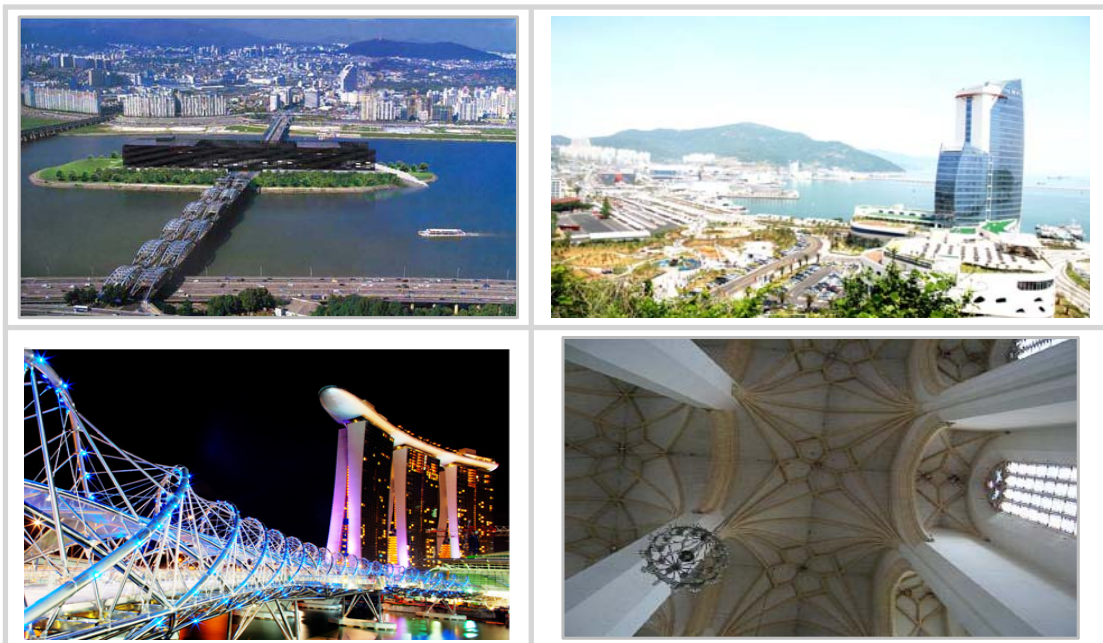


관리 번호	(주)세기경영기술연구원
	CMTI-07-031



유일종합엔지니어링건축사사무소

친환경 및 녹색온돌시공을 통한 에너지효율성 및 충간차음성능 품질시험 및 평가보고(서)



2012. 07

(주) 세기경영기술연구원

관리번호	건설신기술
	CMTI-112-007

(주) 유일엔지니어링종합건축사사무소 / (주) 따따시온돌

친환경 및 녹색온돌시공을 통한 에너지효율성 및 충간차음성능 품질시험 및 평가보고 (서)

2012.07.31

(주) 세기경영기술연구원

제 출 문



(주)유일종합엔지니어링건축사사무소 / (주)따따시온돌 貴下

본 보고서를 “ 친환경 및 녹색온돌시공을 통한 에너지효율성 및
총간차음성능 품질시험 및 평가의 최종 보고서로 제출합니다.

2012년 07월

(주)세기경영기술연구원 대표이사

I .난방성능시험 및 평가

1. 개 요

1.1 난방성능시험이란

1980년대의 내력벽구조 공동주택의 바닥슬래브는 120m/m의 두께로 주로 시공되었으나 90년대에 와서는 중·대형 평형을 중심으로 130~150m/m 두께로 적용되었음. 이후 바닥충격음 법적기준인 중량 50 dB, 경량 58 dB를 만족하기 위해 180 m/m이상으로 늘어났음.

2005년에는 바닥충격음 관련 법령과 관리기준 개정으로 벽식 및 혼합구조에서는 210m/m 두께의 표준 바닥구조 또는 성능인정 바닥구조로 시공하도록 하고 있음. 이에 따라 바닥충격음 차단성능을 향상시키기 위해 기존의 온돌시공방법도 많은 변화를 가져와 현재는 건축용 단열재와 재료적 성질이 유사한 바닥충격음 저감재를 슬라브와 온돌사이에 시공하는 방법이 주류를 이루고 있음.

특히 현재의 바닥난방시스템은 공장에서 생산된 바닥판 슬래브 상부의 난방판넬을 현장에서 조립하여 시공하는 완전건식공법과 바닥슬라브 상부를 먼저 조립한 후 현장에서 난방코일 부위에 모르타르를 사용하여 마감하는 반건식공법이 있음.

이러한 시스템은 바닥난방공사시 습식공정을 가능한 배제하여 작업공정을 단축할 뿐 아니라 슬라브와 온돌판 사이에 생기는 공간에 전기박스나 환기시스템을 위한 공간으로 활용 할 수 있어 유리함. 그러나 이러한 공법들의 대부분은 각 세대 간의 층간소음문제를 해결하는데 어려움이 있을 뿐 만 아니라 이 시스템의 근본적 기능인 난방에너지의 효율적인 제공이 어려움이 있음.

따라서 본 시험과 관계되어 코라스(KOLAS) 인증기관으로 지정받은 공인시험기관에 의뢰하여 시험을 실시하고, 실험은 최근에 적용되는 바닥충격음의 저감공법에 따른 난방성능과 차음성능을 파악하기 위하여 바닥슬라브의 시공방법에 따라 기존기술인 습식공법과 본 신청기술인 반 건식 공법의 시험체를 각각 제작, 설치하여 시험체간 열적특성과 층간소음을 비교하고자 함.

이 시험은 크게 두 가지로 구분되는데 하나는 난방성능시험이며, 다른 하나는 바닥충격음에 대한 층간소음성능 시험임. 본 실험을 위한 실험실은 을 각각 분리하여 다른 장소에서 시험체를 제작하여 기존의 습식바닥 난방구조와 신청기술에 의한 반건식 바닥난방구조를 각 관련 규격에 따라 시험함.

2. 난방성능시험

2.1 시험실의 구조

(1) 시험실(외실)

시험실의 외실은 공인시험기관(한국건설생활환경시험연구원)에 설치된 철근 콘크리트구조물의 시험실을 이용하고, 본 시험에 사용되는 시험체는 온수난방패널구조의 최적난방성능을 발휘할 수 있는 상태로 유지하기 위하여 이 실을 둘러싸고 있는 외실의 내부에 두며 외실은 본 시험을 수행하는 동안 실재의 외기 환경조건을 유지할 수 있는 장치와 각종 시험 및 측정장비를 갖추고 있음.

(2) 시험체의 크기

난방시험체의 크기는 바닥크기 $4.0 \times 4.5\text{M}$, 천장높이 2.2 M로 하여 규격기준에 부합되도록 하는 것이 원칙이나 개발된 기술의 특성상 이에 부합되는 시험실 및 시험체와 시험장비의 구비가 어려워 시험체의 규격을 $2.0 \times 2.0\text{M}$, 천장높이 2.0 M로 2개의 시험체를 구비하여 하나는 기존기술에 의한 습식공법을, 다른 하나는 신청기술에 의한 반 습식공법의 난방구조체를 제작하여 외실의 내부에 설치하였음.

난방시설은 이 시험체의 바닥구조체 위에 개발된 신청기술의 난방판넬과 마감작업을 하였다. 시험실의 바닥, 벽, 천장의 구조는 “주택건설기준” 등에 관한 규정에 따르거나, 또는 동등이상의 성능을 만족할 수 있는 구조로서 기밀이 되고 내면은 평활하게 다듬질 되어있으며, 시험실은 환기를 하지 않는 것으로 하고 자연순환류 이외의 공기유동이 없도록 유지하였음. 시험실에 온수판넬의 설치는 제조사 및 시공표준방법에 따라 시공하되 온수판넬과 온수판넬의 간극은 2 mm이내, 단차는 0.5mm 이하, 평탄도는 2mm 이하로 설치함.

(3) 시험실과 시험체의 자원

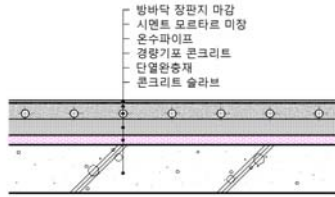
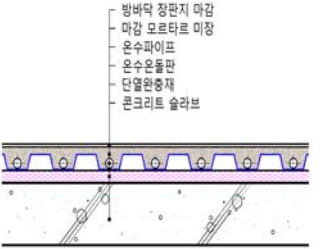
시험실의 환경은 공인시험기관과 협의하여 시험실내에서 시험이 가능한 규격과 이 규격의 시험체 및 시험체와 연결되는 난방장치 및 측정장치와 이들 장치를 활용하여 시험을 통해 얻을 수 있는 측정데이터로그 및 온도센스기록장치 등 다음의 제원과 같음.

〈표1〉 시험체의 재원

구 분	재 원	
공통사항	•난방공간	• 시험체 제작이 가능한 규격
	•가열장치	• 온수보일러
	•온도측정	• 각 부위별 온도센스 및 온도기록장치
	•데이터저장	• 데이터로그
	•온수유량계	• 유량계
	•실험실 설정온도	• 공인시험기관과 협의
	•실험실내부 설정온도	• 공인시험기관과 협의
기존기술	•엑셀배관	• 재질 : 폴리틸렌 • 외경 : 20mm, 내경 : 14.5m • 길이 : 47.5 m
	•축열층 (경량기포)	• THK 100 (경량모르타르)
신청기술	•엑셀배관	• 재질 : 폴리틸렌 • 외경 : 20mm, 내경 : 14.5m • 길이 : 47.5 m
	•축열층 (온돌판넬)	• 재질 : 스틸 (특허출원 된 규격)

(4) 시험체의 단면구조

기존난방기술은 콘크리트슬라브위에 단열완충재와 경량기포콘크리트를 타설한 후 온수배관과 시멘트모르타르 미장마감 후 장판지나 마루 또는 타일로 최종 마감 함. 이에 비해 신청기술은 아래 그림에서와 같이 기존기술에서 사용되는 경량기포콘크리트 대신 온수 온돌판을 깔 후 그 위에 미장모르타르와 최종마감재로 시공함.

구분	용 도	바닥 난방 방식별 단면	시험체 규격
시험체1	기존난방시스템 (기존기술)		가로 ×세로 ×높이 2.0M ×2.0M ×2.0M
시험체2	온돌난방시스템 (신청기술)		가로 ×세로 ×높이 2.0M ×2.0M ×2.0M

