

한국에너지이져(주) 개발 구들박사의 열성능평가 (1)



1. 서론

1 연구의 배경

습식 공법으로 대별할 수 있는 현행의 온돌 공법은 시공 기간에 제한이 따르고, 공정이 복잡하여 품질 관리에 어려움이 따를 뿐만 아니라 기포 콘크리트의 물리적 특성에 기인한 하자(균열, 유해가스 발생에 따른 마감재의 변형 등)는 현행 공동주택에서 발생하는 민원 가운데 큰 비중을 차지하는 것으로 알려져 있다.

또한, 콘크리트 건물이나 주택은 통기성이 나쁘고 결로로 인해 곰팡이나 해충이 서식하기 좋을 뿐만 아니라 콘크리트에서 방출되는 라돈가스가 환경에 축적되어 인체에 나쁜 영향을 미친다.

최근 온돌난방시스템과 관련, 환경과 건강 및 과거에 대한 관심이 커지면서 친환경 건물 및 자연 친화적이며 전통적인 소재를 이용한 공법을

이용하면서 보다 에너지의 이용 효율을 제고할 수 있는 온돌공법 및 자재에 대한 활발한 연구·개발이 이루어지고 있다.

2 연구의 목적

본 연구는 축열난방방식의 온돌시스템으로서 전통 건축재료인 황토를 이용하여 환경 친화적이며, 바닥면의 온도편차를 해소할 수 있을 것으로 예상되는 상·하 이중배관구조를 적용한 한국에너지이져(주)에서 개발한 난방시스템(이하 “구들박사 온돌시스템”이라 함)을 대상으로 기존 습식 온돌시스템과의 열적 특성 및 에너지소비특성을 비교·평가함으로써 본 축열난방방식 온돌시스템에 대한 정량적인 열성능 자료를 도출하고자 한다.

이 같은 성능 평가를 통하여 본 축열난방방식 온돌시스템에 대한 개선 방안과 향후, 기존 습식

온돌시스템의 대체시스템으로서 적용 가능성을 타진함으로써, 전통적이며 환경 친화적인 소재인 황토를 이용한 온돌시스템의 보급 및 활용성 증대에 기여하고자 한다.

3 연구의 내용

1. 열성능 평가 시험

실내 온도, 기류 및 실내 습도 등의 열 환경 요소에 대한 정밀 제어가 가능한 항온·항습 실험실에서 “구들박사 온돌시스템”에 대한 열성능 평가를 수행하였다. 성능 평가의 주요 항목은 다음과 같다.

- ① 바닥표면온도의 변화 및 균일성 평가
- ② 온돌 구조체 내부의 전열 특성 파악
- ③ 바닥표면의 방열량 평가
- ④ 적외선 열화상 측정에 의한 바닥 전면의 열 분포 특성 파악

2. 에너지소비특성 평가 시험

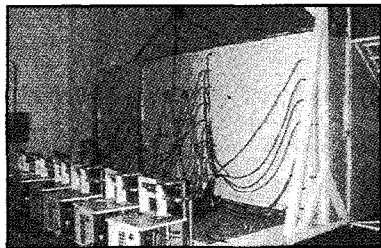
측정대상 시험체에 아크릴 방열커버를 설치하여 실험실내 설정온도와 온도차를 발생시켜 습식 온돌시스템과 “구들박사 온돌시스템”에 대한 에너지소비특성의 비교·평가를 수행하였다.



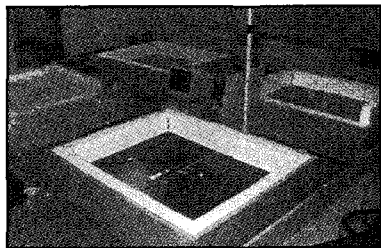
2. 열성능 및 에너지 소비특성 평가 시험

1 시험 개요

한국에너지아이제(주)에서 개발한 축열난방시스템인 “구들박사 온돌시스템”에 대한 열성능 시험은 실온을 7℃~60℃까지 ±2℃이내에서 정밀·제어할 수 있고, 상대습도를 30%~80%까지 ±5% 이내에서 제어할 수 있는 6m(W)×5m(L)×2.6m(H) 규모의 다목적 열환경 실험실내에서 일정온도 조건 하에서 “구들박사 온돌시스템”의 열성능 및 에너지소비특성에 대한 평가를 수행하였다. 그림 1.는 열환경 성능 실험실의 전경을 나타낸다.



(a) 외부 전경



(b) 내부 전경

그림 1. 열환경 성능 실험실



1. 실험일시

- 1) 열성능 측정,
2002년 6월 10일 ~ 2002년 6월 15일
- 2) 에너지소비특성 측정;
2002년 6월 17일 ~ 2002년 6월 22일

2. 실험장비 및 기기

1) 온도측정

본 열성능 시험에서 온도는 T-type 온도측정용 센서와 적외선 열화상 측정장치를 이용한 두 가지 방식으로 측정된다.

