

하절기, 석재 모형돔의 외피 유형별 실내환경 요소에 관한 연구

A study on indoor environmental elements of the granite model
dome in different envelope materials during summer season

공 성 훈*
S. H. Kong

Key words: Indoor environment(실내환경), Relative humidity(상대습도), Dry bulb temperature(건구온도), Air velocity(기류속도), Envelope material(외피재료)

ABSTRACT

During summer season, the weather condition of Korea is hot and humid. So humidity elements are very important relating to building envelope condition. The purpose of this investigation is to measure and analyze characteristics of summer's environmental elements such as relative humidity, dry bulb temperature and air velocity in the clay/cement envelope materials using a granite dome model. According to the variation of exterior humidity, the state of interior relative humidity for clay model has an equal tendency, although a little range of variation is shown in comparison to the cement model.

기 호 설 명

- γ^2 : 열정계수
- RH* : 상대습도 [%]
- T* : 시 간 [h]
- Ta* : 건구온도 [°C]
- v* : 기류속도 [m/s]
- W* : 증발 물무게 [g]

1. 서 론

우리 나라의 여름철 기후는 태풍, 장마 등으로

고온, 다습한 기후가 자주 형성되기 때문에, 여름철에는 특히 습기에 대한 주의가 요구되는 계절이다. 또한, 건축 구조체내의 수분이동은 수분의 변화와 열 이동이 동시에 발생하기 때문에 그 현상은 매우 복잡하다.

다공질 체내의 수분이동에 대해서는 섬유공학, 건조공학등의 분야에서 연구가 다소 이루어지고 있으나, 온·습도조건의 변동폭이 큰 건축환경 조건에서의 구조체내 흡습, 방습, 벽체내의 수분이동에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

본 연구에서는, 하절기 자연적인 대기조건하에서의, 외피 유형별(진흙+화강석-진흙 구조체, 시멘트+화강석-시멘트 구조체)에 따른 실내환경요소(상대습도, 건구온도, 기류속도등)의 변화 특성을 측정 분석하였다.

* 계명대학교 건축공학과 조교수

2. 연구 범위 및 방법

2.1 실험모델

본 실험에서는, 석재 모형돔을 화강석으로 제작하고 내부에는 물이 담긴 증발 접시를 설치하여 자연적인 대기조건하의 하절기, 지하 실험실 공간에서의, 외피 유형별(진흙+화강석-진흙 구조체, 시멘트+화강석-시멘트 구조체)에 따른 상대습도, 건구온도, 기류속도, 증발된 물무게 등의 변화를 분석하였다.

본 실험에서 사용된 실험 모델은 평균 두께가 9.5 cm인 화강석과 진흙 3~4 cm, 시멘트 3~4 cm 두께인 외피재료로 구성하였으며, 실험 모델의 내부 공간은 원통형이며, 외부치수는 지름 40 cm × 높이 48 cm 로 제작하였다. 또한, 내·외부 환경조건과의 공기 유통경로를 확보하기 위해 지름 1 cm 크기의 14개 구멍을 뚫었으며, 내부에는 수분 증발용 접시를 설치하였다.

진흙 구조체인 경우는 건조에 따른 균열이 발생하였기 때문에 여러 번의 진흙 바름이 필요하였고, 진흙을 바른 후 대기조건하에서 약 한 달간의 건조기간을 두었다. 시멘트 구조체인 경우는 모형 제작 후 별도의 균열이 발생하지 않았으며, 2달간의 양생 및 건조기간이 소요되었다.

진흙과 시멘트의 건조가 충분하게 되었는 것을 촉감과 육안으로 파악하고, 본 실험을 실시하였다. (Fig. 1, Fig. 2 참조)

2.2 실험 방법

실험 장소는 지하 환경실험실이며, 측정되는 환경요소는 건구온도, 상대습도, 기류속도, 증발된 물의 양이다. 단, 내부의 수분증발은 자연상태에서 이루어졌다. 실험기간 동안에는 실험실의 출입은 실험인원만으로 제한하였다.