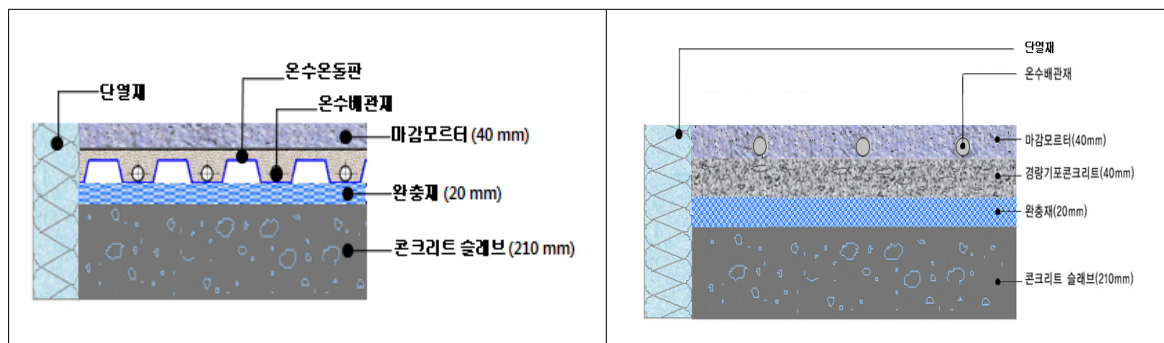
〈그림1〉 시험체의 단면구조



(a) 신청기술의 바닥난방시스템



(b) 표준바닥난방시스템



(a) 신청기술의 바닥난방시스템

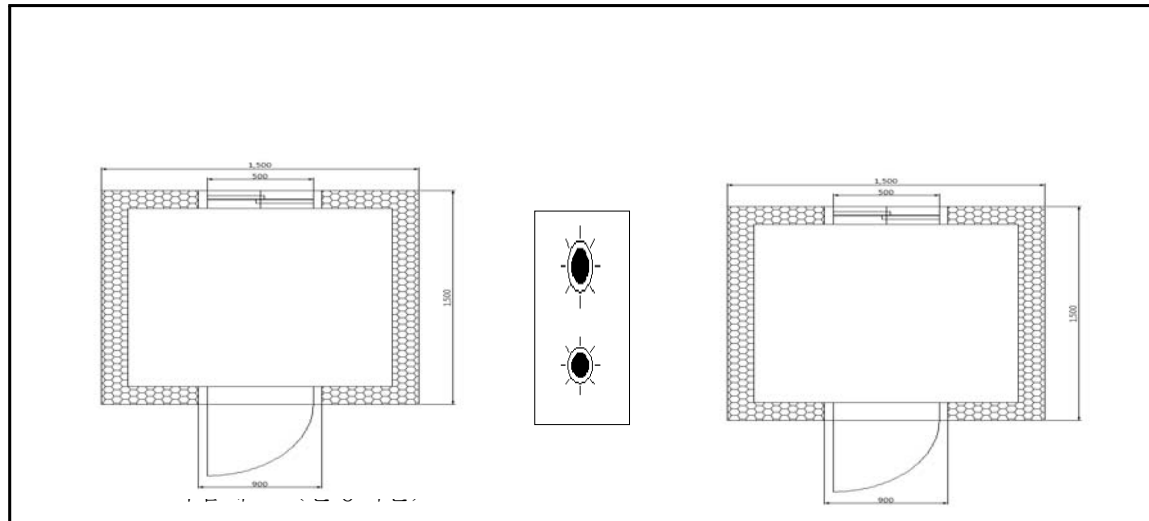
(b) 표준바닥난방시스템

〈그림2〉 시험체의 단면도

			
항온항습실	정밀 항온 수조	온수 분배 장치 및 적산열량계	적외선 열화상 카메라

〈그림3〉 시험체의 단면도

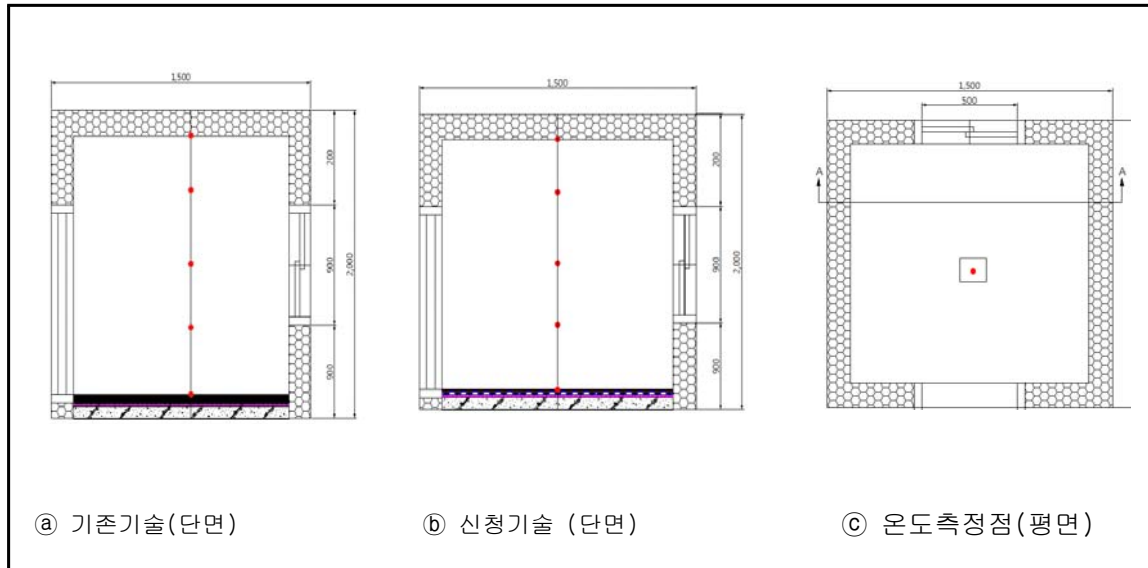
④ 온수유량계, 보일러 배치도



〈그림4〉 시험체의 단면도

⑤ 온도센스 배치및 측정점

온도센스는 바닥면과 그 상위 수직공간부로 20센티 간격으로 설치하여 외부의 데이트로그와 연결함.



〈그림5〉 온도센스배치도



〈그림6〉 신청기술시공흐름도

3. 난방시험항목

3.1 시험개요

본 시험은 일반적인 표준바닥난방시스템 [국토해양부 고시 제2009-1217호 제26조 관련 표준바닥구조(1)] 과 신청기술의 바닥난방시스템 시험체의 시간에 따른 몰탈 표면 온도, 공기층 온도 및 누적 에너지 소비량을 측정하였음. 시험방법은 의뢰자가 제시한 방법으로 구성하였으며, 그 내용은 아래와 같음. 주요시험은 <표1과 같이 KSB 8025 (온수난방용 바닥패널, 2010년 개정)에 의거 시험체의 자동 온도기록 장치에 의해 실내온도 및 바닥표면온도분포, 온수공급 및 환수온도를 측정하고, 적외선 열화상 측정장치로 열화상의 형상과 열분포도를, 열유량계를 통해 바닥표면방열량과 공급유량, 에너지 소비량 (kwh)을 측정하고 특성을 분석하여 기존기술과의 차별성을 비교한다. 다만, 본 개발기술의 특성상 KS B 8025규격의 측정항목 중 실제로 제작이 가능한 규격으로 정형화하여 측정이 가능한 항목을 정하여 기존기술과의 차별성을 측정비교 함

① 온도상승시험

위 시험장치에 따라 온수패널을 설치할 시험실의 중앙의 바닥면과 바닥면에서 수직상승부로 20cm 간격식과 바닥면에서 1.2 M 높이 및 그 상부로 20센티 간격으로 그림과 같이 온도센스를 설치하여 시험실내의 초기온도를 (18℃ ±)℃, 온수의 공급온도를 (60 ±)℃, 순환유량은 (3 ±0.3)L/min으로 공급하여 시험실 초기온도보다 4.0 상승시 까지 시간을 측정한다.

② 표면온도분포시험

위 장치에 따라 온수패널을 설치하고 시험실내부의 초기온도는 (18 ±)℃, 공급온도는 (60 ±)℃, 열 순환유량은 (3 ±0.3)L/min 으로 하여 온수를 30분간 공급한후 표면온도분포를 측정한다. 또 바닥표면의 온도측정점은 방열관사이 및 등간격으로 하여 온도기록계로 측정하거나 열화상 카메라를 이용하여 측정한다.

③ 에너지소비량시험

시험체의 온수공급 및 환수온도와 공급유량 등을 측정하여 에너지소비량 계산 방식에 의해 소비되는 에너지의 량과 특성을 분석한다.

〈표2〉 난방성능시험항목 및 방법

구 분	시험 항목	시험 장비	측정방법
(1) 난방성능시험	① 운전개시후 온도상승시험	- 온도센스 - 온수온도계 - 에너지계 - 전력계 - 열화상카메라 - 항온수조	KSB8025
	② 표면온도분포시험		
	③ 방열능력시험		
	④ 에너지소비량시험		
	⑤ 열화상 측정		

※ 개발 기술이 완전 건식공법시스템이 아니므로 KS B 8025 규격에 준하여 적용 가능한 시험항목을 선택하여 측정항목으로 선정, 시험 함

2.2. 난방시험 전제조건

① 온도측정 항목 및 측정위치

난방성능의 시험항목 및 측정점의 위치는 다음 〈표3〉 과 같다.

〈표3〉 난방성능시험항목 및 위치

측 정 항 목	측 정 점 위 치
1.실내온도	▪ 실 중앙부 수직높이
2.바닥표면온도	▪ 배관직상부, 바닥표면, 중앙부, 상부
3.구조체온도	▪ 기존기술(습식): 배관직상부, 배관중앙부
4.벽체표면온도	▪ 신청기술(반습식): 배관직상부, 배관중앙부
5. 온수온도	▪ 외기에 간접면한 벽체내 표면,공급배관,환수배관
6.실험공간온도	▪ 실험실 공간 온도
7.외기온도	▪ 일사의 영향이 없는 외기

② 공급온도 및 측정조건

본 실험의 시작전 예비실험을 실시하고 실험실 실내온도의 안정화 및 데이터 수집에의 이상 유무를 확인한 후 본 실험을 실시한다. 실험에 소요되는 기간은 시험착수 후 약 15일간으로 함

〈표4〉 공급온도 및 측정조건

실험 항목	실 내 온 도	공 급 온 도	실 험 목 적
연속난방	20℃	70℃	☐ 기존기술과 개발기술의 열전달특성 비교,분석
			☐ 전력사용량 비교
스케줄난방	난방온도:20℃ 외출온도:16℃ 난방정지	60℃ ~ 70℃	☐ 주거자의 생활패턴에 의한 열전달 특성 분석
			☐ 실내설정온도조절에 따른 열전달 특성 (실내온도)비교
			☐ 난방가동, 정지시 실내온도 및 바닥표면 온도의 상승, 강하특성변화
			전력사용량 비교분석
난방일정과 온도	☐ 1일차,2일차,3일차: 6시~9 시(3시간) : 20℃ ☐ 1일차,2일차,3일차: 9시~18시(9시간) : 난방정지 ☐ 1일차,2일차,3일차: 18시~24시(6시간) : 20℃ ☐ 1일차,2일차,3일차: 24시~6시(3시간) : 16℃		

3. 난방시험방법

3.1 시험체 구성

- 시험체 크기 : 2,000(D) × 2,000(L) mm
- 시험체 수량 : 각 1 세트
- 난방방식 : 온수식 바닥난방 적용
- 온수파이프 종류 및 간격: 그림 4. 참조
- 시험체 표면 : 몰탈 마감
- 온수공급방식 : 대형항온수조, 유량 2 L/min
- 상부아크릴커버 사양 : 크기 2,000(W) × 2,000(D) × 4,000(H) mm, 두께 10 mm
- 시험체 측면/하부 전면 단열재 마감 : 두께 100 mm

3.2 항온항습실 조건

- 항온항습실 크기 : 12,000(D) × 9,000(L) × 8,200(H) mm
- 항온항습실 온습도 조건 : 온도 20 °C (±0.2 °C), 상대습도 50 % (±0.5 %)

3.3 측정항목 및 방법

- 공급 온수 온도 (2type) : 45 °C , 75 °C
- 각 Layer별 온도 센서 측정위치
 - 몰탈 표면온도 (배관직상부 몰탈 표면 - 2 point, 배관 사이 중앙부 몰탈표면 -1 point)
 - 공기층 온도 (시험체 중앙부 800 mm 높이 -1 point)
- 온수 공급 주기 : On Time 4시간, Off Time 4시간
- 온도 측정 주기 : 1분
- ※ 센서 및 데이터 로거 : 미국 Omega사, Logger - DA100, Sensor - TK30
- ※ 적산 열량 측정장비 : 독일 MT500 heat consumption meter

4. 난방시험결과

4.1 시험체 몰탈 표면온도 측정결과

온수 공급 온도 45 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 **몰탈** 표면/공기층 온도

- 신청기술의 바닥난방시스템

- 배관직상부 몰탈표면 최고온도: 49.4 ℃,
배관 사이 중앙부 몰탈표면 최고온도: 44.1 ℃
- 공기층 최고온도: 25.3 ℃,

- 표준바닥난방시스템

- 배관직상부 몰탈표면 최고온도: 46.2 ℃,
배관 사이 중앙부 몰탈표면 최고온도: 37.7 ℃
- 공기층 최고온도: 24.7 ℃,

〈그림8〉 시험체의 표면 및 공기층온도(45 ℃)

4.2 온수공급온도 45℃, 난방 4시간 동안 각 난방시스템 누적에너지소비량

- 신청기술의 바닥난방시스템 : 288,765 kcal
- 표준바닥난방시스템 : 288,861 kcal

4.3 온수공급온도 75 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 물탈 표면/공기층 온도

- 신청기술의 바닥난방시스템
 - 배관직상부 물탈표면 최고온도: 51.8 ℃,
 - 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 46.6 ℃
 - 공기층 최고온도: 26.3 ℃
- 표준바닥난방시스템
 - 배관직상부 물탈표면 최고온도: 48.8 ℃,
 - 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 41.4 ℃
 - 공기층 최고온도: 25.7 ℃,

〈그림9〉 시험체의 표면 및 공기층온도 (75 ℃)

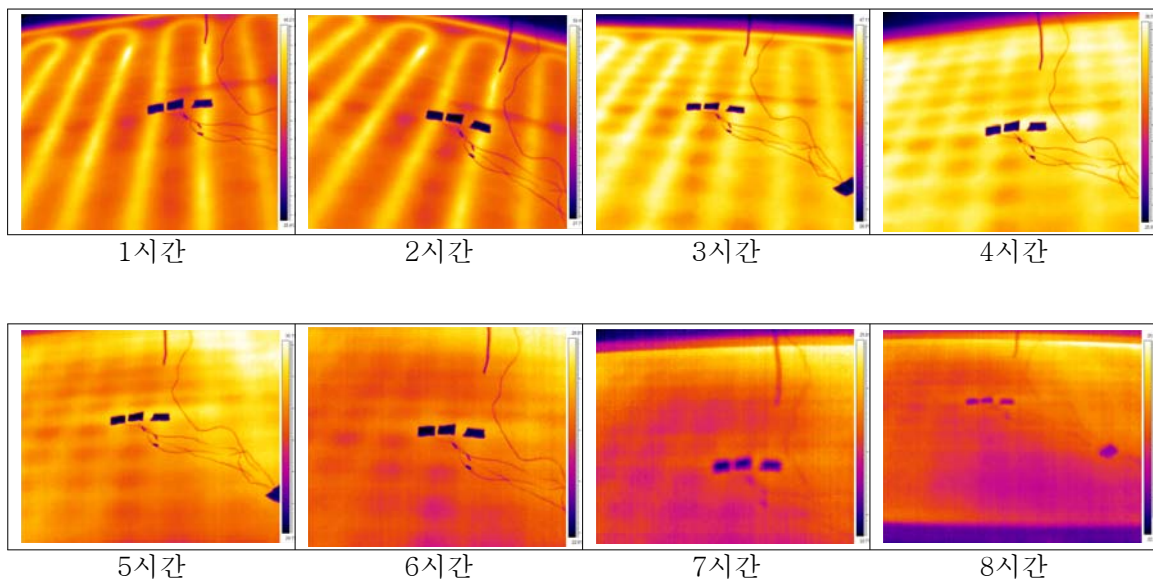
4.4 온수공급온도 75 ℃, 난방 4시간동안 각 난방시스템 누적에너지소비량