T-type의 온도측정용 센서는 타 센서에 비하여 기전력이 안정적이고 정밀도가 높으며 설치 및 취급이 간단하며, 검출된 측정결과는 RS-232 Cable에 의하여 데이터 로저(Data Scan 7320, 7020)를 통하여 PC에 연결하여 자동계측 및 기록이 가능하도록 하였다.

적외선 열화상 측정장치는 시험체 표면으로부터 발산되는 적외선 영역의 전자파를 감지하여 이를 영상화함으로써 신속하게 광범위한 부위의 표면온도를 측정할 수 있는 장비이다. 적외선 열화상 측정장치의 주요 사양은 다음과 같으며, 그림 2.는 본 열성능 평가시험을 수행하는 장면으로써, 시험체 표면 온도센서 및 열류센서 설치장면을 보여주고 있다.

- ① 온도 측정 범위 : $-20 \sim 250^{\circ}\text{C}$
- ② 최소 감지 온도차(분해능) : $0.3^{\circ}\text{C(at } 30^{\circ}\text{C)}$
- ③ 측정 주사각 :
수평 $29^{\circ} \times$ 수직 22° ,
수평 해상도 : $320(\text{H}) \times 240(\text{V})$

④ 측정(거리)범위 :

$50\text{cm} \sim \infty$, 방사율 설정 : $0.10 \sim 1.00$

⑤ 측정 정밀도 : $\pm 2\%$

2) 방열량 측정

바다표면에서의 방열량은 표면 열류계에 의하여 측정된다.

열성능 시험에 사용된 열류센서의 주요 사양은 다음과 같으며, 그림 3.은 시험체 기류보정커버를 보여주고 있다.

- ① 열류센서 크기 : $2.5\text{cm} \times 2.5\text{cm} (1" \times 1")$
- ② 작동 온도 범위 : $-20^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$
- ③ 저항치 : 900 ohms ,
최소 출력(기전력); $37.5\text{mV}/(507\text{BTU}/\text{m}^2 \cdot \text{h})$
- ④ 측정 정밀도 : $\pm 0.5\%$

3) 에너지 소비량 측정

에너지소비량은 그림 4.와 같은 아크릴 방열커버($1,600(\text{W}) \times 1,600(\text{L}) \times 1000(\text{H})\text{mm}$)를 시험체에 설치하여 아크릴 방열커버 내 설정온도와 실험실 실내온도와 온도차(ΔT)로 항온 수조를 가동하여 공급되는 열량계(MT500 Heat Consumption Meters)로 측정하였다.

4) 열원공급 및 제어

열원은 PID 제어방식으로 작동되는 항온수조를 사용하였으며, 온수 공급온도는 50°C 로 연속 난방과 간헐난방의 두 가지 방식으로 실험을 수행하였고, 열원 공급시 유량은 3l pm 으로 일정하게 유지하였다.



