

마이크로 캡슐을 이용한 방충 기능성 모르타르 및 콘크리트의 개발

Development of Anti-Insect Mortar and Concrete using Microcapsule

박 석 균* 유 완 재** 김 기 수***
Park, Seok Kyun Yu, Wan Jae Kim, Ki Soo

ABSTRACT

Functions of the building structures are recently expended, because the structures are getting larger and people's indoor staying times are getting longer. Therefore, various functional materials such as yellow mud, carbon soot, and jade are widely used. But functions of those materials have not permanent and continued an effect. Specially, the development of construction materials containing anti-insect is highly important to delight the environment of residence. This research try to examine to develop the mortar and concrete which contain microcapsules with long-term effect of anti-insect.

1. 서 론

최근 들어 다양한 기능성 건축자재에 대한 수요가 폭발적으로 늘어가고 있는 실정이다. 그러나 현재까지 국내에 나와 있는 이러한 재료들은 그 효과가 항구적으로 지속되지 못하는 문제를 갖고 있다. 특히, 쾌적한 주거환경을 조성하기 위해 방충성 소재의 개발은 시급한 과제이다.

본 연구에서는 마이크로캡슐을 이용하여 항구적인 방충효과를 발휘하는 모르타르 및 콘크리트를 개발하고자 각 종 실험을 실시하였으며, 이들을 통하여 그 효과를 검증하였다.

2. 마이크로캡슐의 콘크리트 적용성 평가

마이크로캡슐의 적용성을 평가하기 위해 콘크리트 시편을 제작하고 마이크로캡슐의 잔존성 등을 시험하였다.

2.1 실험조건

*정회원, 대전대학교 토목공학과 조교수

**정회원, 대전대학교 대학원 석사과정

***정회원, 호서대학교 벤처전문대학원 교수

본 실험은 시험체 대상을 W/C 51.84%, S/a 34.8%, 굵은 골재 최대치수 25mm의 콘크리트 기본 배합조건을 기준으로 하여, 마이크로캡슐을 혼입하지 않은 경우를 비롯해 평균직경이 2mm 이상, 1~2mm, 1000~500 μ m, 500~150 μ m, 295~677 μ m의 혼합첨가조건별로 구분하여 실험하였고, 첨가량은 전체 시료량 대비 0.94%를 기준으로 하여 이들 조건하에서 캡슐의 잔존성 효과에 미치는 영향에 대해서 조사하였다.

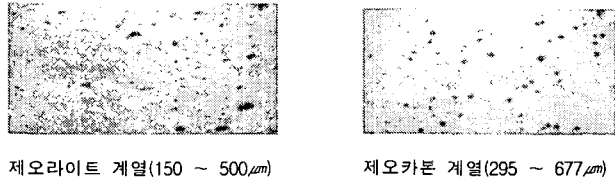


그림 1 캡슐적용 콘크리트의 광학현미경사진

2.2 실험결과

마이크로 캡슐의 첨가조건에 대해 콘크리트를 시험체로 하여 광학현미경(Intel)으로 관찰을 실시한 결과, 그림 1과 같이 모든 조건에서 캡슐이 양호하게 검출되고 있어, 콘크리트 조건하에서도 캡슐은 활용될 수 있음을 알 수 있다.

3. 콘크리트의 요구 성능 및 시공성 평가

콘크리트에 대한 요구 성능 실험은 표 1과 같은 조건에서 방충 심물질을 포함한 마이크로캡슐을 콘크리트에 혼입하여 사용하는 경우, 콘크리트의 현장 시공성, 구조용 재료로서의 콘크리트 성능과 콘크리트 재료의 배합 과정에서 생길 수 있는 마이크로캡슐 자체의 손상도, 잔존성, 재료분리 등의 문제를 검증하기 위해 실시하였다.

3.1 콘크리트의 배합조건

콘크리트의 배합은 설계기준강도 20.6(N/mm²)의 보통 콘크리트 배합표에 따라 배합하였으며, KS F 2403에 따라 압축강도용 몰드를 제작하였다. 배합조건은 표 1과 같다.

표 1 요구성능 및 시공성 평가 콘크리트 배합조건

설계기준강도 (N/mm ²)	W/C (%)	S/a (%)	단위 재료량(kg/m ³)				마이크로 캡 슐*
			시멘트	물	잔골재	굵은골재	
20.6	51	35	349	178	642	1,203	전체 중량의 0.01%

* 마이크로캡슐의 양은 시멘트량 대비 약 6.8%

3.2 슬럼프 시험

슬럼프시험은 굳지 않은 콘크리트의 반죽질기 정도를 측정하기 위해 실시하는 것으로, KS F 2402에 따라 시험하였으며, 시험 결과는 그림 2와 같다.

슬럼프시험 결과, 제오라이트계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 형태(TYPE)별로 5.6~8.6cm로 일반 콘크리트의 슬럼프 결과 값보다 24.4~91.1%의 증가율을 보였고, 제오카본계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 9.6cm로 일반 콘크리트의 슬럼프 결과 값보다 대략 57%의 증가율을 보였다.

3.3 공기량 시험

굳지 않은 콘크리트 중의 공기량은 콘크리트의 워커빌리티, 강도, 내구성 등에 큰 영향을 미친다. 공기량시험은 KS F 2421(공기질 압력방법)에 따라 시험하였으며, 시험 결과는 그림 3과 같다.

공기량시험 결과, 제오라이트계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 형태(TYPE)별로 4.4~5.6%로 일반 콘크리트의 공기량 결과 값보다 28.6~64.7%의 증가율을 보인 반면, 제오카본계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 4.2%로 일반 콘크리트의 공기량 결과 값보다 20%의 공기량 증가율을 보였다.