- 신청기술의 바닥난방시스템 : 338,580 kcal
- 표준바닥난방시스템 : 351,595 kcal

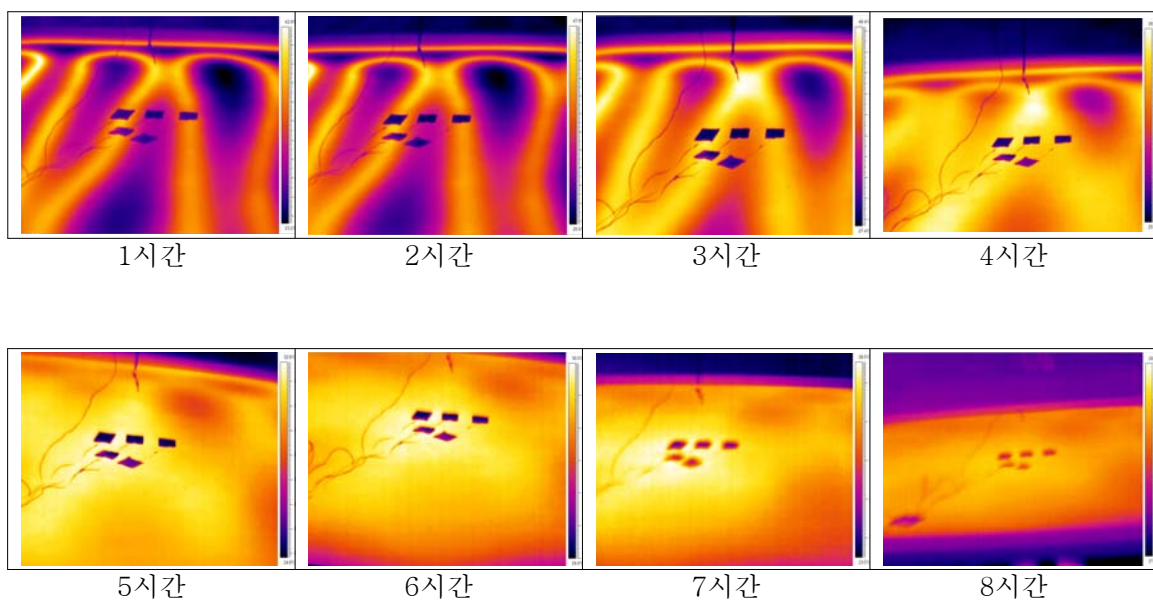
4.5 적외선 열화상 카메라를 이용한 각 시험체의 표면 온도 분포

- 온수 공급 온도 45 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 표면 온도 분포

◎ 신청기술의 바닥난방시스템



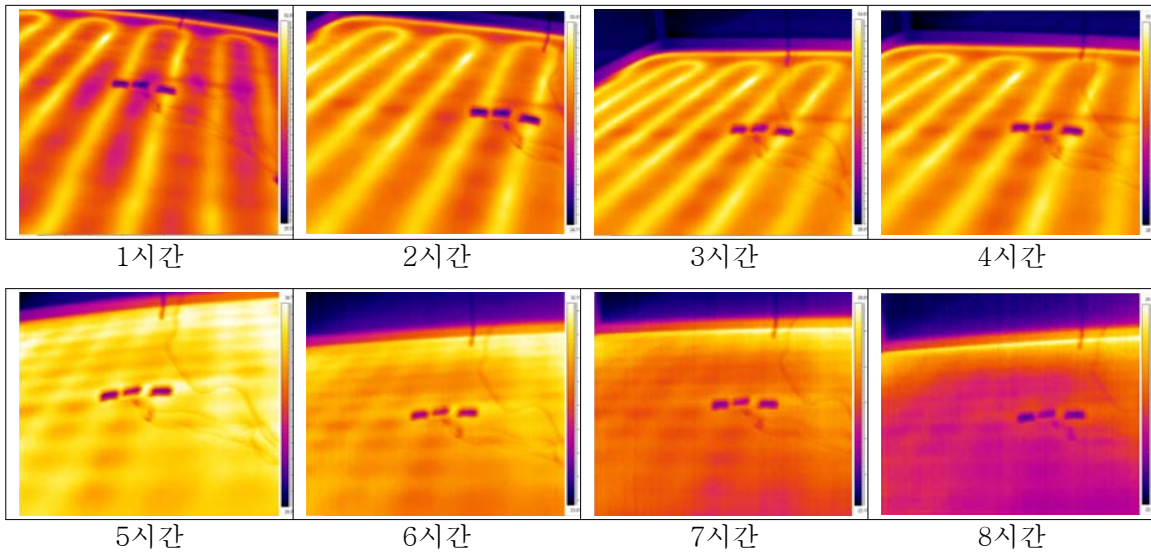
◎ 표준바닥난방시스템



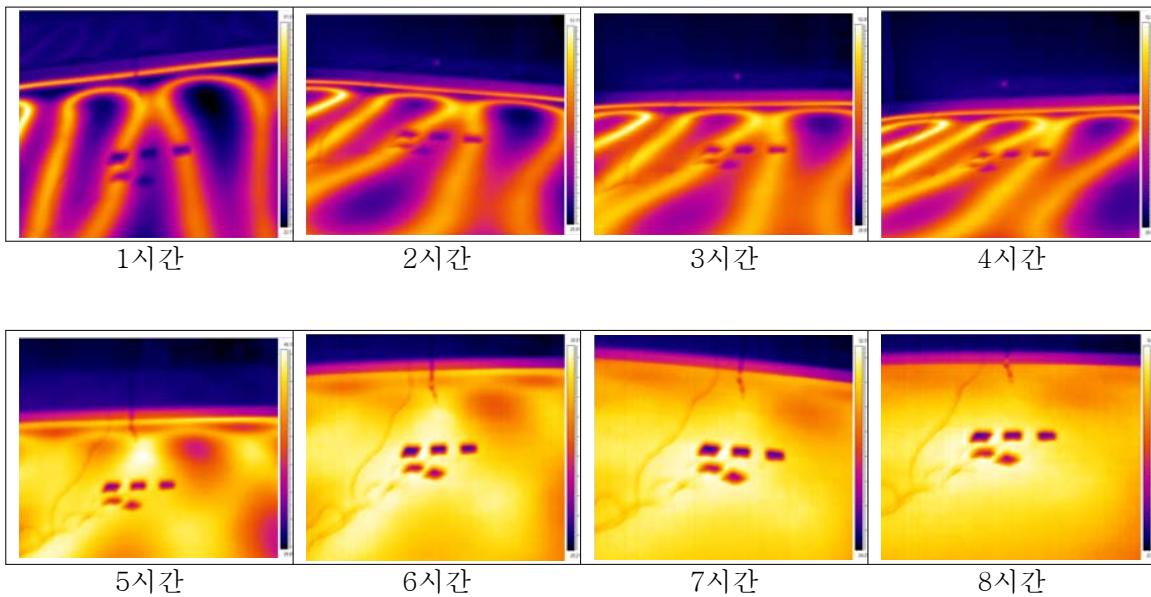
〈그림 9〉 각 시험체의 표면 온도 분포 (온수 공급 온도 45 ℃)

4.6 온수 공급 온도 75 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 표면 온도 분포

– 신청기술의 바닥난방시스템



– 표준바닥난방시스템



〈그림 10〉 각 시험체의 표면 온도 분포 (온수공급온도 75 ℃)

Ⅱ. 바닥충격음 성능시험 및 평가

1. 개 요

1.1 층간소음시험개요

최근 우리나라의 내력벽구조의 공동주택은 대부분 상하층 세대간 고체전달음에 의한 실내 소음문제를 야기하고 있음. 이러한 문제는 지난 2003년 4월에 발표된 바닥충격음 차단성능기준의 발의로 사회적인 이슈로 부각되었음.

한편, 공동주택의 바닥슬래브는 1980년대에는 120m/m 두께가 주로 시공되었으나 90년대에는 중·대형 평형을 중심으로 130~150m/m 두께로 적용되었음.

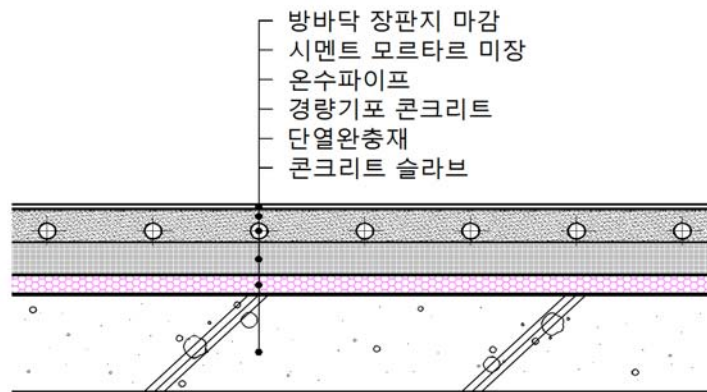
이후 바닥충격음 법적기준인 중량 50dB, 경량58dB를 만족하기 위해 180 m/m 이상으로 늘어났음. 또한 2005년 바닥충격음 관련법령과 관리기준의 개정으로 벽식 및 혼합구조에서는 210m/m 두께의 표준 바닥구조 또는 성능인정 바닥구조로 시공하도록 하고 있음. 이에 따라 바닥충격음의 차단성능을 향상시키기 위해 기존의 난방시공방법도 많은 변화를 가져와 현재는 건축용 단열재와 재료적인 성질이 유사한 바닥충격음저감재를 슬라브에 시공하는 방법이 주류를 이루고 있음. 특히 최근의 바닥난방시스템들은 공장에서 생산된 바닥난방판을 현장으로 이동, 슬래브상부에 조립·시공하는 완전건식공법과 슬라브 상부에 일부부품을 현장에서 조립한 후 난방코일 부위에 모르타르를 사용하여 마감하는 반 건식 공법이 주류를 이루고 있음. 이러한 시스템들은 바닥난방공사의 습식공정을 가능한 배제하여 공기단축을 도모하고 슬라브와 난방용온돌판 사이에 생기는 공간을 활용하여 전기배관과 환기시스템을 위한 공간으로 활용 할 수 있음. 그러나 최근의 온돌난방시스템은 난방기기의 근본적인 기능과 난방에너지의 절감을 제공하여야만 난방성능의 효율화가 가능하다고 할 수 있으므로 새로운 공법개발에 대한 검토를 수반하고 있음.

따라서 본 실험은 최근의 바닥충격음 저감공법개발 성향에 따라 난방성능과 차음성능을 동시에 해결하도록 하기 위해 기존공법들에 대하여 문제점들을 면밀히 파악한후 슬라브위 난방시공매커즘의 변경에 따라 기존기술인 습식공법과 본 개발기술인 반 건식공법의 난방성능과 차음성능을 알아보고자 한 것이며, 본 시험은 차음성능에 관한 것으로서 먼저 공인시험기관이 구비하고 있는 표준바닥구조에 바닥난방 시험체를 설치, 층간소음을 시험하고자 함.

따라서 이 시험은 기존의 습식바닥 난방 구조와 신청기술에 의한 반 건식 바닥 난방 구조를 비교하여 각 관련 규격에 따라 시험하게 됨.

1.2 기존기술의 바닥난방 구조

기존기술은 180m/m 콘크리트슬라브 위 30m/m 완충재와 그 위 경량기포콘크리트를 타설하고, 온수배관과 함께 시멘트모르타르로 마감마감한 후 최종적으로는 마루나 타일 또는 장판 등으로 마감하게 됨.

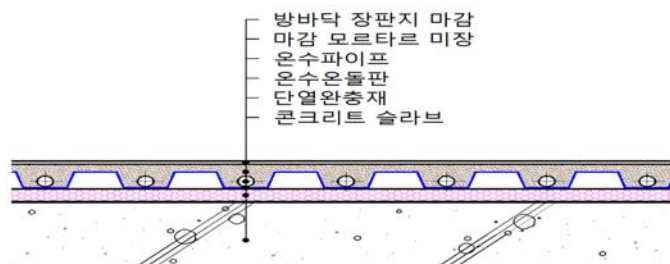


〈그림 10〉 기존기술의 난방구조단면도

1.3 신청기술의 바닥난방 구조

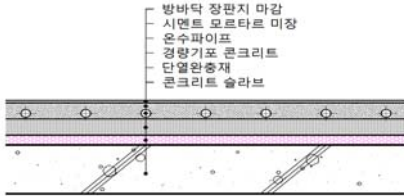
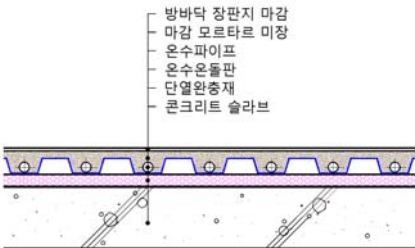
시험체의 크기는 바닥크기 4.0×4.5M, 천장높이 2.2 M로 하여 규격기준에 부합되도록 공인기관에 설치된 시험체를 사용하고 난방시설은 이 시험체의 바닥구조체 위에 개발된 신청기술로 난방마감시공을 하였다.

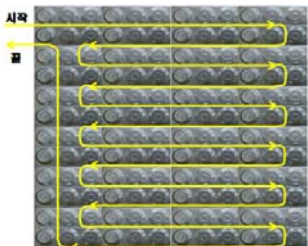
실험실의 바닥, 벽, 천장의 구조는 “주택건설기준” 등에 관한 규정에 따르거나, 또는 동등이상의 성능을 만족할 수 있는 구조로서 기밀이 되고 내면은 평활하게 다듬질 되어있으며, 시험실은 환기를 하지 않는 것으로 하고 자연 순환류 이외의 공기유동이 없도록 유지하였다. 개발기술은 180m/m 콘크리트슬라브 위 30m/m 완충재와 그 위 경량기포콘크리트를 대신 개발된 온돌판을 깔고 12m/m 온수배관(엑셀배관)과 함께 45m/mm의 시멘트모르타르로 마감마감 후 최종적으로는 마루나 타일 또는 장판 등으로 마감하게된다..