그림 2. 표면 온도 및 방열량 센서

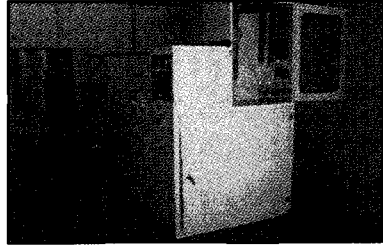


그림 6. 열원공급을 위한 향온수조

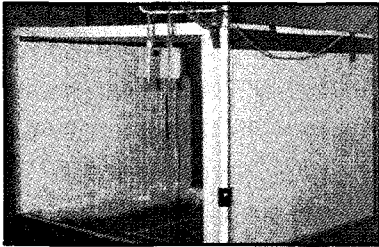


그림 3. 기류보정을 위한 커버 설치장면

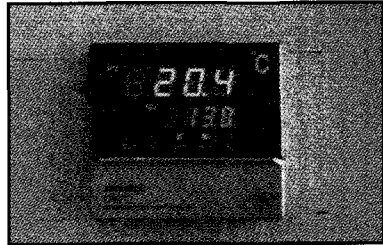


그림 7. 향온수조 Controller

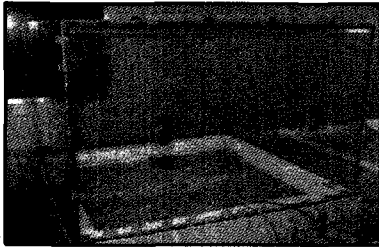


그림 4. 아크릴 방열커버

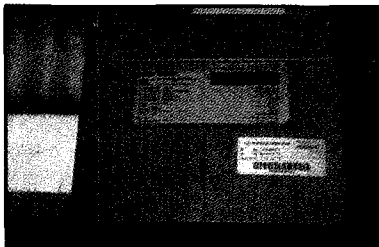


그림 5. MT500 열량계

3. 시험조건

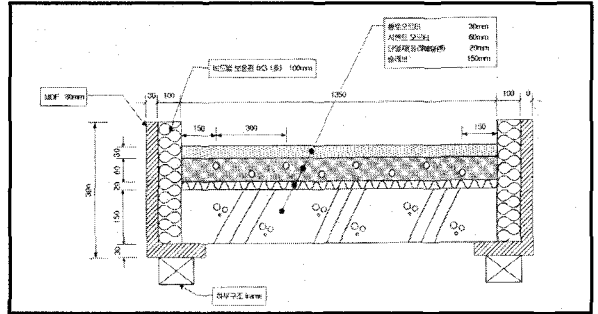
시험조건은 열환경 성능 시험실의 실내온도를 20℃로 설정하고, 일정온도의 온수를 공급하는 향온수조를 이용하여 공급온수온도를 50℃로 일정유량(3l pm)으로 공급하고 이에 따른 시험체의 바닥표면온도, 발열층 단면온도 및 바닥표면의 발열량 변화를 측정하였다. 또한 간헐난방의 경우 적외선 열화상 측정장치를 이용하여 난방시간의 경과에 따른 실내바닥 표면온도를 촬영함으로써 바닥온도의 변화를 파악하였다.

4. 온돌 시험체의 구성

시험체는 “구들박사 온돌시스템”과 “습식온도시스템”을 1,350(W)×1,350(L)mm로 제작하였고, 배관은 $\phi 15XL$ 배관(고밀도 가교화 폴리에



틸렌관)을 사용하여 “습식온돌시스템”은 230mm 간격으로 구성하였다. “습식온돌시스템”은 대한주택공사 표준시방에 의한 실제 공동주택에서 적용되고 있는 단면구성으로 온돌시스템을 구성하였으며 또한, 단위 규모의 모델 실험에서 발생할 수 있는 측면을 통한 열손실을 방지하기 위하여 시험체의 측면에 100mm의 비드법 보온판(KS 1호)으로 단열·처리 하였다.



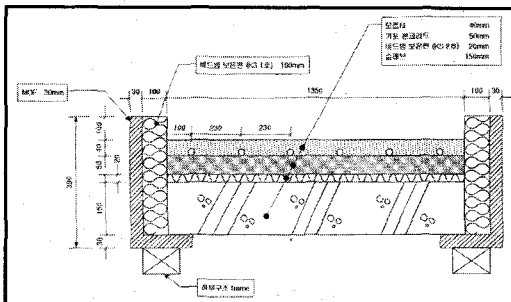
(b) “구들박사 온돌시스템” 단면구성도

그림8. 시험체 단면구성도

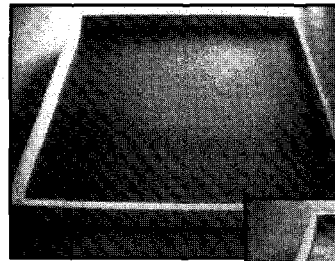
항목	측정 기기	측정부위
온도	<input type="checkbox"/> 자동온도 기록장치 · 데이터 로거: Data Scan 7320, 7020 · Software: Dalite ver. 2.40 · Pentium Notebook PC	● 바닥표면온도 ● 방열층(배관) 단면온도 ● 실내온도 ● 온수 공급 및 환수온도
	<input type="checkbox"/> T-type Thermocouple (φ 0.254mm)	
	<input type="checkbox"/> 적외선 열화상 측정장치	
열류량	<input type="checkbox"/> Heat Flow Meter (25.4 × 19.05mm)	● 바닥표면 방열량
에너지 소비특성	<input type="checkbox"/> MT500 Heat Consumption Meters	● 온수 공급 및 환수온도 ● 공급유량 ● 에너지소비량(Kwh)
	<input type="checkbox"/> 아크릴 방열커버	
열원	<input type="checkbox"/> 항온수조	

표1 측정항목 및 주요 측정기

그림 8.은 “습식온돌시스템”과 “구들박사 온돌시스템”의 시험체 단면을 나타내며, 그림9.는 시험체 설치장면을 나타낸다.

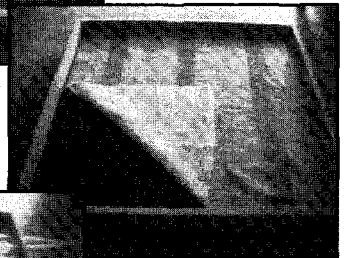


(a) “습식온돌시스템” 단면구성도

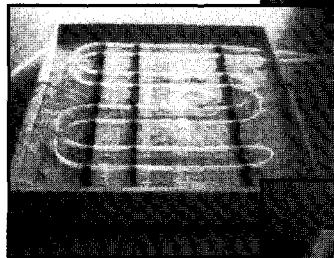


(a) 단열재 시공장면

(b) 단열재 보호천 시공장면



(c) 배관 시공장면



(d) 황토모르터 마감 시공장면

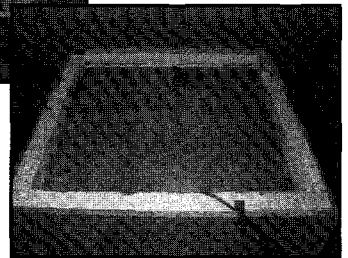


그림9. 시험체 설치 장면

다음호에 계속...