실내외에서 변화되는 환경요소 측정은 다점식 아네모마스터 (Multi-channel Anemomaster ; Kanomax사)에 의해 측정하였고, 퍼스널 컴퓨터와 연동하여 S-6242 소프트웨어에 의해 저장되고 분석되었다. (Fig. 3 참조)

본 실험의 실험기간은, 1998.8.8~8.13(6일간)이다

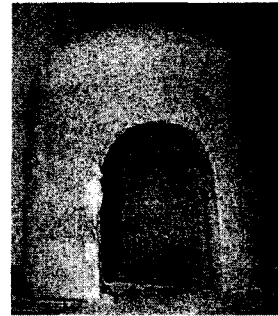


Fig. 1 A dome model.

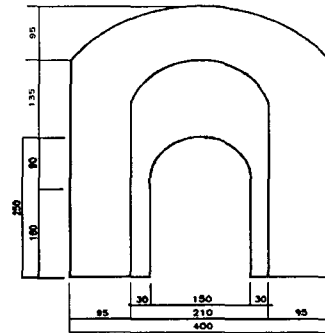


Fig. 2 Dimensions of a dome model.
(Unit : mm)

3. 결과 및 고찰

3.1 상대습도 및 기류속도의 분포

Fig. 4는 측정기간 중에 나타난 상대습도의 변화를 나타낸 것이다. 측정된 환경요소는 진흙 구조체 내부공간의 상대습도, 시멘트 구조체 내부공간 상대습도, 그리고 구조체 외부공간의 상대습도이다.

측정기간 중의 상대습도의 분포를 살펴보면 모형 외부는 69.0~86.4%(평균 74.1%)이고, 진흙 구조체 내부공간의 상대습도는 81.2~88.0%(평균 86.8%), 시멘트 구조체 내부공간의 상대습도는 80.2~94.9%(평균 92.2%)로써, 시멘트 구조체 내부공간의 상대습도가 진흙 구조체 내부공간의 상대습도에 비해 평균 5.4% 더 높게 나타난 것을 알 수 있으며, 이것의 원인은 진흙 자체가 가지



Fig. 3 Dome models and measuring instruments.

는 함습률의 성능이 시멘트 함습률보다 높은 것으로 판단된다. (Fig. 5 참조)

외기 상대습도보다 진흙 및 시멘트 구조체 내부공간의 상대습도가 공통되게 평균 12.7~18.1% 높게 나타났으며, 이것의 원인은 재료 자체가 보유한 평균 함습률 및 증발접시에 의한 내부 발생수분에 의한 것으로 사료된다.

외기의 습도 변화에 따른 진흙 구조체와 시멘트 구조체의 내부 공간에 대한 습도를 살펴보면, 진흙 구조체인 경우는 변화의 진폭은 작으나 동일한 습도 변화의 추세를 보이고 있으나, 시멘트 구조체 내부공간의 경우는 지속적인 고습도의 상태를 유지하고 있다.

실험결과, 외기의 습도 변화에 따른 모형 내부의 변화는 진흙 구조체 내부공간인 경우, 외부와의 공기유통경로가 다소 이루어지고 있으나, 시멘트 구조체 내부공간은 습기 함유를 한 후에는 습기를 내·외부로 유통시키는 진흙 구조체 내부공간의 특성과는 다르게 시멘트 재료 자체에서 습기를 그대로 함유하고 있는 특성이 강한 것으로 판단된다.

지하 환경실험실 내부의 평균 기류속도는 0.01 m/s 로써 기류속도의 변화 및 진폭은 매우 미약하였으며, 이것의 원인은 지하공간에서의 기류 특성에 의한 것으로 판단되며 표면 수분 증발률은 거의 일정한 것으로 사료된다.