〈그림 11〉 개발기술의 난방구조 단면도

〈표 5〉 시험체별 난방방식과 규격

구분	용 도	바닥 난방 방식	시험체 규격
시험체1	기존난방시스템 (기존기술)		가로×세로×높이 4.5M × 4.5M × 24M
시험체2	온돌난방시스템 (신청기술)		가로×세로×높이 4.5M × 4.5M × 24M

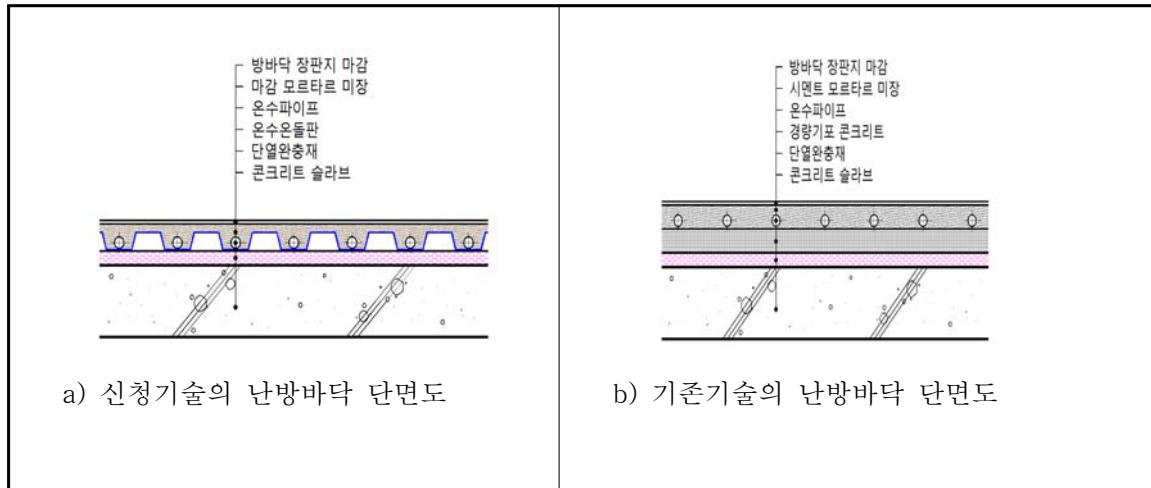
		
(1) 단열층시공	(2) 난방판넬 배치	(3) 난방판넬시공
		
(4) 난방배관시공	(5) 미장모르타르시공	(6) 미장모르타르마감

〈그림 12〉 시험체시공 사진

2. 실험 계획

2.1 실험조건 및 환경

시험체 바닥난방구조의 차움성능을 비교하기 위하여, 기존의 난방기술방식은 180mm콘크리트 슬라브 위에 30mm두께의 완충재(단열재)를 깔고 그 위에 40mm의 경량콘크리트를 타설 과 40mm두께의 모르타르를 마감한 구조이며, 개발(신청)기술의 바닥난방구조는 180mm 의 슬라브는 동일하지만, 그 위 30mm 두께의 완충용 단열보드를 마감한 후 축열층인 경량기포콘크리트를 대신하여 개발된 온돌판을 깔고, 그 상부로 높이 45mm 두께의 모르타르를 마감한 구조임. 또한 표준바닥 시험체는 공동주택의 **바닥충격음 관련법령과 관리기준의 개정**에 따라 슬라브 두께 180 mm를 동일하게 적용하여 그림 1 과 같이 바닥구조를 구성하였음.



〈그림 13〉 시험체시공사진

TYRE	Construction Material	Remark
기존난방방식	180mmSlab+ 30mmInsulator+ 35mmLight Concrete+ 45mm Mortar+ Wooden Floor	Wet Method
신청기술의 난방방식	180mm Slab+ 30mm Insulator+ 35mmOndol Pannel+ 45mm Mortar+ Wooden Floor	Harf Dry Method

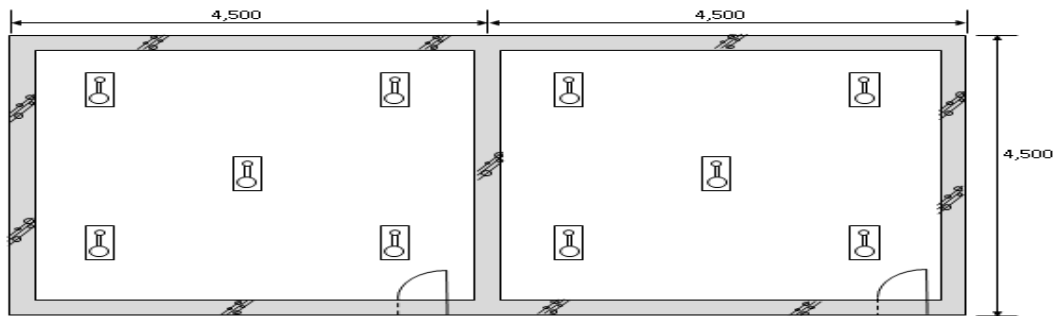
〈그림 14〉 시험체시공사진

바닥충격음의 차단성능시험은 공인시험기관인 경기도 안성에 소재한 (주) 한국소음진동 표준시험실에서 측정하고자 하는 바닥난방 시험체를 시공한 후 미장마감일로부터 약 2주간 미장모르타르 면를 양생기간이 경과된 후 시험기관에서 구비한 경·중량 음원장치를 현장 난방시험체 바닥면에 배치하고 그 아래층에는 소음측정 장비를 설치함.

2.2 시험 및 측정

일반적으로 공동주택의 바닥충격음에 대한 차음성능은 각 시험체 바닥위에 충격음 발생기를 설치한 후, 바닥에 충격을 가해 그 충격에 의해 발생한 바닥충격음을 아래층 바닥의 같은 위치에서 1/1 Octave Band 별 음압레벨을 측정함.

이때 충격음의 발생기는 온수배관 위를 피하여 해머를 벌려놓은 선이 측정선과 직각으로 배치하여, 4 Point (중앙 Point, 대각선상 3Point) 이상 (벽면에서 75cm 이격)에 설치하여 시험함. 충격음의 발생장치는 KS F 2810-1: 2001 및 KS F 2810-2:2001의 “바닥충격음차단성능 현장측정방법”에서 규정하고 있는 여성의 구두소리나 주화 및 수저 등의 낙하에 의한 바닥충격음을 대상으로 한 경량충격음 발생기와 어린이들이 뛰거나 달릴 때 발생하는 바닥충격음을 대상으로 한 중량충격음 발생기 (Bang Machine, Tire) 를 사용함. 측정된 자료는 컴퓨터와 연결하여 충격음의 데이터 레벨을 확인하고 확인된 자료를 분석함.



(그림a) 음원발생장치 배치도



(그림b) 계측기기 배치도

<그림 15 > 측정장비 배치도 및 전경

2.3 바닥구조의 시험 및 평가사항

1.개요	공동주택의 바닥난방구조에서 바닥충격음에 대한 차음성능측정을 위하여 신청기술에 의한 난방방식의 바닥구조를 시험체 바닥을 구성하고 난방바닥 마감면 상부에서 경량, 중량 충격음원을 설치한 후 바닥내 충격음을 가하여 아래층세대와 간은 위치에서 압압레벨을 측정함		
2.평가항목	- 경량낙하에 의한 바닥충격음을 대상으로 차단성능을 측정함 - 중량낙하에 의한 바닥충격음을 대상으로 충격음의 차단성능을 측정함		
3.측정장비 및 부위	항목	측정장비	측정부위
	바닥충격음 (경량, 중량)	- 건축음향측정 및 분석시스템 - 무지향성스피커	지정위치
4.관련규격	KS F 2863-1	건물부재의 바닥충격음차단성능평가방법	
	KS F 2863-2	건물부재의 바닥충격음차단성능평가방법	
	KS F 2810-1	바닥충격음차단성능평가방법	
	KS F 2810-2	바닥충격음차단성능평가방법	

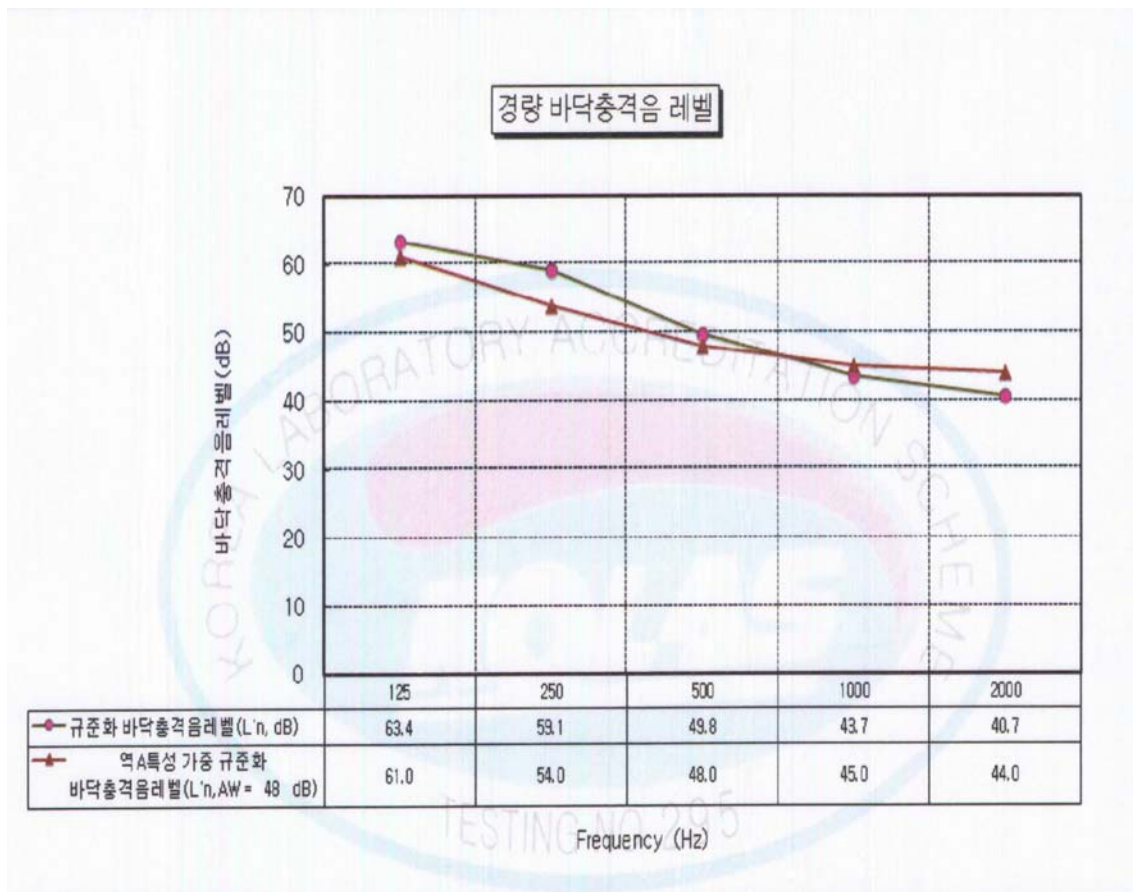
2.4 공동주택의 바닥 충격음 차단성능 기준

	경량충격음	중량충격음
최저기준	경량충격음 성능레벨(L_{AL}) = 58dB	경량충격음 성능레벨(L_{AH}) = 50dB
측정방법	KS F 2810-1, “바닥 충격음 현장 측정방법, 제1부 : 표준경량 충격원에 의한 방법”	KS F 2810-2, “바닥 충격음 현장 측정방법, 제2부 : 표준중량 충격원에 의한 방법”
평가방법	충격음 차단 성능 기준 곡선(역A특성곡선) 적용	
적용 대상	상하층간 경계바닥(거실 또는 침실)	

3. 소음계측 및 평가결과

(1) 경량충격음레벨

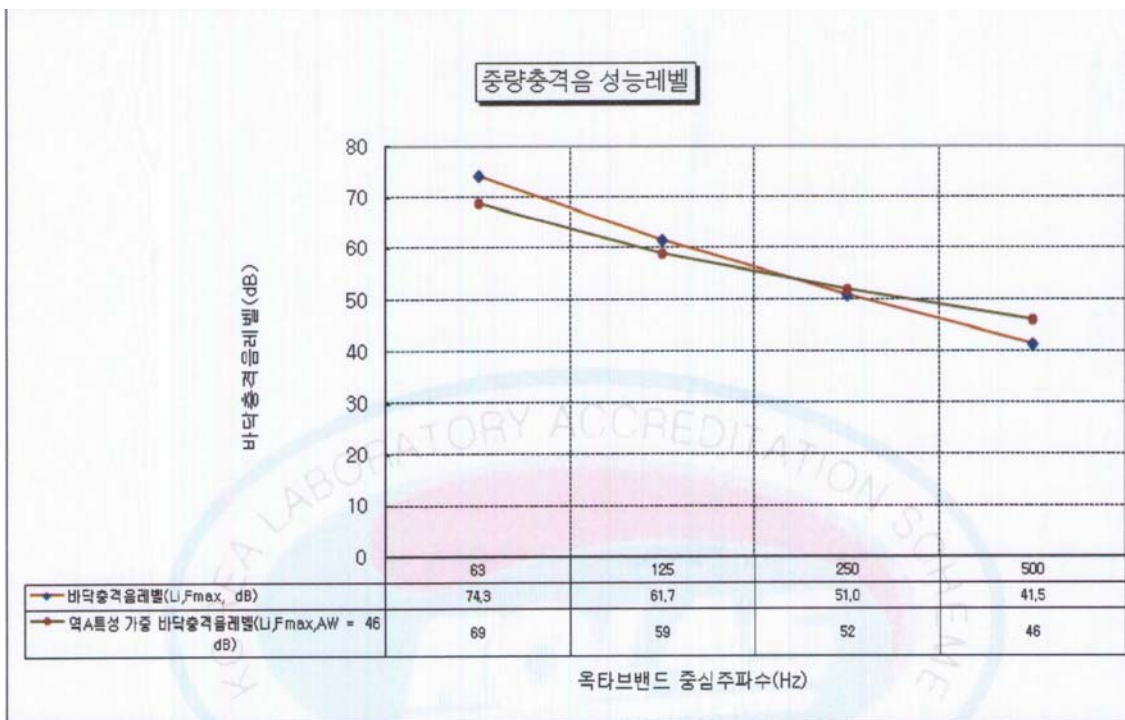
[그림 7.1]은 경량충격음 성능레벨을 나타내고 있다. 그림에서 측정값은 수음실에서 측정한 잔향시간 측정결과로부터 산출된 표준화 바닥충격음레벨로서, 역A특성 기준곡선에 의해 산출된 단일수치 평가량인 역A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨 $L_{n,AW}$ 는 **48dB** 로 평가되었다.



