

경량기포콘크리트의 밀도변화에 따른 열전도 특성에 관한 기초적 연구

The Fundamental Study on Thermal Conductivity with Variation Density of Light Weight Foam Concrete and Iron plate structure

최 훈 국* 정 은 혜* 강 철** 이 은 영*** 김 대 연**** 김 진 만*****

Choi, Hun Gug Jung, Eun Hye Kang, Cheol Lee, Eun Young Kim, Dae Yeon Kim, Jin Man

ABSTRACT

The lightweight foamed concrete is superior to properties of insulation and light-weight because it is included in many inner pore. So, lightweight foamed concrete used to construction field that need to property of insulation. The property of insulation of lightweight foamed concrete is varied with density. Also, Density is varied with hardening matrix and pore rate. The purpose of the experiment is to know thermal properties of specimen according to the change of density when heating the specimen. As a result of this experiment, the higher density, the lower temperature of mold. this tendency isn't same as ordinary lightweight foamed concrete, and then density 0.9 is expressed most low temperature result also the discontinuity of shape of mold was efficient for the prevention of the temperature rise.

1. 서론

경량기포콘크리트는 제조 특성상 내부에 수많은 공극을 포함하고 있어 단열성능과 경량성이 뛰어나 건축분야서는 주로 비구조용 벽체용으로 사용되고 있으며 단열특성이 요구되는 분야에서도 꾸준히 사용되고 있는 추세이다. 경량기포콘크리트의 여러 특성 중 단열특성은 밀도에 따라서 크게 좌우되는데 경량기포콘크리트의 밀도는 경화 매트릭스와 내부 공극율에 따라 변하며, 또한 이것은 단열성 및 열전도율의 변화에 주요한 요인으로 작용한다. 하지만, 이러한 경량기포콘크리트의 열적특성은 주변의 다른 요인에 의해 변화될 수 있는 단점이 있다. 특히 함수율의 변화와 이질재료와의 결합구조에서는 더욱 더 그러하다고 볼 수 있다.

이에 본 연구는 특수목적용 충전재로 사용하기 위한 경량기포콘크리트의 개발에 관한 일련의 연구로

* 정회원, 공주대학교 건축공학과 대학원 석사과정

** 정회원, 공주대학교 건축공학과 대학원 박사과정

*** 정회원, 선일금고제작 제조담당 상무

**** 정회원, 선일금고제작 생산관리팀 부장

***** 정회원, 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

서, 먼저 밀도변화에 따른 경량기포콘크리트를 일정한 형태의 구조와 결합시켜 열을 가했을 때의 열적 특성을 검토하여 목표로 하는 경량기포콘크리트 개발의 기초적 자료로 활용하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 밀도변화에 따른 경량기포콘크리트와 외부를 구성하고 있는 몰드에 열을 가했을 때의 몰드의 상대적인 열전도 특성을 알아보기 위한 것이다. 실험배합은 W/C 48%, 분체와 배합수가 혼합된 슬러리 용적비에 대하여 0~250%의 기포를 혼입한 예비실험 결과를 바탕으로 실험수준에 적합한 배합비율을 선정하여 시험체를 제작하였으며, 밀도 2.4g/cm³의 일반콘크리트를 제조하여 경량기포콘크리트와 열전도특성을 비교하였다.

Table. 1 Experimental plan

Factor	Levels	Test item
Variation of density (g/cm ³)	0.4, 0.7, 0.9, 1.2, 2.4	Temperature of the mold

Table. 2 Mix design

W/C (%)	Foam ratio (%)	Unit weight (kg/m ³)		Unit volume (ℓ/m ³)
		OPC	W	Foam
48	25	480.9	1001.9	83.3
	50	400.8	834.9	166.7
	100	300.6	626.2	333.3
	250	171.8	357.84	833.3

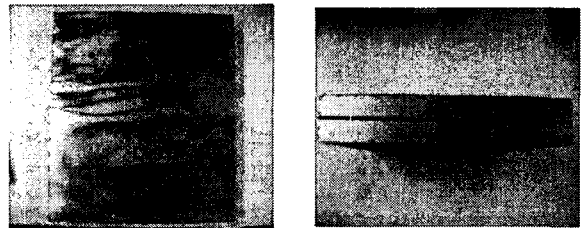
2.2 사용재료

경량기포콘크리트를 제조하기 위하여 시멘트는 밀도 3.15g/cm³, 분말도 3,300cm²/g의 국내 S사의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 기포발생을 위해 동물성 기포제를 물과 혼합하여 기포발생기를 통해 기포를 제조하였다.

2.3 실험방법

2.3.1 시험체 제조방법

경량기포콘크리트의 타설을 위한 몰드는 사진과 같이 상부 전체단면적의 1/3 부위까지는 65mm 간격으로 지름 1mm의 홀을 뚫고, 몰드 하부에서 열을 가했을 경우 홀이 없는 부위와의 온도차를 측정하였으며, 측면부에도 철판을 일정 간격으로 불연속 시켜 연속시킨 부위와의 온도 차이를 병행하여 측정하여 경량기포콘크리트의 밀도변화 및 철판의 단속 여부에 따른 열적특성을 검토하였다.



