

마이크로 캡슐을 이용한 항균 기능성 모르타르 및 콘크리트의 개발

Development of Anti-Bacteria Mortar and Concrete using Microcapsule

박 석 균* 이 병 재** 김 기 수***
Park, Seok Kyun Lee, Byung Jae Kim, Ki Soo

ABSTRACT

In this study, we encapsulate the core materials which have long term resisting properties to the bacteria. We also try to apply those capsules to the mortar and concrete which is using for the structures and ornament materials. Various wall thickness, shape, and membrane structure of microcapsule are tested and construction properties of the mortar and concrete which contain microcapsules are examined. Finally the microcapsules with anti-bacteria which can be used for mortar and concrete are developed.

1. 서 론

최근 실내에서 생활하는 시간이 늘어나고 구조물의 대형화로 수많은 거주자가 함께 장시간 생활하게 됨에 따라 구조물의 기능이 단순한 주거뿐만 아니라 거주자의 안전, 건강과 정서 및 쾌적한 환경 등을 고려하는 경향으로 바뀌고 있다.

본 연구에서는 거주자의 쾌적한 주거환경을 위해 필요한 항균 기능이 장기간에 걸쳐 구조물에서 발휘되도록 항균 기능을 가진 심물질을 마이크로 캡슐화 하고 이를 콘크리트 및 모르타르 마감재에 혼입하여 실험한 후, 그 효과를 검증하였다.

2. 마이크로 캡슐의 모르타르 적용성 평가

마이크로 캡슐의 적용성을 평가하기 위해 페이스트, 모르타르 시편을 제작하여 주사전자현미경(SEM)을 이용하여 마이크로 캡슐의 손상도와 잔존성 등을 평가 하였다. 재료상태와 배합조건, 제조조건 등의 제반 영향인자에 따라 마이크로 캡슐이 어떤 영향을 받는지에 대해서도 조사하였다.

표 1과 같이 페이스트와 모르타르, 그리고 모르타르+AE제 첨가조건을 기준으로 하여, 마이크로 캡슐의 크기 문제를 개선하기 위해 캡슐을 혼입하지 않은 경우를 비롯해 평균직경이 2mm 이상, 1~

*정회원, 대전대학교 토목공학과 조교수

**정회원, 대전대학교 대학원 토목공학과 석사과정

***정회원, 호서대학교 벤처전문대학원 교수

2mm, 1000~500 μ m, 500~150 μ m, ZW-D, ZC-D의 혼합첨가조건별로 구분하여 각각의 시험체 조건하에 시멘트량 대비 5%를 첨가하여 이들 조건하에서 캡슐의 손상도와 잔존성 효과에 미치는 영향에 대해서 조사하였다.

표 1 마이크로 캡슐의 종류에 따른 실험 조건 및 기호

마이크로 캡슐(MC) 형태 (MC=시멘트량 대비 5%)		페이스트 (W/C=40%)	모르타르 (W/C=60%)	모르타르+유동화제 (W/C=60%)
MC 혼입 없음		PC	MC	MAC
제오라이트 계열	2mm 이상 MC	P-1	M-1	MA-1
	1~2mm MC	P-2	M-2	MA-2
	1000~500 μ m MC	P-3	M-3	MA-3
	500~150 μ m MC	P-4	M-4	MA-4
제오카본 계열	ZW-D MC	P-5	M-5	MA-5
	ZC-D MC	P-6	M-6	MA-6

전체 실험조건하에서 마이크로 캡슐은 손상되지 않고 모두 뚜렷이 검출되었다(표 2). 본 실험결과, 캡슐의 크기가 작아 강도에 미치는 영향이 적고, 마이크로 캡슐이 골고루 잘 분포하고 있으며 경계성 등의 기준을 비교적 잘 만족하고 있는 ZW-D 마이크로 캡슐과, ZC-D 마이크로 캡슐이 최적 조건으로 사료되었다.