〈그림 16〉 경량충격음 레벨

(2) 중량충격음레벨

[그림 7.2]은 중량충격음 성능레벨을 나타내고 있다. 그림에서 측정값은 수음실에서 측정한 바닥충격음레벨로서, 역A특성 기준곡선에 의해 산출된 역A특성 가중 규준화 바닥충격음레벨 $L_{i,Fmax,AW}$ 는 **46dB**로 평가되었다.



〈그림 16〉 중량충격음레벨

시험 성적서

Test Certificate

1. 의뢰자

◦ 기관명 : (주)유일엔지니어링 건축사사무소, 따따시온돌(주), (주)세기
경영기술연구원

◦ 주소 : 서울시 강남구 일원동 639-5 해주빌딩 301호

◦ 의뢰일자 : 2012년 6월 10일

2. 시험성적서의 용도 : 자체 평가용

3. 시험대상품목/물질/시료명 : 온돌난방시스템(신청기술)

4. 시험기간 : 2012년 7월 10일

5. 시험방법 : KS F 2810-1:2001, KS F 2810-2:2001, KS F 2863-1:2002, KS F 2863-2:2002

6. 시험환경 : 온도(25.7 ~ 26.3) °C 습도 (63~65) % R.H.

7. 시험결과

시험항목	중심주파수별 음악레벨 (dB)						단일수치값 (dB)
	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	
경량충격음레벨 ($L'_{n,AW}$)	-	63.4	59.11	49.8	43.7	40.7	48
중량충격음레벨 ($L'_{i,Max, AW}$)	74.3	61.7	51.0	41.5	-	-	46

이 성적서 위의 내용은 시험의뢰인에 의해 제공된 시료에 한하며, 용도 이외의 사용을 금합니다.

확인	작성자	승인자
	성명 : 정 명 호 (서명)	직위 : (기술책임자) 성명 : 홍 인 속 (서명)

1. 개 요

이 시험은 바닥충격음 차단성능 표준시험실 측정으로 (주)유일엔지니어링 건축사사무소, 따따시온돌(주), (주)세기경영기술연구원에서 의뢰한 온돌난방시스템(신청기술)에 대하여 KS F 2810-1,2 (바닥충격음 차단성능 현장 측정방법 - 제 1부 : 표준 경량충격원에 의한 방법 및 제 2부 : 표준 중량충격원에 의한 방법)의 시험방법에 따라 측정하였으며, KS F 2863-1,2(건물 및 건물 부재의 바닥충격음 차단성능 평가 방법 - 제1부 : 표준 경량충격원에 대한 차단성능 및 제 2부 : 표준 중량충격원에 대한 차단성능)의 역 A특성곡선에 의해 평가하였다. 시험결과는 경량충격음의 옥타브밴드 중심주파수 125Hz ~ 2 kHz 그리고 중량충격음은 63 Hz ~ 500 Hz에서 시험한 측정값으로 하였다.

2. 바닥충격음 측정 및 평가방법

2.1 측정방법

2.1.1 경량충격음 [한국산업규격(KS F 2810-1)]

(“바닥충격음 차단성능 현장 측정방법, 제1부 : 표준경량충격원에 의한 방법”)

(1) 적용범위

표준경량충격원(tapping machine)을 이용하여 현장에서 건축물의 바닥충격음 차단 성능을 측정하는 방법을 규정

(2) 바닥충격음의 발생

측정대상 바닥 위에 표준경량충격원을 설치하고 충격음을 발생시킨다. 충격원의 설치위치는 실의 주변 벽으로부터 50 cm이상 떨어진 바닥 평면내로 중앙점 부근의 1점을 포함하여 균등하게 분하는 4점 이상으로 한다. (비고 : 표준경량충격원의 타격에 의해 바닥 표면을 손상할 우려가 있을 경우에는 바닥충격음레벨의 발생에 큰 영향을 주지 않을 얇은 종이 등을 붙이고 측정하여도 좋다.)

(3) 바닥충격음레벨 측정

충격음의 평균 음압레벨 측정을 위한 마이크로폰의 높이는 바닥으로부터 1.2m, 천장, 주위벽, 바닥면 등으로부터 0.5m이상 떨어진 공간 내에, 서로 0.7m 이상 떨어진 4점의 측정점을 공간적으로 균등하게 분포시켜 측정함

(4) 측정주파수범위

()내는 측정하는 것이 바람직한 주파수범위

1) 옥타브밴드 측정 (Hz) : (63), 125, 250, 500, 1 000, 2 000, (4 000)

2) 1/3옥타브밴드 측정 (Hz): (50, 63, 80), 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1 000, 1,250, 1,600, 2,000, 2,500, 3,150, (4,000, 5,000)

(5) 진행시간의 측정

수음실내 1점에 음원스피커를 설치하고 실내에 균등한 분포가 되도록 3점 이상의 측정점을 설치한다. 전체 측정점은 음원 스피커, 벽 등의 실경계면으로부터 1.0m이상 이격하여 측정한다.

2.1.2 중량충격음 [한국산업규격(KS F 2810-2)]

(“바닥충격음 차단성능 현장 측정방법, 제2부 : 표준중량충격원에 의한 방법”)

(1) 적용범위

표준중량충격원을 이용하여 건축물의 바닥충격음 차단 성능을 측정하는 방법에 대해서 규정

(2) 바닥충격음의 발생

측정대상 바닥 위에 표준중량충격원을 이용해서 충격음을 발생시킨다. 표준충격원의 위치는 실의 주변 벽으로부터 0.5m이상 떨어진 바닥 평면내로 중앙점 부근의 1점을 포함해서 평균적으로 분포하는 3 ~ 5점으로 한다.

(3) 바닥충격음레벨 측정

충격음의 평균 최대 음압레벨 측정을 위한 마이크로폰의 높이는 바닥으로부터 1.2m, 천장, 주위벽, 바닥면 등으로부터 0.5m이상 떨어진 공간 내에, 서로 0.7m 이상 떨어진 4점의 측정점을 공간적으로 균등하게 분포시켜 측정한다.

(4) 측정주파수범위

()내는 측정하는 것이 바람직한 주파수범위

1) 옥타브밴드 측정 (Hz)

(31.5), 63, 125, 250, 500

2) 1/3옥타브밴드 측정 (Hz)

(25, 31.5, 40), 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630

2.1 평가방법

2.1.1 경량충격음 [한국산업규격(KS F 2863-1)]

(“건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법, 제1부 : 표준 경량충격원에 대한 차단성능 규격” 역 A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨 산출)

(1) 적용범위

본 부속서는 표준경량충격원에 대한 건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단 성능을 역 A특성곡선에 의해 평가하는 방법을 규정한다.

(2) 정의

1) 바닥충격음 차단성능 단일수치 평가량

본 부속서에서 규정하는 방법에 따라 평가하는 값(dB)

2) 비교

단일수치 평가량의 용어 및 기호는 측정종류에 따라 다르며, <표 2.1>에 따른다.

본 부속서에 따른 평가방법은 옥타브밴드 측정결과에 적용한다.

측정결과가 1/3옥타브밴드인 경우에는 옥타브밴드 값으로 환산하여 적용한다.

3) 역 A특성곡선

본 부속서에 의하여 건축물의 바닥충격음 차단성능 평가에 이용되는 곡선

<표> 바닥충격음 차단성능 단일 수치 평가량 (옥타브밴드)

평가량 명칭과 기호			단일수치평가량	
규격	명칭	기호	명칭	기호
KS F 2810-1	바닥충격음레벨	L_i	역A특성 가중 바닥충격음레벨	$L_{i,AW}$
	규준화 바닥충격음레벨	L'_n	역A특성 가중규준화 바닥충격음레벨	$L_{n,AW}$
	표준화 바닥충격음레벨	L'_{nT}	역A특성 가중표준화 바닥충격음레벨	$L_{nT,AW}$

(3) 단일수치 평가량 구하는 방법

KS F 2810-1에 의해 측정된 옥타브밴드 측정결과 또는 1/3 옥타브밴드 측정결과로부터 계산한 옥타브밴드의 레벨을 규정된 기준치와 비교하여 평가한다.

1) 기준치

측정치와의 기준이 되는 기준값을 <표 2.2>에 나타낸다

<표 2.2> 바닥충격음 차단성능 평가 기준치

주파수(Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000
기준치 (dB)	83	73	66	60	57	56

2) 비교의 방법

중심주파수 125 Hz ~ 2 000Hz의 옥타브대역 측정결과를 연결한 곡선에 대해서 기준곡선을 상하로 1 dB 간격으로 이동시켜, 5개의 옥타브밴드에 대해서 측정값 이 기준곡선을 상회하는 값의 총합이 10.0 dB을 넘지 않는 범위에서 가능한 한 기준 곡선을 낮게 위치하는 곳까지 이동시킨다. 이상의 절차에 따라 이동한 기준곡선의 500 Hz 대역에 있어서의 값(dB)을 각각 $L_{i,AW}$, $L_{n,AW}$, $L_{nT,AW}$ 의 값으로 한다.

3) 비교1

1/3옥타브밴드로 측정된 결과는 아래식을 이용하여 옥타브밴드의 값으로 합성한다. 그리고 이 값을 KS A 0021(수치의 뺏음법)에 의해 소수점 이하는 반올림하여 상기 방법에 의해 평가한다.

$$X_{1/1} = 10\log(10^{X_{1/3,1}/10} + 10^{X_{1/3,2}/10} + 10^{X_{1/3,3}/10})$$

여기에서, $X_{1/1}$ 는 옥타브밴드의 값(dB), $X_{1/3,1}$, $X_{1/3,2}$, $X_{1/3,3}$ 는 해당 옥타브밴드에 포함되는 3개의 1/3 옥타브밴드에 값 (dB)

4) 비교2 : 측정치의 평가결과가 XY인 경우에는 $L_{i,AW}$ -XY로 표시

2.1.2 중량충격음 [한국산업규격(KS F 2863-2)]

(“건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단성능 평가방법, 제2부 :표준 중량충격원에 대한 차단성능 규격” 역 A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨 산출)

(1) 적용범위

표준중량충격원을 이용해서 측정한 건물 및 건물부재의 바닥충격음 차단 성능평가방법을 규정한 것으로서 KS F 2810-2에 의한 1/3옥타브 밴드 또는 옥타브밴드의 측정결과에서 바닥충격음 차단성능을 단일수치 평가량으로 평가하는 방법에 대하여 규정한다.

(2) 정의

1) 바닥충격음 차단성능 단일수치 평가량

본 규격에서 규정하는 방법에 따라 평가하는 값(dB)

2) 비교

단일수치 평가량의 용어 및 기호는 <표 2.3>에 따른다. 본 규격에 따른 평가방법은 옥타브밴드 측정결과에 따라 적용한다. 측정결과가 1/3 옥타브밴드인 경우에는 옥타브밴드 값으로 환산하여 적용한다.

3) 역 A특성곡선

본 규격에 의하여 건축물의 바닥충격음 차단성능 평가에 이용되 곡선

<표6 > 바닥충격음 차단성능 단일 수치 평가량 (옥타브밴드)

평가량 명칭과 기호			단일수치평가량	
규격	명칭	기호	명칭	기호
KS F 2810-2	바닥충격음레벨	$L_{i,Fmax}$	역A특성 가중 바닥충격음레벨	$L_{i,Fmax,AW}$

(3) 단일수치 평가량 구하는 방법

KS F 2810-2에 의해 측정된 옥타브밴드 측정결과 또는 1/3 옥타브밴드 측정결과로부터 계산한 옥타브밴드의 레벨을 규정된 기준치<표 2.6>과 비교하여 평가한다.

1) 기준치

측정치와의 기준이 되는 기준값을 <표 2.4>에 나타낸다. [그림 2.2] 는 이것을 기준곡선으로 나타낸 것이다.

<표7 > 바닥충격음 차단성능 평가 기준치

주파수(Hz)	63	125	250	500	1 000	2 000
기준치 (dB)	83	73	66	60	57	56

2) 비교의 방법

중심주파수 63 Hz ~ 500 Hz의 옥타브대역 측정결과를 연결한 곡선에 대해서 기준곡선을 상하로 1 dB 간격으로 이동시켜, 4개의 옥타브밴드에 대해서 측정값 이 기준곡선을 상회하는 값의 총합이 8.0 dB을 넘지 않는 범위에서 가능한 한 기준 곡선을 낮게 위치하는 곳까지 이동시킨다. 이상의 절차에 따라 이동한 기준곡선의 500 Hz 대역에 있어서의 값(dB)을 각각 $L_{i,Fmax,AW}$ 의 값으로 한다.

3) 비교1

1/3옥타브밴드로 측정된 결과는 아래식을 이용하여 옥타브밴드의 값으로 합성한다. 그리고 이 값을 KS A 0021(수치의 뺏음법)에 의해 소수점이하는 반올림하여 상기 방법에 의해 평가한다.