3.4 압축강도 시험

콘크리트의 압축강도는 재령 28일의 시험 몰드를 이용하여 KS F 2405에 따라 시험하였다. 시험 결과는 그림 4와 같다.

압축강도시험 결과, 제오라이트계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 형태(TYPE)별로 28.7~31.0(N/mm²)으로 일반 콘크리트의 압축강도 결과 값보다 6.0~13.0%의 감소율을 보였고, 제오카본계 마이크로 캡슐을 혼입한 콘크리트는 27.0(N/mm²)으로 일반 콘크리트의 압축강도 결과 값보다 10.8%의 감소율을 보였다.

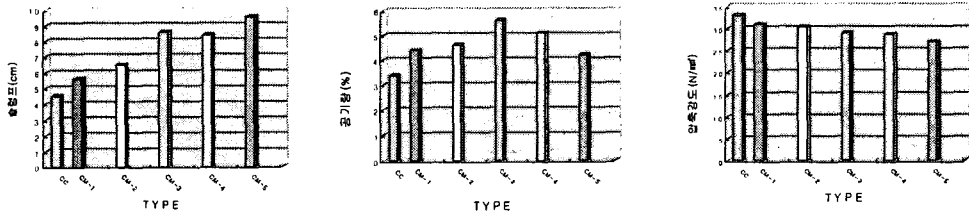


그림 2 슬럼프시험 결과 그래프 그림 3 공기량시험 결과 그래프 그림 4 압축강도시험 결과 그래프

4 방충모르타르 성능 평가 실험방법

4.1 시험체의 형상

30×30×20cm(가로×세로×높이)의 아크릴 공간 바닥에 분말형 방충 마이크로캡슐(295~677 μ m 제오카본계)을 10% 첨가한 모르타르를 4cm 두께로 미장하고, 같은 방법으로 일반 모르타르를 미장한 같은 크기의 공간을 56cm 떨어뜨려 이동 통로를 만들어 연결시켰다. 방충 성능의 확실한 판단을 위하여 일반 모르타르로 통로를 미장하였으며, 환기를 위한 환기망을 통로 양쪽에 두었고, 틈새는 실란트로 견고히 밀폐시켰다.

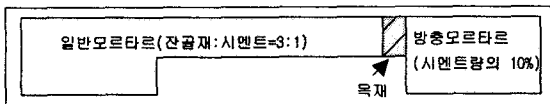


그림 5 방충 모르타르 성능 평가용 시험체



그림 6 방충 성능 평가용 모르타르 미장



그림 7 방충 성능 평가용 시험체 제작

4.2 성능 평가

본 실험에는 일본왕개미(여왕개미 2마리 포함) 100여 마리가 사용되었다. 방충성능 평가용 시험체의 일반모르타르 공간과 방충모르타르 공간 각각에 반씩 젖은 모래를 포함하여 놓았으며, 여왕개미는 방

충모르타르에 2마리 모두 놓았다. 그리고 시간 경과에 따른 개미들의 움직임을 살펴보았다. 또한, 모르타르 시험체는 장기간 공기 중 양생시킴으로써, 표면부가 충분히 중성화 되어 알칼리성에 의한 방충성능 영향을 제거한 후 실시하였다.

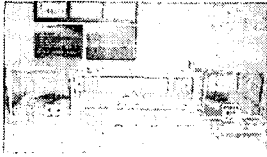


그림 8 개미를 방사한 후 시험체 전경



그림 9 개미 방사 2일 경과 후 일반모르타르 공간



그림 10 개미 방사 2일 경과 후 방충모르타르 공간

4.3 실험결과

방충효과를 확인하기 위해 특별히 고안한 시험체 조건 즉, 방충성능 평가용 시험체의 일반모르타르 공간과 방충모르타르 공간 하에서 시간 경과에 따른 개미의 움직임을 관찰한 결과, 개미들은 1시간이 경과한 후부터 일반모르타르 쪽으로 이동함이 확인되고, 방충모르타르 공간에는 개미가 거의 남아 있지 않았으며, 남아 있던 개미는 죽어 있어, 정성적으로나마 방충효과가 있음을 알 수 있었다.

5 결론

1) 마이크로캡슐의 적용성을 평가하기 위해 콘크리트 시편을 제작하고 광학현미경을 통해 캡슐의 잔존성을 확인 한 결과, 양호히 보존되고 있어 마이크로 캡슐을 혼입한 재료로서의 활용 가능성을 확인하였다.

2) 방충 심물질을 포함한 마이크로캡슐을 콘크리트에 혼입하여 콘크리트에 대한 요구 성능 실험을 실시한 결과, 콘크리트 특성에는 바람직한 경향을 나타내었고, 적정 첨가량을 사용 할 경우 내구성 및 구조적 특성에도 만족할 만한 경향을 나타내어 현장 적용이 가능함을 알 수 있었다.

3) 방충 효과를 확인하기 위해 특별히 고안된 모르타르 시험체에 적용하여 그 성능을 시험한 결과, 그 효과가 입증되어 건설재료로서의 적용이 가능함을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구의 수행에서 마이크로캡슐 제조에 협조하여 주신 호서대학교 임대우 교수님과 각종 실험에 협조하여 주신 (주)코오롱건설의 최영훈대리, 이규동대리님께 감사드립니다. 또한, 본 연구의 일부 결과는 한구과학기술원 스마트사회기반연구센터(SISTeC)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

1. S. Benita, "Microencapsulation: Methods and Industrial Application", Marcel Dekker, 1998.
2. Jan E. Vandegaer, "Microencapsulation Processes and Applications" Plenum, 1974.