3.2 건구온도 조건의 분포

Fig. 6는 측정기간 중에 나타난 건구온도의 변화를 나타낸 것이다. 본 그래프에서는 진흙 구조체 내부공간의 건구온도, 시멘트 구조체 내부

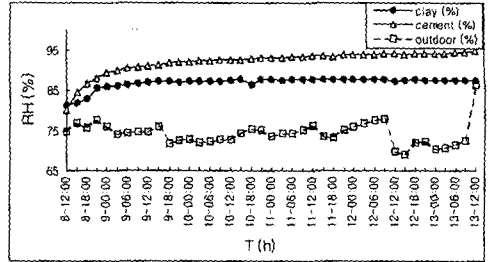


Fig. 4 Comparisons of relative humidity for clay and cement model.

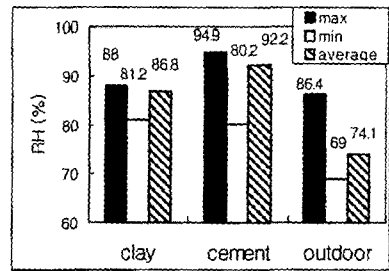


Fig. 5 Distribution of relative humidity.

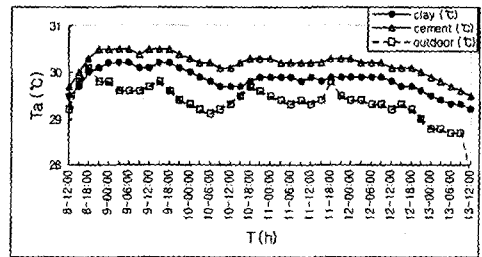


Fig. 6 Comparisons of dry bulb temperature clay and cement model.

공간의 건구온도, 구조체 외부 공간의 건구온도 변화를 나타낸 그래프이다.

측정기간 중의 건구온도의 분포를 살펴보면 모형 외부는 27.8~30.1°C(평균 29.4°C)이고, 진흙 구조체 내부공간은 29.2~30.2°C(평균 29.8°C), 시멘트 구조체 내부공간은 29.5~30.6°C(평균 30.2°C)로 상호 유사하게 나타났다. 환경 실험실 내에서의 온도 변화 폭은 1~2°C정도로 주·야에 따른 온도 교차가 적었으며, 온도조건의 변화에

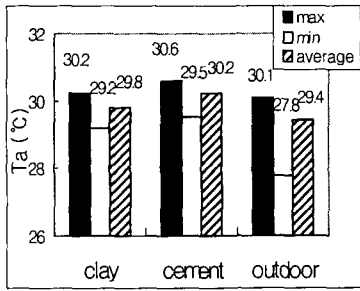


Fig. 7 Distribution of dry bulb temperature.

따른 수분 증발현상은 그다지 크지 않을 것으로 예상된다. (Fig. 7 참조)

3.3 물의 증발량과 내·외부 온도 상관도

Fig. 8, Fig. 9는 진흙 및 시멘트 구조체에서 내·외부 건구온도 조건에 대한 상관도를 나타낸 것이다. 진흙 구조체 내부공간의 온도와 외기온도와의 상관도는 $r^2=0.64$ 이고, 시멘트 구조체인 경우는 $r^2=0.68$ 으로써, 진흙 구조체와 시멘트 구조체 공통되게 상관도가 높게 나타난 것을 알 수 있으며 진흙과 시멘트의 재료별 열전도율에 의한 상관도 차이는 거의 없는 것으로 나타났다.

이것의 원인은 보통 시멘트 콘크리트의 열전도율이 1.4 kcal/mh°C 정도이고, 진흙은 0.6 kcal/mh°C 로써 진흙의 열 저항이 시멘트보다 다소 큰 편이며, 이러한 효과는 모형 구조체의 외피 두께가 두꺼울 때 발생하는 열전도에 따른 시간 지연효과(Time-lag)와 외피유형별(진흙과 시멘트)

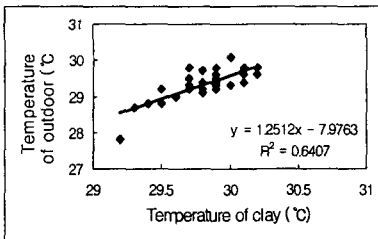


Fig. 8 Correlation of the ambient temperature and clay model's inner temperature.