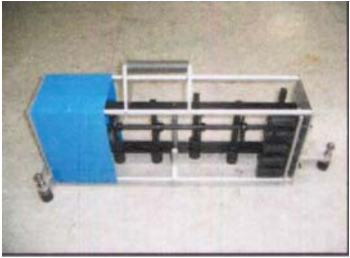
$$X_{1/1} = 10\log(10^{X_{1/3,1}/10} + 10^{X_{1/3,2}/10} + 10^{X_{1/3,3}/10})$$

여기에서, $X_{1/1}$ 는 옥타브밴드의 값(dB), $X_{1/3,1}$, $X_{1/3,2}$, $X_{1/3,3}$ 는 해당 옥타브밴드에 포함되는 3개의 1/3 옥타브밴드에 값 (dB)

4) 비교2

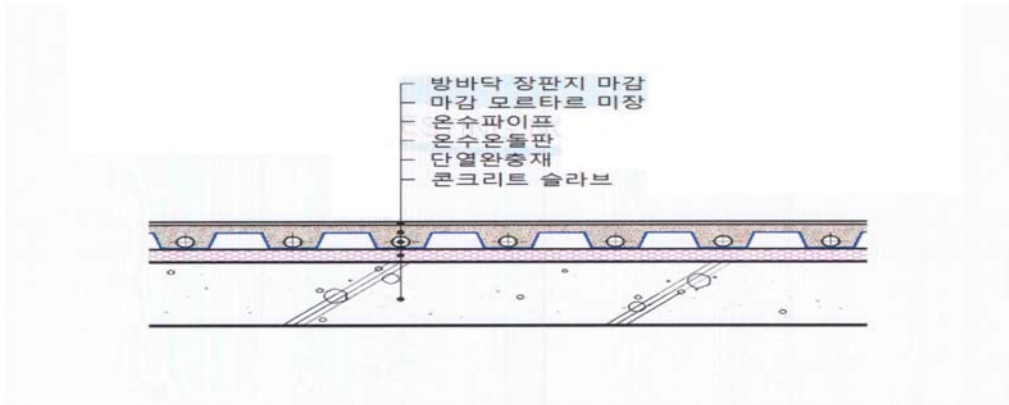
측정치의 평가결과가 XY인 경우에는 $L_{i,Fmax,AW}$ -XY로 표시

3. 측정장비

측정장비	모델명	장비사진
경량충격원	Tapping-Machine (Made in Korea)	
중량충격원	Bang-Machine (Made in Korea)	
앰프(Power Amplifier)	M700 (Made in Korea)	
건축음향 분석장비	Harmonie-01dB (Made in Germany)	
무지향성스피커 (Non Director Speaker)	SP-600 (Made in Korea)	

4. 시험품

시험품은 의뢰자 (주)유일엔지니어링 건축사사무소, 따따시온돌(주), (주)세기경영기술연구원에서 의뢰받은 것으로 시험체의 구조는 다음과 같다.



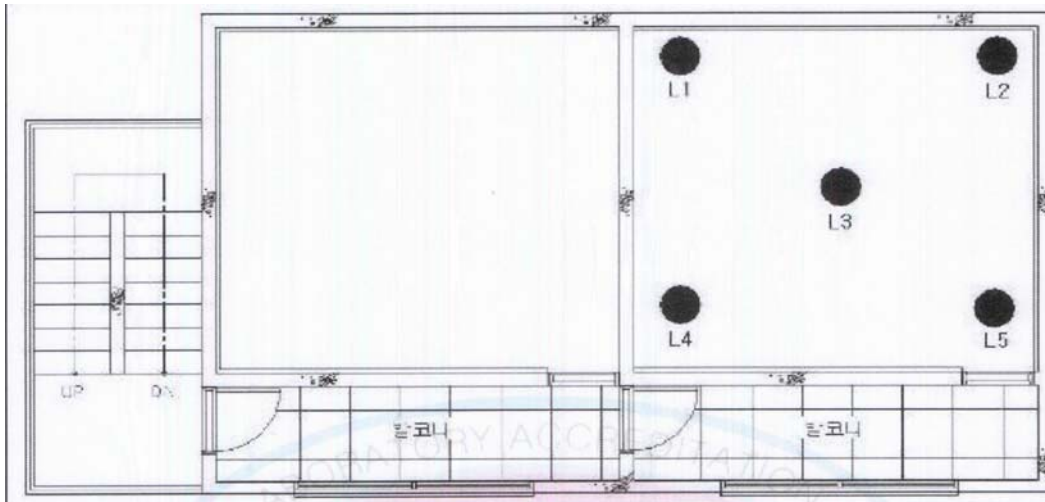
〈그림 17〉 시험체단면도

〈표 8〉 신청기술의 마감사양

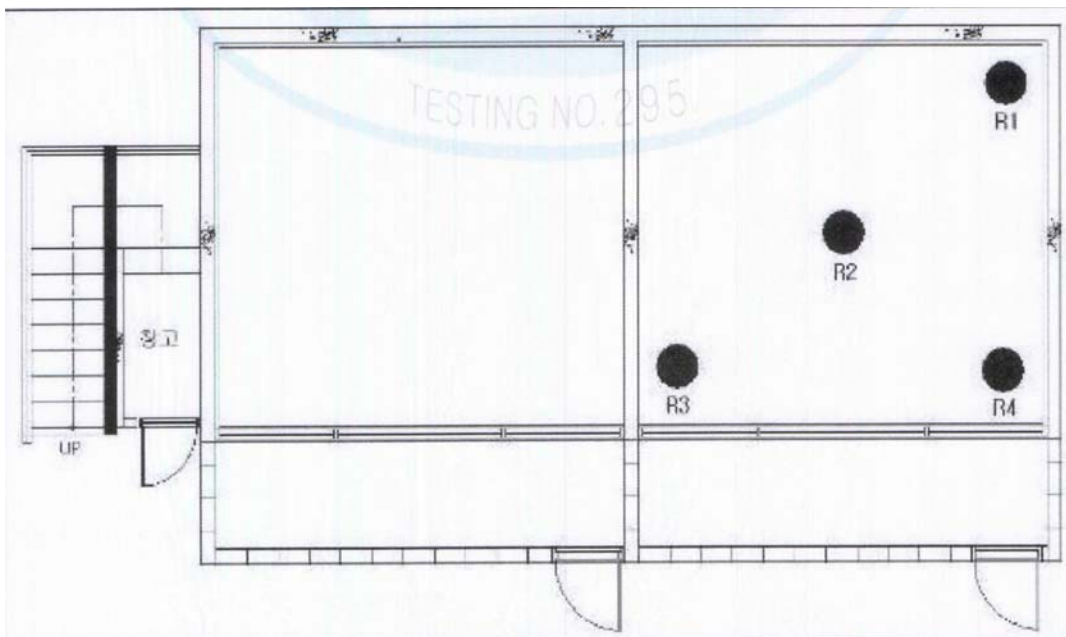
구 분	시험품명
	온돌난방시스템(신청기술)
마감재	-
시멘트 모르타르	45 mm (난방배관 포함)
온돌판넬	35 mm (온수온돌판+온수파이프)
단열완충재	30 mm
콘크리트 슬라브	180 mm

6. 측정위치

(1) 2층 충격음 가진지점



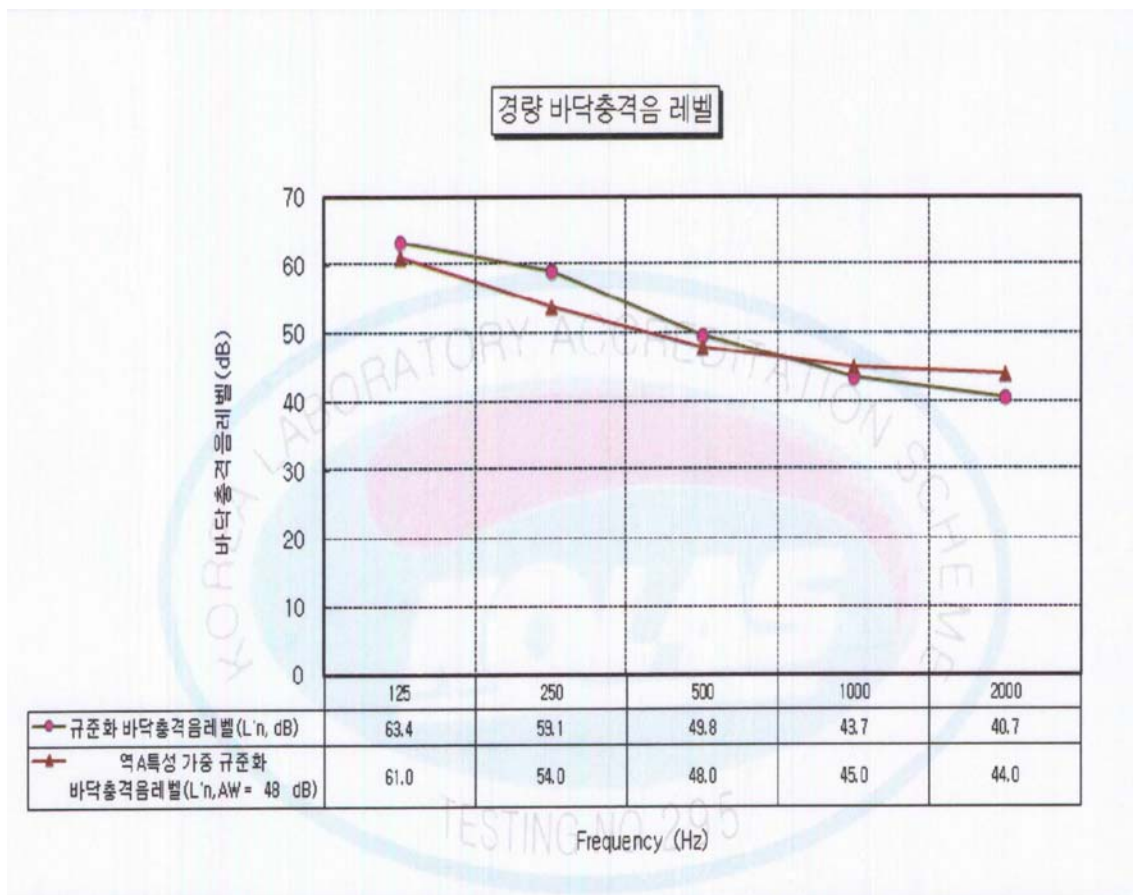
(1) 1층 충격음 수신지점



7. 평가결과

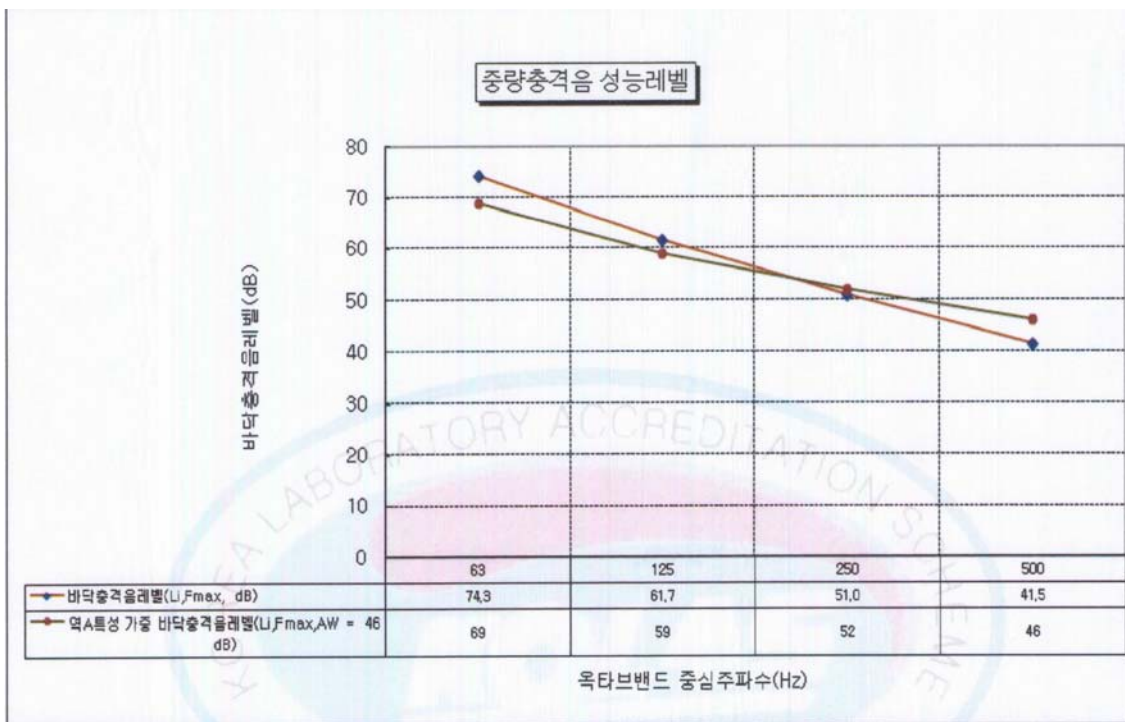
(1) 경량충격음레벨

[그림 7.1]은 경량충격음 성능레벨을 나타내고 있다. 그림에서 측정값은 수음실에서 측정한 잔향시간 측정결과로부터 산출된 표준화 바닥충격음레벨로서, 역A특성 기준곡선에 의해 산출된 단일수치 평가량인 역A특성 가중 표준화 바닥충격음레벨 $L_{n,AW}$ 는 **48dB**로 평가되었다.



