

상변환재료를 활용한 블랙아이스 저감 콘크리트 개발에 관한 연구

Study on the Development of Black Ice Reduction Concrete Using Phase Change Material

이재민* · 양희준** · 정승현*** · 김성겸**** · 장일영*****

Lee, Jae-Min · Yang, Hee Hun · Jeong, Seoung Hyun · Kim, Seong Kyum · Jang, Il Young

요약

본 논문에서는 상변환 재료를 이용하여 동절기에 발생하는 도로포장의 블랙아이스 현상을 저감시키기 위한 기초연구를 진행하였다. 콘크리트 내에서 누출을 막기 위해 마이크로 캡슐화된 상변환 재료를 이용했으며 초기 개발단계인 만크 페이스트 단계에서 실험을 진행하였다. 실험은 초기 수화과정에서의 수화열 발생 경향을 분석하기 위해서 미소수화열 측정 실험과 반복되는 온도변화 환경에서의 상변환재료 캡슐의 안정성을 분석하기 위해 주사전자현미경을 이용하였다. 상변환 재료의 열에너지 저장 및 방출 능력은 시멘트의 미소수화열 발생에 상당한 변화를 주었으며, 온도변화에 의한 상변환 재료 캡슐계면의 이상은 발생하지 않는 것으로 나타났다.

Keywords : 블랙아이스, 상변환재료, 콘크리트 포장, 마이크로캡슐화

1. 서론

국내의 경우 지형적 특성상 상당수의 도로가 산간 혹은 천변을 경유하여 건설되어 있어 재해에 취약한 구조로 이루어져 있으며 겨울철 도로포장에 투명하게 얼음을 형성하는 블랙아이스는 대형사고를 유발하는 재해중 하나이다. 블랙아이스는 현상은 어는 비로 인한 노면 결빙이 가장 주된 요인이며 그 외에도 강우, 안개 또는 제설제에 의해 녹았던 눈이 낮은 온도에서 다시 결빙되는 경우도 포함된다. 본 연구에서는 도로포장의 블랙아이스 현상을 저감하기 위해 다량의 열에너지를 저장 및 방출할 수 있는 상변환재료(Phase Change Material; PCM) 적용하여 실험을 진행하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1. 사용재료

본 연구에서 사용된 PCM은 상변화온도 4.5°C의 파라핀계열이며 멜라민계 재료로 마이크로 캡슐화를 진행하였다. 배합에 사용된 시멘트는 보통 포트랜드 시멘트이며 배합수는 상온의 증류수가 이용되었다.

2.2. 실험방법

미소수화열의 측정은 시멘트 질량의 10%, 20%에 해당하는 PCM을 추가적으로 혼입하여 진행하였다. 물-시멘트비는 0.4로 하여 72시간 동안의 수화열 발생 경향을 관찰하였다. 이미지 분석은 경화된 시멘트 페이스트를 대상으로 진행하였고 충분한 경화를 거친 후에 0°C - 20°C 구간에서 800 Cycle 동안 팽창 및 수축시켜 주사 전자현미경을 통해 PCM 캡슐과 시멘트페이스트 계면을 관찰하였다.

* 금오공과대학교 토목공학과 박사과정 woals009@kumoh.ac.kr

** 브리콘랩 R&D팀 팀장 endorphiny7@gmail.com

*** 금오공과대학교 토목공학과 석사과정 tmdgusr@kumoh.ac.kr

**** 금오공과대학교 토목공학과 교수 skim@kumoh.ac.kr

***** 금오공과대학교 토목공학과 교수 jbond@kumoh.ac.kr

3. 실험결과

PCM 혼입 시멘트 페이스트의 72시간 미소수화열 측정 결과를 그림 1에 나타냈다. PCM을 혼입하지 않은 OPC가 가장 높은 수화열 발생을 나타냈고 PCM을 혼입할수록 낮은 수화열 경향을 보였다. 이러한 경향을 PCM이 시멘트가 수화과정에서 발생하는 열을 흡수하여 저장하였기 때문으로 판단된다.

그림 2에 온도사이클을 적용하지 않은 시멘트 페이스트와 800사이클 적용한 시멘트 페이스트의 PCM 캡슐부분 이미지를 나타내었다. 이미지 분석의 환경이 고진공 상태이므로 캡슐이 파괴가 관찰되었으나 캡슐의 팽창 및 수축에 의한 계면의 부착성능 하락은 발생하지 않은 것으로 나타났다.

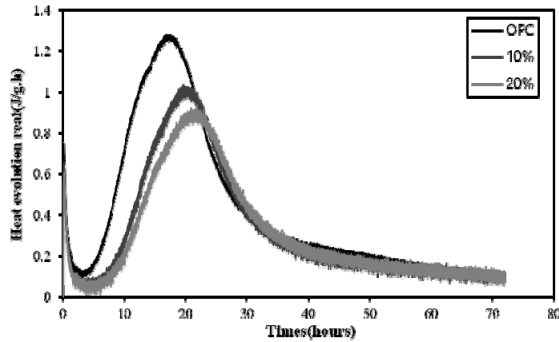


그림 1. 미소수화열 곡선

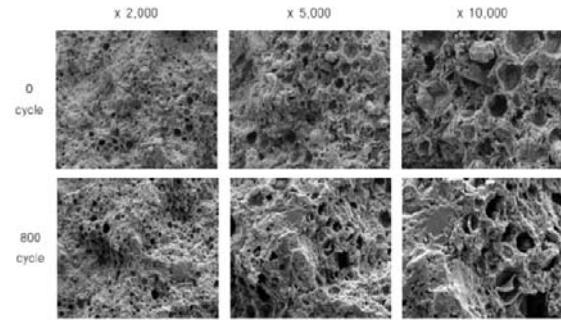


그림 2. 페이스트 이미지 분석

4. 결론

본 연구에서는 PCM 혼입에 따른 블랙아이스 저감형 콘크리트 개발의 기초연구를 시멘트 페이스트 단계에서 진행했으며 그 결과는 다음과 같다.

- 1) PCM을 시멘트 페이스트에 혼입하여 수화열을 측정하고 열교환이 확인 되었으며, 반복되는 변온환경에서의 PCM 캡슐과 시멘트 페이스트간의 계면안정성 또한 이미지분석을 통해 확인하였다.

감사의 글

본 연구는 2015년 환경대학교 교내연구비 지원사업으로 이루어진 것으로, 본 연구를 가능케한 학교당국에 감사드립니다.

참고문헌

박창진 (2014) 캡슐형 슬러리 PCM 을 혼입한 매스콘크리트의 수화열 평가 및 온도균열 FEM 해석에 관한 연구, 한국건축시공학회지 14(5) pp.379~388..