Front View

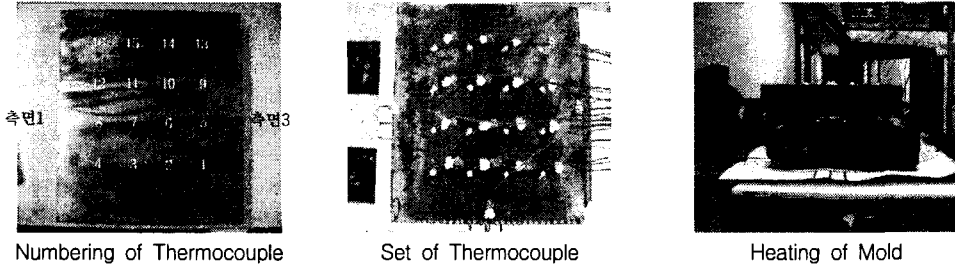
Side View

Picture. 1 The shape of the mold

재료의 혼합은 시멘트와 물을 먼저 아스팔트 믹서에서 1분간 혼합하여 슬러리 상태로 만든 후 기포발생기와 일체형인 리본믹서에 투입하여 기포를 첨가하고 균일하게 분포되도록 30초간 믹싱을 실시한 사전에 제작된 몰드에 슬러리를 타설했다. 양생은 실험실 조건 20±2℃에서 기건양생을 실시하였다.

2.3.2 측정방법

Picture. 2는 몰드에 열을 가했을 때 각 부위의 온도변화를 측정하기 위해 열전대를 설치한 모습입니다. 본 실험에서 적용한 가열방법은 몰드 중앙 하부에 열원을 설치하여 몰드에 열을 가했을 경우 경량기포콘크리트의 밀도별 변화에 따른 온도변화 및 몰드의 구조에 따른 온도를 측정하기 위한 것으로 실험실 내에서 자체적으로 구상하여 실험을 실시하였다. 온도측정을 위한 열전대는 상부 16개소와 측면 3개소에 설치한 뒤, 가열판 위에 몰드를 올려놓고 일정시간 동안 가열을 하여 몰드 위치에 따른 온도변화를 측정하였다. 열전대로부터의 데이터를 수집하기 위해 데이터 로거(TDS-601, Switching Box)를 사용하여 동시에 각 부분의 온도 데이터를 수집하였다.



Picture. 3 Thermal Conductivity Experiment

3. 실험결과 및 고찰

3.1 경량기포콘크리트의 밀도별 변화에 따른 온도변화

Fig. 1~5는 밀도변화에 따른 온도변화를 나타낸 것으로 몰드 상부의 온도는 모든 시험체에서 대부분 100℃를 넘지 않는 것으로 나타났다. 시간에 따른 온도상승의 경향을 살펴보면, 일반 콘크리트가 경량기포콘크리트에 비해 온도가 빨리 상승하는 것으로 나타났으며, 기포콘크리트는 상대적으로 온도 상승이 늦게 나타났다. 시험체 중, 다른 시험체에 비해 낮은 표면온도를 나타낸 것은 밀도 0.9g/cm³와 1.2g/cm³로서 일반적으로 밀도가 낮을수록 열전도가 낮게 나타나는 일반적인 경량기포콘크리트와는 다른 결과를 나타냈다. 이러한 원인으로서는 경량기포콘크리트의 단독적인 상태에서는 내부 기포에 있는 공기층이 열의 전도를 지연시키지만, 몰드와 결합한 경량기포콘크리트의 경화 매트릭스 내부에 있는 수분이 가열에 의해 온도가 상승하면서 기화되어 주변의 열을 빼앗아 가면서 기포콘크리트와 접하고 있는 몰드의 온도를 낮춘 것으로 사료된다.

