 설비 소음의 현장 간이 측정법 규정
	ISO	ISO 16032	Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings — Engineering method	건물 설비 소음 측정에 대한 정밀 공학적 측정법 규정
	ASHRAE	Handbook	(업계 표준)	HVAC & R(공조/냉동) 분야의 설계 및 소음/진동 제어에 대한 업계 표준 지침서
	ASHRAE	Std 68	Laboratory Method of Testing In-Duct Sound Power Measurement Procedure for Fans	덕트 내부 팬의 음향 파워 측정측정 장소: 실험실
	ASHRAE	Std 130	Methods of Testing for Rating Ducted Air Terminal Units	덕트형 공기 조화기(Air Terminal Unit)의 성능 평가 시험법
	ISO	ISO 2631-1	Mechanical vibration and shock — Evaluation of human exposure to whole-body vibration — Part 1	인체의 전신 진동 노출에 대한 평가 방법 일반 요구사항
	ISO	ISO 2631-2	... Part 2: Vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz)	1 Hz ~ 80 Hz 대역의 건물 내 진동에 대한 인체 노출 평가

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	ISO	ISO 10846-1	Acoustics and vibration — Laboratory measurement of vibro-acoustic transfer properties... — Part 1	방진재의 진동-음향 전달 특성 측정측정 장소: 실험실
	ISO	ISO 5135	Acoustics — Determination of sound power levels of noise from air-terminal devices...	공기 조화기(Air-terminal device)에서 발생하는 소음의 음향 파워 레벨 측정
	ISO	ISO 7235	Acoustics — Laboratory measurement procedures for ducted silencers...	덕트 소음기(Silencer)의 삽입 손실, 유동 소음 등 측정 측정 장소: 실험실
	ANSI/ASA	S12.2	Criteria for Evaluating Room Noise	실내 소음 평가 기준 제시 NC(Noise Criteria), RNC(Room Noise Criteria) 곡선 포함
	ANSI/ASA	S12.60	Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools	학교 시설의 음향 성능 기준, 설계 요구사항 및 가이드라인 제시
	ISO	ISO 4866	Mechanical vibration and shock — Vibration of buildings — Guidelines for the measurement of vibrations...	건물 진동 측정 및 건물에 미치는 영향 평가 가이드라인
	ASTM	E1574	Standard Test Method for Measurement of Sound in Residential Spaces	주거 공간의 소음 측정에 대한 표준 시험법
	IEC	61400-11	Wind turbines - Part 11: Acoustic noise measurement techniques	풍력 발전기에서 발생하는 소음 측정 기술 규정
측정 장비 및 시설	IEC	61672-1	Electroacoustics — Sound level meters — Part 1: Specifications	소음계의 성능 및 기술 사양 규정
	IEC	61672-2	... Part 2: Pattern evaluation tests	소음계의 형식 승인을 위한 시험 방법 규정
	IEC	61672-3	... Part 3: Periodic tests	사용 중인 소음계의 주기적인 검교정 방법 규정
	IEC	60942	Electroacoustics — Sound calibrators	소음계 교정에 사용하는 음향 교정기(Sound Calibrator)의 사양 및 등급 규정
	IEC	61260-1	Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters — Part 1: Specifications	음향 분석에 사용되는 옥타브 밴드 필터의 사양 규정

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	IEC	61094-4	Measurement microphones — Part 4: Specifications for working standard microphones	음향 측정에 사용되는 표준 마이크로폰의 사양 규정
	ISO	ISO 10140-5	Laboratory measurement of sound insulation... — Part 5: Requirements for test facilities and equipment	차음 성능 측정에 필요한 실험실(잔향실 등) 및 장비의 요구사항 규정
	ASTM	E2235	Standard Test Method for Determination of Decay Rates for Use in Sound Insulation Test Methods	차음 시험 시 실내 음의 감쇠율(Decay Rate) 측정 방법 규정
	ISO	ISO 266	Acoustics — Preferred frequencies	음향 측정 및 분석에 사용되는 표준 중심 주파수(옥타브 밴드 등) 규정
	ISO	ISO 6926	Acoustics — Requirements for the performance and calibration of reference sound sources used for the determination of sound power levels	음향 파워 레벨 측정용 기준 음원의 성능 및 교정 요구사항
	ANSI	S1.11	Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters	옥타브 밴드 필터에 대한 미국 표준
	ANSI	S1.40	Specifications and Verification Procedures for Sound Calibrators	음향 교정기의 사양 및 검증 절차에 대한 미국 표준
	ISO	ISO 15186-1	Measurement of sound insulation in buildings... using sound intensity — Part 1: Laboratory measurements	음향 인텐시티(Sound Intensity)를 이용한 차음 성능 측정 측정 장소: 실험실
	ISO	ISO 9614-1	Determination of sound power levels... using sound intensity — Part 1: Measurement at discrete points	음향 인텐시티를 이용한 음향 파워 레벨 측정 (이산점 측정 방식)