표 2 각 시편조건별 마이크로캡슐 첨가상태 측정 및 분석결과

시 편 조 건 (기호)	잔 존 성 (캡슐존재유무)	손 상 도(보존상태)
PC, MC, MAC	무	-
P-1, P-2, P-3, P-4, P-5, P-6	유	양호
M-1, M-2, M-3, M-4, M-5, M-6	유	양호
MA-1, MA-2, MA-3, MA-4, MA-5, MA-6	유	양호

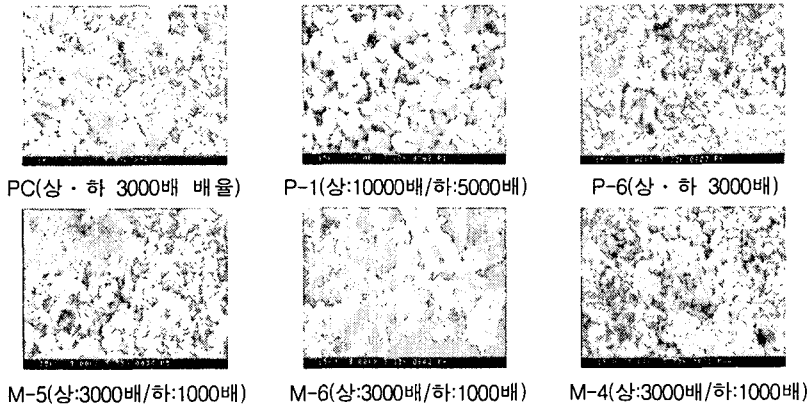


그림 1 모르타르내부 SEM관찰 사진

3. 마이크로 캡슐의 모르타르 성능실험

모르타르에 항공 심물질을 포함한 마이크로 캡슐을 혼입하여 사용 시 압축강도와 길이변화 등을 확인하고 재료의 배합과정에서 발생 할 수 있는 마이크로캡슐의 자체 손상도, 잔존성 등의 문제를 검증하기 위하여 다음 시험을 하였다.

3.1. 압축강도 시험

모르타르 배합은 재료의 일관성을 위하여 국내 H사의 일반 미장용 모르타르(모래:시멘트=3:1)를 사용하여 KS L 5105에 따라 압축강도용 몰드를 제작하였다.

마이크로 캡슐은 분말형태인 제오카본계를 첨가물에 따라 표 3과 같이 혼입/배합하여 일반 모르타르와 비교 시험하였다.

표 3 모르타르의 배합조건

캡슐 첨가율	믹싱 방법	배합량 (g)			
		물	시멘트	모래	MC첨가량
일반	기계믹싱	294.2	490	1471	0
5%					20.85
15%					62.55

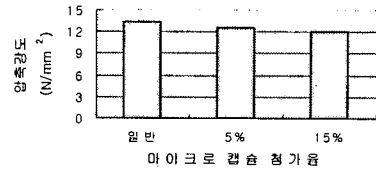


그림 2 압축강도시험 결과

캡슐 첨가량이 많아질수록 강도 저하율이 커지나, 5%의 첨가조건일 경우는 약 6%의 강도 저하율을 나타내어, 배합조건을 조정하면 강도수준은 크게 문제가 되지 않을 것으로 사료된다.

3.2. 길이변화 시험

압축강도 시험과 같은 배합비로 KS F 2424에 따라 모르타르의 길이변화 시험을 하였다. 그 결과는 다음과 같다.

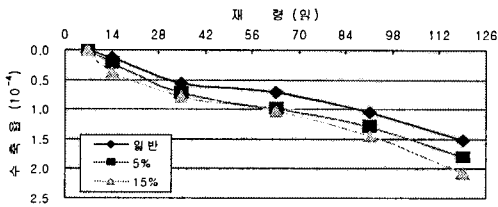


그림 3 캡슐 첨가율에 따른 모르타르 건조수축율

캡슐의 첨가량이 증가 할수록 압축강도시험 값이 다소 낮아지고, 건조수축율이 소폭 증가하는 현상은 캡슐이 공극의 역할을 함으로서, 압축강도와 건조 수축율에 약간의 영향을 미치는 것으로 판단된다.

한편, 마이크로 캡슐의 콘크리트내의 적용성은 동 논문발표집의 “마이크로 캡슐을 이용한 방충 기능성 모르타르 및 콘크리트의 개발”편을 참고하기 바란다.

4. 마이크로 캡슐의 항균 성능시험

본 실험은 항균성 물질로서 D-Limonene이 들어있는 500(295~697) μ m 제오카본계의 마이크로 캡슐이 실제로 모르타르와 혼합되어 시공되어진 미장면에서 항균성능을 발휘하는지 평가하기 위한 것이다.

55×45×2.5cm의 미장 모르타르 시험체를 만들기 위하여 목재로 틀을 만들고 모르타르 탈락을 방지하기 위한 못을 설치한 후, 무첨가, 마이크로 캡슐 5%, 15% 3가지 형태를 배합하여 목재틀에 시공하였다.