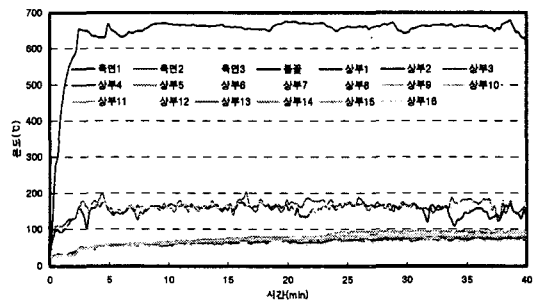


Fig. 1 2.4g/cm³

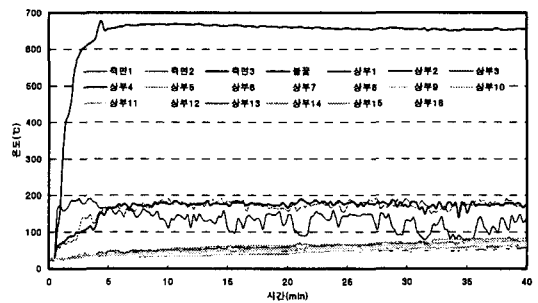


Fig. 2 1.2g/cm³

3.2 몰드의 구조 변화에 따른 온도변화

몰드 형태의 변화에 따른 열전도 특성을 검토한 결과, 상부의 흠이 있는 부분과 없는 부분의 온도 변화는 크게 차이가 나지 않는 것으로 나타났다. 몰드의 상부에 흠을 뚫은 것은 몰드에 열을 가했을 경우, 내부에 충전되어 있는 경량기포콘크리트의 수분이 온도 상승에 의해 증발하면서 주변의 열을 빼앗아 가면서 온도를 낮출 것으로 예상했으나, 실험 결과 별다른 온도 차이가 없었다. 따라서 기화열에 의한 온도 방지는 없는 것으로 판단되며, 추후 세부적인 실험이 필요할 것으로 판단되었다.

그리고 몰드 측면의 온도결과를 살펴보면, 철판이 연속된 부분은 불연속 부분보다 높은 온도를 나타냈다. 몰드의 단면적을 일정한 형태로 제거한 측면부의 온도가 낮은 이유는 온도가 높은 부분에서 온도가 낮은 부분으로 열이 이동할 때 열전도의 통로인 단면적이 줄게 되면서, 결과적으로 온도가 단면 손실이 없는 다른 측면부보다 낮게 나타난 것으로 판단된다.

4. 결론

1) 밀도변화에 따른 경량기포콘크리트의 온도 측정 결과, 기포콘크리트의 밀도가 증가하면서 상부 몰드의 표면온도는 감소하는 것으로 나타나 일반적인 경량기포콘크리트의 열전도 특성과는 다른 경향을 보였으며, 몰드 구조의 변화에 따른 온도 변화는 몰드에 불연속 부분이 있는 측면 부위의 온도가 낮게 나타남에 따라 온도상승을 위해서는 단면적을 결손 시키는 것이 효과적인 것을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 공주대학교 자원재활용소재 연구센터(RIC/NMR)가 수행한 연구의 일부이며 이 연구에 참여한 연구자는 “2단계 BK21 사업”의 지원비를 받은 것으로 관계 기관에 감사의 말씀을 드립니다.

참고문헌

1. 이정국, 도정윤, 문경주, 조영국, 소양섭, 인공경량골재를 이용한 경량패널 심재의 열전도 특성, 한국 콘크리트학회 2002년도 봄 학술발표회 논문집 : Vol.14 No.1 pp. 130~136.
2. 김진만, 강철, 강기웅, 정지용, 곽은구, 권기주, 수열합성반응에 의한 경량콘크리트 블록개발에 관한 기초적 연구, 한국 콘크리트학회 2005년도 봄 학술발표회 논문집 : Vol.17 No.1 pp. 461~464
3. 이승한, 이중우, 공성훈, 정해구, Bottom ash를 이용한 기포콘크리트의 열전도 특성, 한국 콘크리트 학회 1995년도 가을 학술발표회 논문집 : Vol.7 No.2 pp. 93~96

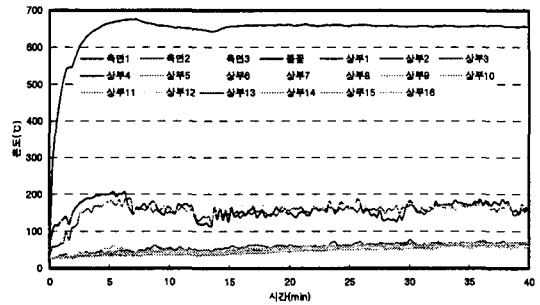


Fig. 3 0.9g/cm³

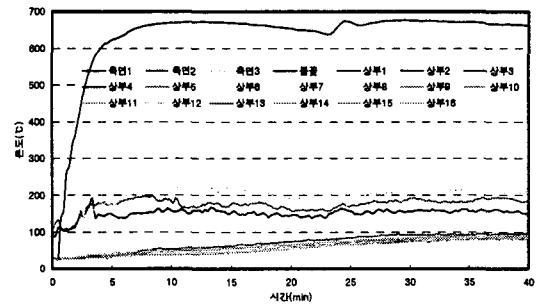


Fig. 4 0.7g/cm³

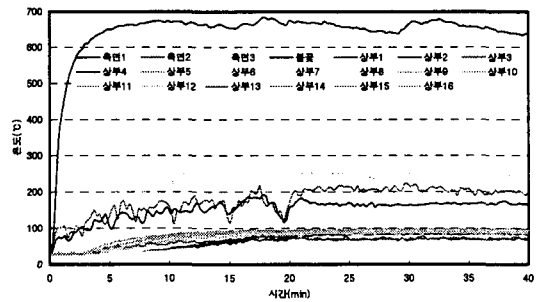


Fig. 5 0.4g/cm³