EPS Bead 혼입비율에 따른 CLC의 단열특성

Insulation Properties of CLC according to Mixing Ratio of EPS Bead

이정택[1] · 이상수[2*]
Lee, Jeong-Taek[1] · Lee, Sang-Soo[2*]

Abstract : CLC is used as a filling material for many buildings, and according to energy saving design standards, CLC also requires insulation performance. However, it shows lower insulation performance compared to organic insulation, so additional research is needed. Therefore, in this study, the insulation properties of CLC were analyzed by incorporating EPS beads with high insulation performance into CLC. In this experiment, EPS beads and blast furnace slag were replaced, and W/B was fixed at 33%. The EPS Bead mixing ratio was divided into 5 levels: 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (%), and the experimental items were measured for apparent density and thermal conductivity. As a result of the experiment, the apparent density and thermal conductivity tended to decrease as the mixing ratio of EPS beads increased. It is judged that the density decreased due to the low density and the micropores inside, and the thermal conductivity also decreased.

키워드 : 경량기포콘크리트, 발포폴리스티렌, 열전도율, 밀도, 단열재
Keywords : cellular light-weight concrete, expanded polystrene, thermal conductivity, bulk of gravity, insulation material

1. 서 론

경량기포콘크리트(이하 CLC)는 높은 단열성능 및 경제성, 현장적용성이 높아 주거시설의 온돌 바닥 채움재로 사용되고 있다. 하지만, '건축물의 에너지절약설계기준'이 고시되면서, 건축물의 열손실 방지를 위해 바닥난방을 하는 층간 바닥의 열관류율을 0.81 W/m^{2}K이하로 제한하고 있다. 현재, 바닥난방을 하는 층간 바닥재로써 사용되는 CLC는 KS F 4039(현장 타설용 기포 콘크리트)에 준하는 성능으로 제작되고 있지만, KS에서 규정하고 있는 열관류율이 '건축물의 에너지절약설계기준'에서 규정하고 있는 열관류율에 적합하지 않아 CLC 단열성능의 개선이 요구되고 있는 실정이다. 선행연구에서는, CLC의 단열성능을 보완하기 위해서 유기 단열재인 EPS Bead를 혼입해 왔다. EPS Bead의 혼입으로 CLC의 단열성능은 향상되었지만, 강도저하 및 마감 모르타르의 수분을 흡수하여 수축에 의한 균열을 발생시키고 바닥부재의 내구성이 저하되었다.

따라서 본 연구에서는 적정 물성 유지하면서 우수한 단열성능을 발현하고자, KS F 4039의 0.6품 겉보기 밀도인 0.55~0.70 (g/cm^3)을 기준에 만족하면서 단열성능 증진을 위해 내부 미세공극이 많은 유기 단열재인 EPS Bead를 혼입하였다.

2. 실험계획 및 방법

본 실험에서는 EPS Bead 혼입율에 따른 CLC의 겉보기 밀도, 단위용적질량 및 열전도율을 분석하였다. 선행실험을 통해 압축, 인장강도 증진을 위해 고로슬래그 및 PVA 섬유를 혼입하였다. 또한 동물성 기포제는 3% 희석하여 사용하였고, 유동성 확보를 위해 감수제를 혼입하였다. EPS Bead 혼입비율은 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0(%) 5가지 수준으로 진행하였고, 온도(20±2°C), 습도(60±5%)에서 항온항습양생을 진행하였다. 겉보기 밀도, 단위용적질량 실험은 KS F 2459(기포 콘크리트의 겉보기 밀도, 함수율, 흡수율 및 압축 강도 시험방법), KS F 2409(굳지 않은 콘크리트의 단위용적 질량 및 공기량 시험방법(질량방법))에 준하여 진행하였고, 열전도율 실험은 ISO 22007에 준하여 50×50×50(mm) 시험체를 제작하고 TPS(Transient plane source) 방법으로 측정하였다. 표 1은 실험요인 및 수준을 나타낸다.