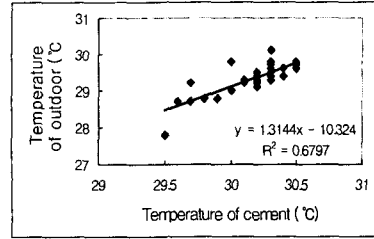


Fig. 9 Correlation of the ambient temperature and cement model's inner temperature.

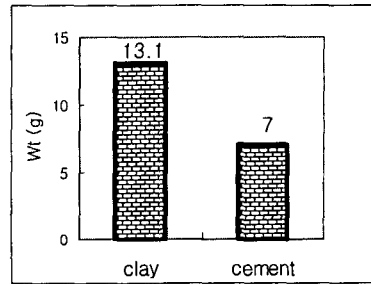


Fig. 10 Vaporized water weight.

트) 온도변화에 영향을 미칠 수 있으나, 본 실험 구조체의 외피 두께는 3~5 cm로써 외피 마감재료가 그다지 두껍지 않기 때문에 재료별 내·외부 공간의 건구온도의 변화 상태에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 판단된다.

증발된 순수 물무게를 살펴보면 진흙 구조체 내부공간의 경우는 13.1 g이고, 시멘트 구조체 내부 공간은 7.0 g으로써 진흙 구조체의 수분증발량이 시멘트 구조체보다 6.1 g더 증발 된 것을 알 수 있다. 이것의 원인은 진흙 자체가 가지는 함습률의 성능이 시멘트 함습률보다 높은 것과 진흙의 미세균열 및 자갈의 공극에 의한 공기 유통현상에 기인한다. (Fig. 10 참조)

4. 결론

본 연구에서는, 하절기 자연적인 대기조건하에서 외피유형별(진흙+화강석-진흙 구조체, 시멘트+화강석-시멘트 구조체)에 따른 실내환경요소(상대습도, 건구온도, 기류속도, 증발된 물의 양등)의

변화를 측정 분석하였다.

주요연구 결과는 다음과 같다.

(1) 시멘트 구조체 내부공간의 상대습도가 진흙 구조체 내부공간의 상대습도에 비해 평균 5.4% 더 높게 나타났고, 진흙 구조체 내부공간의 수분 증발량이 시멘트 구조체 내부공간의 수분 증발량보다 6.1 g더 증발한 것으로 나타났다.

(2) 측정기간중의 건구온도 분포는 27.8~30.6°C 이고, 기류속도는 0.01 m/s전후의 미기류로 전 측정기간 동안 거의 일정 하였다.

진흙 및 시멘트 구조체의 내·외부 건구온도 조건과 구조체 외부의 건구온도와 상관은 $r^2=0.6$ 정도로써 유사하게 나타났으며, 외피 마감재료의 두께가 3~5 cm정도이기 때문에 재료별 내·외부 건구온도의 변화 상태에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

(3) 실험결과, 진흙 구조체는 외부와의 공기유통경로가 다소 이루어지고 있으나, 시멘트 구조체는 재료자체에서 습기를 지속적으로 함유하고 있는 특성이 강한 것으로 판단된다.

앞으로의 연구과제로는 좀 더 다양한 온·습도조건에 의한 실험과 인공기후 실험장치인 챔버(chamber)에 의한 결과 분석 및 시뮬레이션이 필요한 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 계명대학교 비사 연구비로 수행되었습니다

참고문헌

1. 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1996.
2. 임만택, 건축환경계획, 보문당, 1995.
3. ASHRAE, HVAC system and equipment, 1996.
4. V. Paul Lang, Basics of air conditioning, Van Nostrand Reinhold (N.Y), 1979.
5. 임광호, 정성웅, 임용규, 공성훈 외2인, 1998, 겨울철, 석굴암 축소 모형등의 실내환경 실측에 관한 연구, 공기조화 냉동공학회, 98 하계 학술 발표대회 논문집, pp. 187-190.