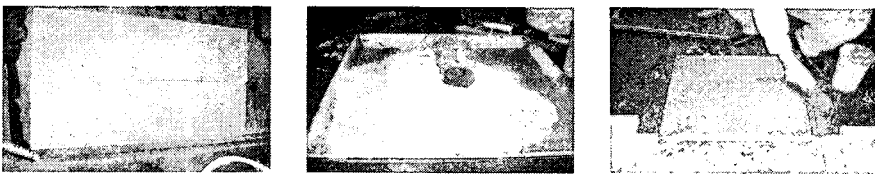


그림 4 시험체 제작과정

콘크리트의 알칼리성 때문에 제작 후 일정시간 동안은 곰팡이가 발생하지 않는 점을 감안하여 제작

후 60일간 실외에서 중성화를 시킨 후 실내의 곰팡이 생육이 가능한 공간으로 옮겨 시험체를 관찰 하였다. 시험체를 곰팡이가 생육하기 쉽도록 습도를 높게 하고 통풍이 안 되는 실내로 옮긴 뒤 30일 후 부터 곰팡이가 발생하기 시작하였다.

시험체를 실내로 옮긴 30일 후, 45일 후 관찰 하였을 때, 일반 모르타르 시험체의 곰팡이 면적은 증 가 하였지만, 다른 시험체(5%, 15%)에는 곰팡이가 전혀 나타나지 않아 모르타르에 대한 캡슐의 항균 성능이 발휘되고 있음을 알 수 있었다.

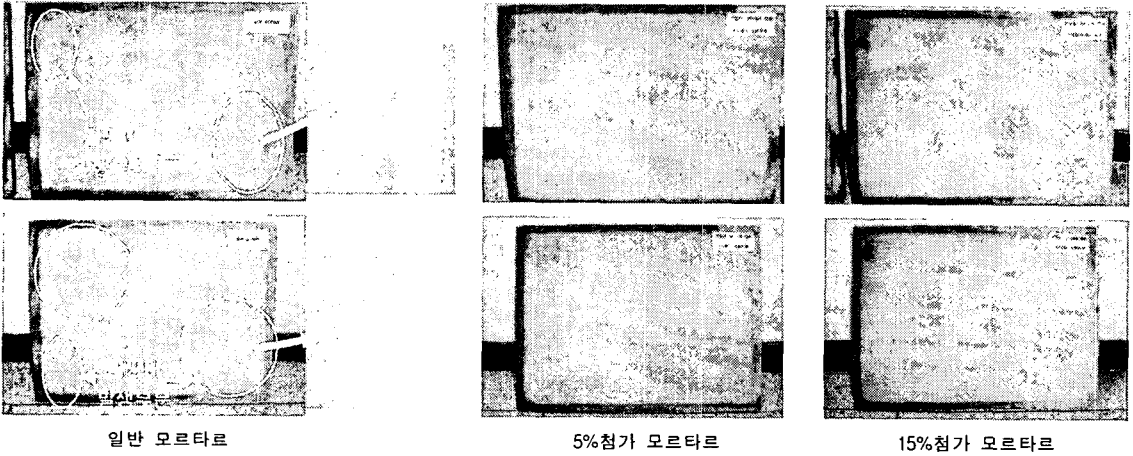


그림 5 곰팡이 발생조건 30일(상), 45일(하) 경과 후 모르타르 사진

5. 결론

본 연구는 항균 기능을 가진 심물질을 마이크로 캡슐화 하고 이를 콘크리트 및 모르타르에 혼입하여 구조재료 및 내, 외장재로 사용할 수 있는 가능성을 검토하였다. 그 결과는 다음과 같다.

- (1) 마이크로 캡슐 자체의 강도 및 크기, 경제성 등에서 제오카본계열 ZC-D 마이크로캡슐이 적합하다.
- (2) 마이크로캡슐의 혼입량이 많아지면 모르타르나 콘크리트 내부에서 공극의 역할을 함으로써, 압축강도나 길이변화에 대하여 압축강도를 저하시키고, 수축율을 증가시키는 역할을 한다.
- (3) D-Limonene성분의 심물질이 포함된 마이크로캡슐을 혼입한 모르타르에서는 일반 모르타르와 같은 조건에서 곰팡이가 발생하지 않아, 모르타르에 대한 항균 마이크로캡슐의 성능이 효과적임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구의 수행에서 마이크로캡슐 제조에 협조하여 주신 호서대학교 임대우교수님과 각종 실험에 협조하여 주신 (주)코오롱건설의 최영훈대리, 이규동대리님께 감사드립니다. 또한 본 연구의 일부 결과는 한국과학기술원 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.