1) 한밭대학교, 학사과정
2) 한밭대학교, 교수, 교신저자(sslee111@hanbat.ac.kr)

표 1. 실험요인 및 수준

Experimental factor	Experimental level	Remarks
Binder	Ordinary portland cement, Blast furnace slag	2
Animal nature foaming agent	3%	1
Water reducing agent	0.82%	1
Foam stabilizer	1.5%	1
EPS Bead	0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 (%)	5
W/B	33%	1
PVA	0.1%	1
Curing condition	Temperature(20±2°C), Humidity(60±5%)	1
Experiment items	Bulk of specific gravitiy, Unit weight, Themanal conductivity	3

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 EPS Bead 혼입비율에 따른 겉보기 밀도 및 단위용적질량 실험결과를 나타내고, 그림 2는 EPS Bead 혼입비율에 따른 열전도율 실험결과를 나타낸다. EPS Bead 혼입비율이 증가할수록 겉보기 밀도, 단위용적질량 및 열전도율은 감소하는 경향을 보이고, EPS Bead 혼입비율이 2.0%일 때 다시 증가하였다. 이는 기포 대비 낮은 밀도와 내부 공극이 많은 EPS Bead가 혼입비율이 증가하면서 겉보기 밀도, 단위용적지량 및 열전도율이 감소하였다고 판단된다. 또한 EPS Bead 혼입비율 2.0%일 때 EPS의 높은 흡수율로 인해 된 배합이 되었고 기포슬러리 제작과정에서 기포가 소포하여 밀도 증가와 열전도율이 증가하였다고 판단된다.

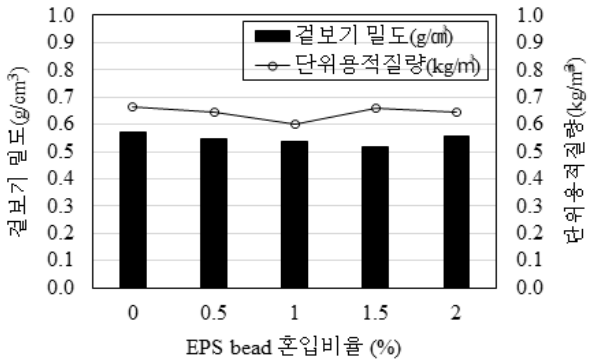

그림 1. 겉보기 밀도 및 단위용적질량

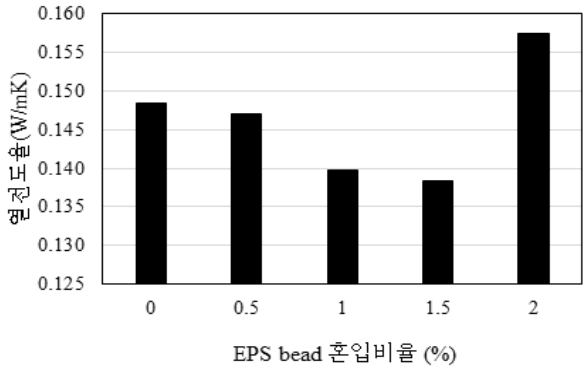

그림 2. 열전도율

4. 결 론

본 연구에서는 CLC에 EPS Bead를 혼입하여 겉보기 밀도, 단위용적질량 및 열전도율을 분석하였다. 실험결과 EPS Bead 혼입비율이 증가할수록 겉보기 밀도, 단위용적질량 및 열전도율이 감소하는 경향을 보이고 혼입비율 2.0%일 때는 증가하는 경향을 보여 과다 혼입으로 판단된다. 따라서 최적 혼입비율은 1.5%로 열전도율 0.1384W/mK로 KS F 4039(현장 타설용 기포 콘크리트)의 0.6품 열전도율인 0.19W/mK보다 0.0516W/mK 낮은 결과를 보였다.

참고문헌

1. 박채울, 이상수. 폐스티로폼과 고로슬래그 미분말을 혼입한 경량 기포콘크리트의 물리적 특성. 대한건축학회 학술발표대회 논문집. 2020. 제40권 1호. pp. 380-381.
2. 박채울, 이상수. 고로슬래그 치환율에 따른 폐스티로폼을 혼입한 경량기포콘크리트의 특성. 한국콘크리트학회 학술대회 논문집. 2020. 제32권 2호. pp. 457-458.
3. 오세출, 서치호, 신상태, 김봉주. 폐스티로폼을 혼입한 경량기포콘크리트의 역학적 특성. 콘크리트학회 논문집. 2001. 제13권 3호. pp. 285-293.