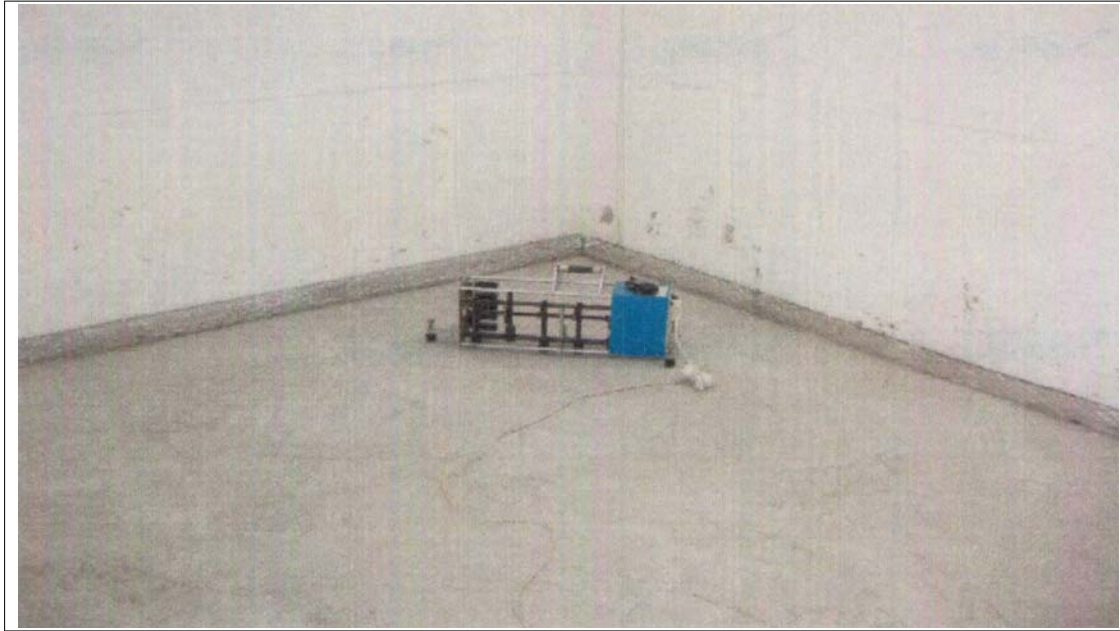
(2) 중량충격음레벨

[그림 7.2]은 중량충격음 성능레벨을 나타내고 있다. 그림에서 측정값은 수음실에서 측정한 바닥충격음레벨로서, 역A특성 기준곡선에 의해 산출된 역A특성 가중 규준화 바닥충격음레벨 $L_{i,Fmax,AW}$ 는 **46dB**로 평가되었다.



7. 측정사진

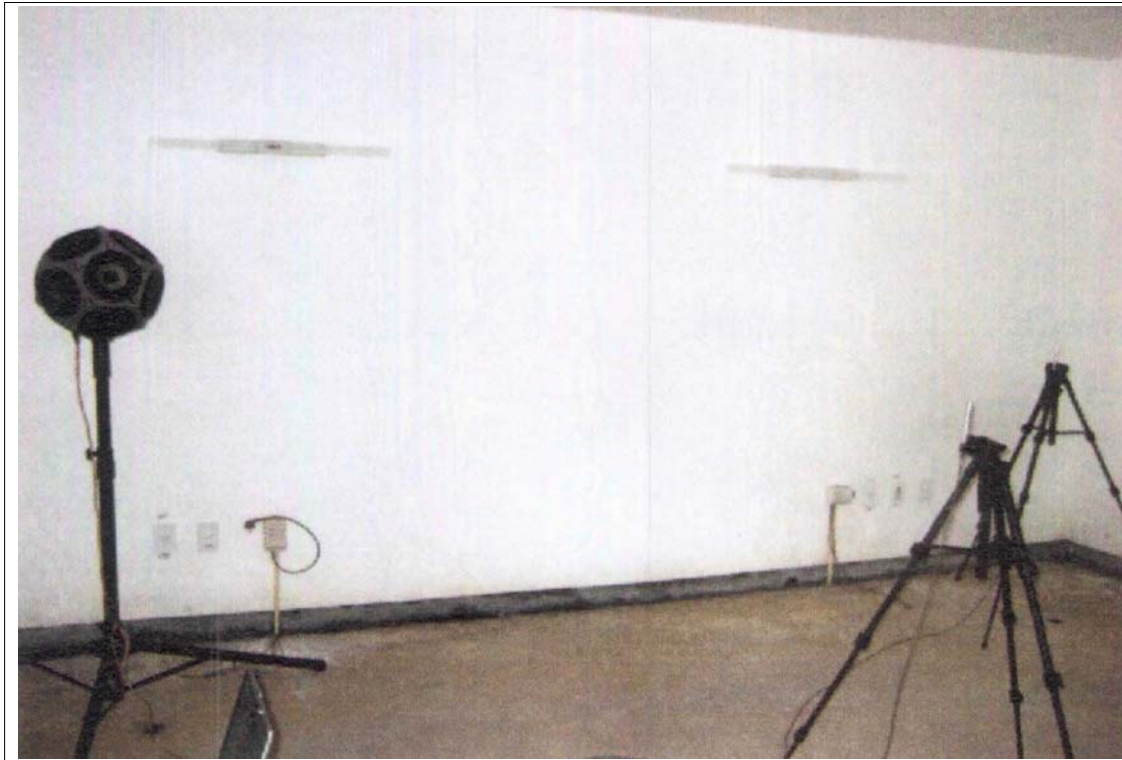
(1) 경량충격원



(2) 중량충격원



(3) 바닥충격을 측정사진



〔부록〕 시험 성적서

1. 난방 성능 시험 성적서

2. 소음 성능 시험 성적서

시험성적서

성적서번호 : WTR2213003

구분	신청기술의 바닥난방시스템				표준바닥난방시스템			
항목	배관 직상부1	배관 직상부2	배관 사이 중양부	공기층	배관 직상부1	배관 직상부2	배관 사이 중양부	공기층
Time	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
5:20	33.9	33.8	33.8	23.0	33.0	34.5	34.3	23.1
5:30	32.7	32.5	32.5	23.1	32.4	33.8	33.6	23.1
5:40	31.5	31.4	31.3	22.7	31.8	33.2	33.0	22.7
5:50	30.7	30.8	30.7	22.7	31.6	32.7	32.6	22.8
6:00	29.7	29.5	29.6	22.6	31.0	32.2	32.1	22.5
6:10	29.3	28.9	29.0	22.5	30.5	31.8	31.6	22.6
6:20	28.7	28.3	28.3	22.4	30.2	31.4	31.2	22.4
6:30	27.8	27.8	27.7	22.1	29.8	30.8	30.7	22.3
6:40	27.4	27.1	27.2	22.1	29.5	30.6	30.3	22.5
6:50	26.5	26.3	26.3	22.0	29.2	30.0	29.9	22.2
7:00	26.0	25.8	25.8	21.9	28.9	29.7	29.6	22.2
7:10	25.7	25.4	25.6	21.7	28.6	29.5	29.2	22.0
7:20	25.1	24.7	24.8	21.8	28.2	29.1	28.9	22.1
7:30	24.5	24.5	24.4	21.9	28.0	28.8	28.6	21.9
7:40	24.7	24.7	24.7	21.6	27.8	28.4	28.3	21.9
7:50	24.6	24.3	24.4	21.8	27.5	28.2	28.1	22.1
8:00	23.8	23.8	23.7	21.7	27.2	28.0	27.7	21.8

성적서번호 : WTR2213003

■ 시험결과

• 난방 공급 온수 온도 : 75 ℃

구분 항목	신청기술의 바닥난방시스템				표준바닥난방시스템			
	배관 직상부1 ℃	배관 직상부2 ℃	배관 사이 중양부 ℃	공기층 ℃	배관 직상부1 ℃	배관 직상부2 ℃	배관 사이 중양부 ℃	공기층 ℃
Time								
0:00	20.5	20.4	20.6	20.6	20.9	21.1	21.0	20.3
0:10	24.2	24.5	20.5	20.8	22.9	24.4	21.0	20.7
0:20	33.3	34.1	24.8	21.9	29.5	31.6	21.9	21.7
0:30	38.5	39.1	29.2	22.6	33.0	35.7	23.7	22.4
0:40	42.2	43.1	33.6	23.7	35.7	38.2	25.8	22.9
0:50	44.9	45.6	37.0	23.8	37.3	39.8	27.7	23.2
1:00	46.5	47.3	39.4	24.2	38.5	41.0	29.5	23.7
1:10	47.7	48.2	41.1	24.8	39.5	41.9	31.0	23.9
1:20	48.6	48.9	42.4	24.9	40.4	42.8	32.2	24.2
1:30	49.3	49.6	43.4	24.5	41.0	43.6	33.5	24.4
1:40	49.8	50.2	44.2	25.4	41.8	44.2	34.5	24.5
1:50	49.8	50.3	44.5	25.1	42.4	44.7	35.2	24.4
2:00	50.3	50.7	45.1	25.6	42.7	45.3	36.2	24.6
2:10	50.8	51.2	45.4	25.8	43.3	45.8	36.9	25.0
2:20	50.7	51.1	45.4	25.6	43.7	46.2	37.5	24.9
2:30	51.1	51.2	45.6	25.0	44.0	46.7	38.1	24.6
2:40	51.0	51.4	45.9	25.8	44.5	46.7	38.5	25.2
2:50	51.1	51.4	45.9	25.8	44.7	47.0	39.0	25.1
3:00	51.3	51.5	46.0	25.4	45.1	47.5	39.5	25.2
3:10	51.4	51.5	46.0	26.2	45.0	47.6	39.7	25.3
3:20	51.1	51.5	46.2	25.6	45.6	48.0	40.3	25.3
3:30	51.2	51.6	46.1	25.5	46.0	48.2	40.7	25.1
3:40	51.2	51.6	46.2	25.4	46.1	48.2	40.9	25.3
3:50	51.2	51.6	46.2	25.8	46.4	48.6	41.3	25.6
4:00	51.4	51.6	46.6	25.6	46.6	48.8	41.4	24.9
4:10	49.2	49.4	45.8	25.6	45.0	46.7	41.4	25.6
4:20	46.2	46.3	44.6	25.1	42.4	44.1	41.3	25.0
4:30	44.0	44.2	43.0	24.5	40.4	42.1	40.7	24.9
4:40	41.5	41.3	41.0	24.8	39.1	40.8	40.1	24.7
4:50	39.5	39.5	39.0	24.4	38.0	39.6	39.1	24.4
5:00	38.1	38.3	37.7	24.2	37.2	38.7	38.4	24.1
5:10	36.2	36.2	36.0	23.7	36.2	37.7	37.5	23.8

문 12 페이지 중 4 페이지

양식QP-20-01-06(0)

시험성적서

성적서번호 : WTR2213003

구분	신청기술의 바닥난방시스템				표준바닥난방시스템			
항목	배관 직상부1	배관 직상부2	배관 사이 중앙부	공기층	배관 직상부1	배관 직상부2	배관 사이 중앙부	공기층
Time	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃	℃
5:20	35.4	35.4	35.1	23.5	35.6	37.0	36.8	24.0
5:30	33.5	33.4	33.3	23.4	34.9	36.4	36.1	23.5
5:40	32.5	32.2	32.2	23.2	34.3	35.8	35.5	23.5
5:50	31.4	31.1	31.1	22.8	33.7	35.1	34.9	23.6
6:00	31.1	30.9	30.9	22.7	33.3	34.6	34.4	23.3
6:10	30.0	29.9	29.9	22.7	32.9	34.0	33.9	23.3
6:20	29.5	29.4	29.4	22.5	32.3	33.5	33.3	23.2
6:30	28.3	28.1	28.0	22.5	31.9	33.0	32.7	23.2
6:40	27.7	27.4	27.3	22.4	31.5	32.5	32.2	22.6
6:50	27.6	27.3	27.5	22.3	31.1	32.2	31.8	22.8
7:00	26.7	26.4	26.4	22.4	30.7	31.7	31.5	22.6
7:10	26.1	25.9	25.8	22.1	30.4	31.4	31.1	22.5
7:20	26.2	26.0	26.3	22.0	30.1	30.9	30.8	22.4
7:30	25.8	25.4	25.6	21.9	29.8	30.6	30.3	22.5
7:40	25.0	24.7	24.6	21.9	29.4	30.3	29.9	22.4
7:50	24.9	24.9	25.0	21.9	29.2	29.9	29.7	22.3
8:00	24.7	24.5	24.8	21.7	28.8	29.5	29.3	22.1

• 각각 난방 공급 온수에 따른 누적 에너지소비량

구분	신청기술의 바닥난방시스템	표준바닥난방시스템
온도	에너지 누적 소비량	에너지 누적 소비량
45 ℃	278,765 kcal	288,861 kcal
75 ℃	338,580 kcal	351,595 kcal

성적서번호 : WTR2213003

첨부 1. 시험 개요

- 본 시험은 표준바닥난방시스템[국토해양부 고시 제2009-1217호 제26조 관련 표준바닥구조(1)] 과 시험의뢰 기술의 바닥난방시스템 시험체에 대한 시간에 따른 물탈표면 온도, 공기층 온도 및 누적 에너지 소비량을 측정하였음.
- 시험체는 의뢰자가 제시한 방법으로 구성하였으며, 그 내용은 아래와 같음.