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
	ISO	ISO 9614-2	Determination of sound power levels... using sound intensity — Part 2: Measurement by scanning	음향 인텐시티를 이용한 음향 파워 레벨 측정 (스캐닝 측정 방식)
예측, 모델링 및 계산	ISO	ISO 12354-1	Building acoustics — Estimation... from the performance of elements — Part 1: Airborne sound insulation	개별 부재의 성능으로부터 건물 전체의 공기음 차단 성능 예측 및 계산
	ISO	ISO 12354-2	... Part 2: Impact sound insulation	개별 부재의 성능으로부터 건물 전체의 바닥충격음 차단 성능 예측 및 계산
	ISO	ISO 12354-3	... Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound	개별 부재의 성능으로부터 외부 소음에 대한 차단 성능 예측 및 계산
	ISO	ISO 12354-4	... Part 4: Transmission of indoor sound to the outside	실내 소음이 외부로 전달되는 양 예측 및 계산
	ISO	ISO 532-1	Acoustics — Methods for calculating loudness — Part 1: Stevens' method	측정된 소음이 인체에 인지되는 크기(라우드니스) 계산 스티븐스(Stevens) 방법
	ISO	ISO 532-2	... Part 2: Zwicker's method	측정된 소음이 인체에 인지되는 크기(라우드니스) 계산 츠비커(Zwicker) 방법
	ISO	ISO 9613-2	Acoustics — Attenuation of sound during propagation outdoors — Part 2: General method of calculation	실외에서 소리가 전파될 때 발생하는 감쇠량 계산 방법
	ASTM	E1573	Standard Test Method for Evaluating Masking Sound in Open Offices Using A-Weighted and One-Third Octave Band Sound Pressure Levels	개방형 사무실의 마스킹 사운드(Masking Sound) 평가 방법
	CEN	EN 12354-5	... Part 5: Sounds levels due to service equipment	건물 설비로 인해 발생하는 실내 소음 레벨 예측 및 계산
	ISO	ISO 15712-1	Building acoustics - Estimation of acoustic performance... from specimen measurements - Part 1: Airborne sound insulation	소형 시편(Specimen)의 측정 데이터로부터 실제 크기 부재의 음향 성능 예측

분야	기관명	표준번호	표준명	주요내용
특수 분야	ISO	ISO 3382-1	Acoustics — Measurement of room acoustic parameters — Part 1: Performance spaces	공연장의 실내 음향 파라미터(잔향 시간 등) 측정
	ISO	ISO 3382-2	... Part 2: Reverberation time in ordinary rooms	일반적인 실내 공간의 잔향 시간 측정
	ISO	ISO 3382-3	... Part 3: Open plan offices	개방형 사무실의 음향 파라미터 측정
	IEC	60268-16	Sound system equipment — Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index	음성전달지수(STIPA)를 이용한 음성 명료도 객관적 평가
	ASTM	E1110	Standard Classification for Determination of Articulation Class	음성 명료도 등급(AC, Articulation Class) 결정 및 분류 기준
	ASTM	E1130	Standard Test Method for Objective Measurement of Speech Privacy in Open Plan Spaces Using Articulation Index	개방형 사무실의 음성 프라이버시(Speech Privacy) 객관적 측정
	ISO	ISO 10071	Rating of airborne sound insulation in buildings and of building elements from rainfall sound	강우로 인해 발생하는 소음에 대한 차음 성능 평가
	ISO	ISO 19488	Acoustics — Sound insulation of an external wall or facade element against railway traffic noise	철도 교통 소음에 대한 외벽 또는 파사드의 차음 성능 규정
	ASTM	E596	Standard Test Method for Laboratory Measurement of Noise Reduction of Sound-Isolating Enclosures	방음 부스(Sound-Isolating Enclosure)의 소음 저감 성능 측정측정 장소: 실험실
	ASTM	E2638	Standard Test Method for Objective Measurement of the Speech Privacy Provided by a Closed Room	폐쇄된 방이 제공하는 음성 프라이버시 객관적 측정