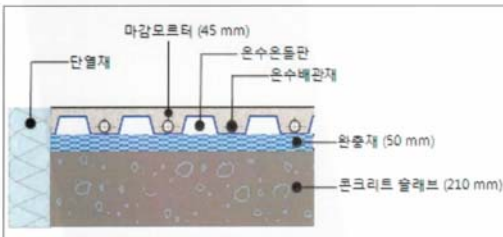


시험의뢰 기술의 바닥난방시스템

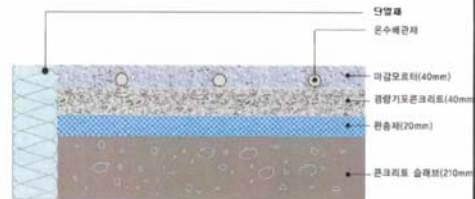


표준바닥난방시스템

그림 1. 시험체 사진



시험의뢰 기술의 바닥난방시스템



표준바닥난방시스템

그림 2. 시험체 단면도



그림 3. Al 코팅판

총 12 페이지 중 6 페이지

양식QP-20-01-06(0)

성적서번호 : WTR2213003

첨부 2. 시험방법

가. 시험체 구성

- 시험체 크기 : 2,000(D)×2,000(L) mm
- 시험체 수량 : 각 1 세트
- 난방방식 : 온수식 바닥난방 적용
- 온수파이프 종류 및 간격: 그림 4. 참조
- 시험체 표면 : 몰탈 마감
- 온수공급방식 : 대형항온수조, 유량 2 L/min
- 상부아크릴커버 사양 : 크기 2,000(W)×2,000(D)×1,000(H) mm, 두께 10 mm
- 시험체 측면/하부 전면 단열재 마감 : 두께 100 mm

나. 항온항습실 조건

- 항온항습실 크기 : 12,000(D)×9,000(L)×3,200(H) mm
- 항온항습실 온습도 조건 : 온도 20 ℃(±0.2 ℃), 상대습도 50 %(±0.5 %)

다. 측정항목 및 방법

- 공급 온수 온도 (2type) : 45 ℃, 75 ℃
- 각 Layer별 온도 센서 측정위치
 - 몰탈 표면온도 (배관직상부 몰탈 표면 - 2 point, 배관 사이 중앙부 몰탈표면 -1 point)
 - 공기층 온도 (시험체 중앙부 800 mm 높이 -1 point)
- 온수 공급 주기 : On Time 4시간, Off Time 4시간
- 온도 측정 주기 : 1분

※ 센서 및 데이터 로거 : 미국 Omega사, Logger - DA100, Sensor - TK30

※ 적산 열량 측정장비 : 독일 MT500 heat consumption mete

- 적산 열량계 계산식 : $Q = (T_{in} - T_{out}) \times F \times C$
 - Q : 투입된 열량 (kcal/min)
 - T_{in} : 공급온수 온도 (℃)
 - T_{out} : 환수 온도 (℃)
 - F : 순환유량 (lpm)
 - C : 물의 비열 (kcal/kg·℃)

총 12 페이지 중 7 페이지

양식QP-20-01-06(0)

성적서번호 : WTR2213003



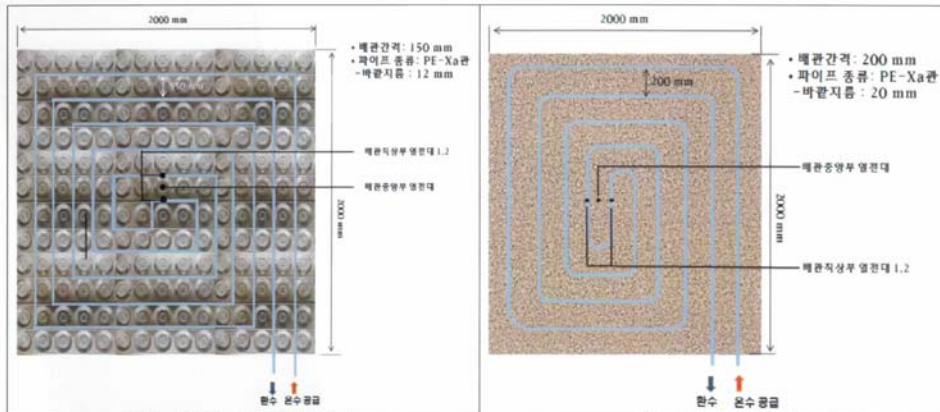
항온함습실

정밀 항온 수조

온수 분배 장치 및 적산 열량계

적외선 열화상 카메라

그림 5. 시험장치 사진



신청기술의 바닥난방시스템

표준바닥난방시스템

그림 6. 시험체 평면도

성적서번호 : WTR2213003

첨부 3. 시험체 물탈 표면온도/누적 에너지 소비량 측정결과

1) 온수 공급 온도 45 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 물탈 표면/공기층 온도

- 신청기술의 바닥난방시스템

- 배관직상부 물탈표면 최고온도: 49.4 ℃, 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 44.1 ℃
- 공기층 최고온도: 25.3 ℃,

- 표준바닥난방시스템

- 배관직상부 물탈표면 최고온도: 46.2 ℃, 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 37.7 ℃
- 공기층 최고온도: 24.7 ℃,

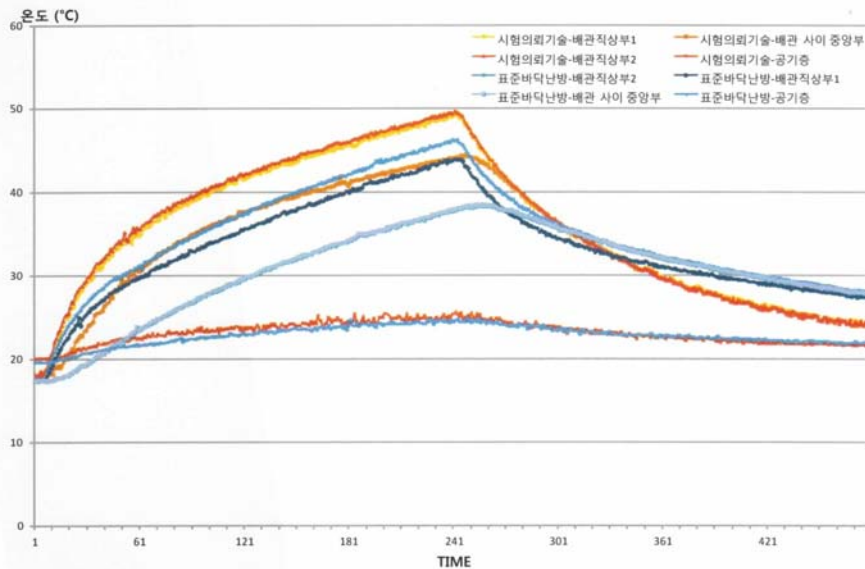


그림 7. 시험체 물탈 표면/공기층 온도 분포곡선

2) 온수 공급 온도 45 ℃, 난방 4시간 동안 각 난방시스템 누적 에너지소비량

- 신청기술의 바닥난방시스템 : 278,765 kcal
- 표준바닥난방시스템 : 288,861 kcal

성적서번호 : WTR2213003

3) 온수 공급 온도 75 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 물탈 표면/공기층 온도

- 신청기술의 바닥난방시스템

- 배관직상부 물탈표면 최고온도: 51.8 ℃, 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 46.6 ℃
- 공기층 최고온도: 26.3 ℃

- 표준바닥난방시스템

- 배관직상부 물탈표면 최고온도: 48.8 ℃, 배관 사이 중앙부 물탈표면 최고온도: 41.4 ℃
- 공기층 최고온도: 25.7 ℃,

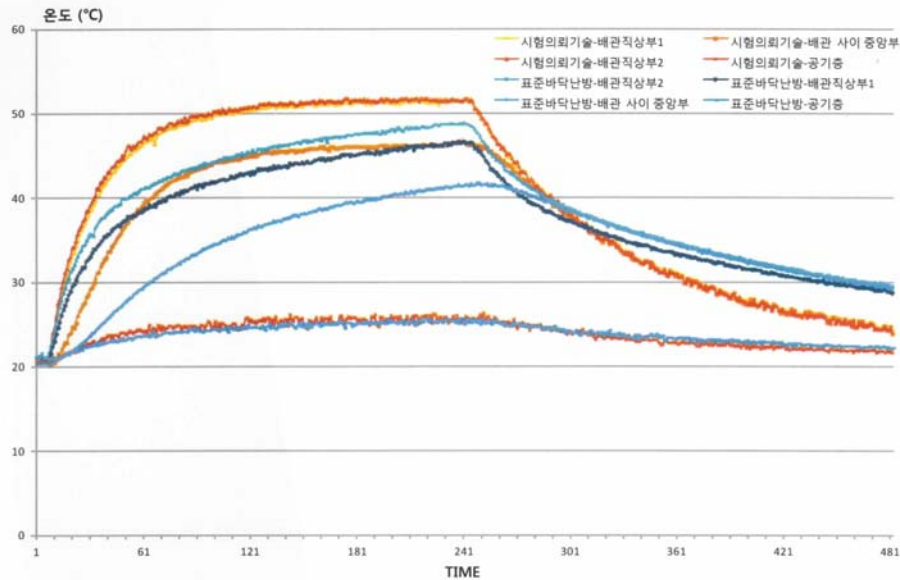


그림 8. 시험체 물탈 표면/공기층 온도 분포곡선

4) 온수 공급 온도 75 ℃, 난방 4시간 동안 각 난방시스템 누적 에너지소비량

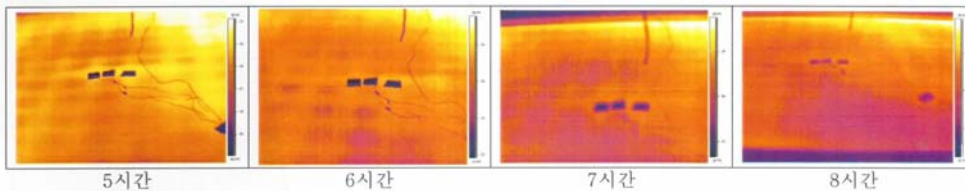
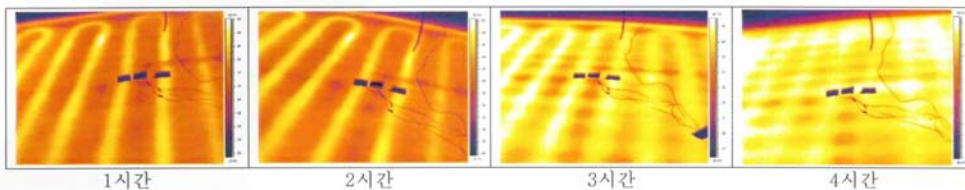
- 신청기술의 바닥난방시스템 : 338,580 kcal
- 표준바닥난방시스템 : 351,595 kcal

성적서번호 : WTR2213003

첨부 4. 적외선 열화상 카메라를 이용한 각 시험체의 표면 온도 분포

1) 온수 공급 온도 45 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 표면 온도 분포

• 신청기술의 바닥난방시스템



• 표준바닥난방시스템

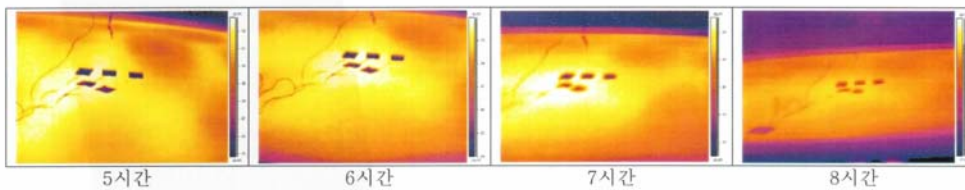
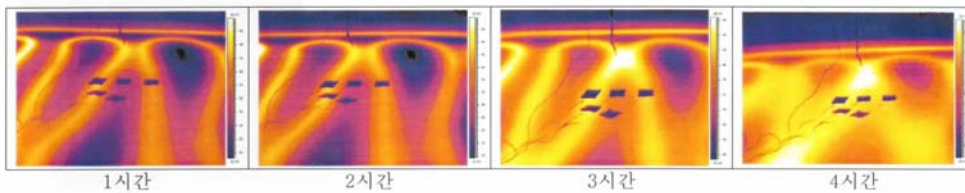
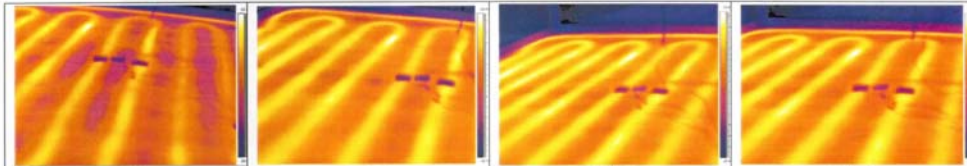


그림 9. 각 시험체의 표면 온도 분포 (온수 공급 온도 45 ℃)

성적서번호 : WTR2213003

2) 온수 공급 온도 75 ℃, 8시간 동안 각 난방시스템 표면 온도 분포

• 신청기술의 바닥난방시스템

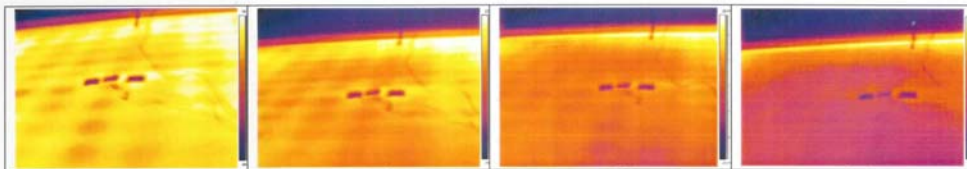


1시간

2시간

3시간

4시간



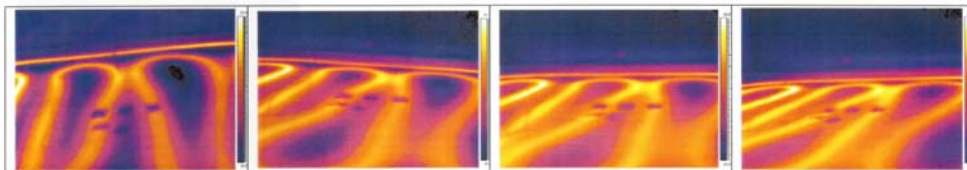
5시간

6시간

7시간

8시간

• 표준바닥난방시스템

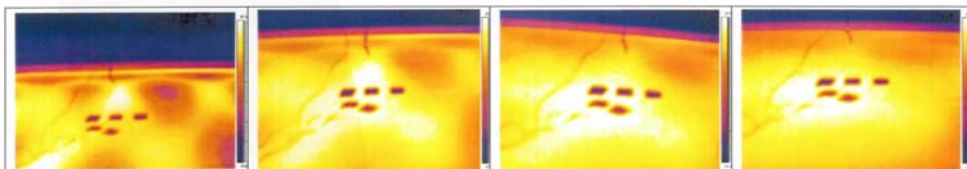


1시간

2시간

3시간

4시간



5시간

6시간

7시간

8시간

그림 10. 각 시험체의 표면 온도 분포 (온수 공급 온도 75 ℃)

