

시멘트 복합체 표면의 자기치유 박테리아 생장 곡선

Bacteria's Survival Curve on the Surface of Cement Composite

박지윤*
Park, Ji Yoon

장인동**
Jang, In Dong

손다솜**
Son, Da Som

이종구***
Yi, Chong Ku

Abstract

Bacteria used in self-healing concrete, which arrest the crack, helps increasing the durability is well known. However, the survival and activity of the bacteria are precisely unknown. In this research, to know the bacteria's survival curve on the surface of the cement composite, bacteria's survival curve has been measured by CFU at different curing days. The survival curve of 3 days and 7 days curing does not show the significant differences in their survival tendency. However, the slope of death phase of 7 days curing was steeper than the 3 days of curing. This research was focused on the death phase but for further research, set of interval time will be reduced and observe the lag phase and exponential phase.

키워드 : 박테리아, 생장 곡선, 자기치유, 시멘트 복합체
Keywords : bacteria, survival curve, self-healing, cement composite

1. 서론

탄산칼슘 석출 박테리아를 활용한 자기치유 콘크리트는 균열을 막아 콘크리트의 내구성을 증진시킬 수 있는 것으로 알려져 있다.¹⁾ 하지만 시멘트 복합체 표면에서 박테리아 개체수 변화에 대해 실험적으로 알려진 바가 적다. 본 연구에서는 박테리아의 시멘트 복합체 표면 생장 모델을 도출하기 위해 상이한 양생 기간에 따른 박테리아 개체수를 측정하였다.

2. 실험

2.1 실험 재료 및 시편 제작

실험에는 1종 보통 포틀랜드 시멘트(C)와 ISO 표준사(S) 그리고 수돗물을 배합수(W)로 사용하였다. 또한 사용된 화합물은 효모(Yeast, Y)와 젖산칼슘(Calcium Lactate, CL)를 이용하였다. 본 연구에 사용된 배합비는 표1과 같다. 사용한 박테리아는 콘크리트와 같은 극한 환경에서도 견디면서 생존이 가능하여 박테리아, 효모, 젖산칼슘을 물에 용해시킨 후 건비빔한 모래와 시멘트에 부어 배합하였다.²⁾ 배합 후 혼합물을 지름과 높이가 모두 3cm인 원기둥 모양 몰드에 넣고 23도 50% 환경에서 1일 양생한 뒤 탈형하였다. 탈형한 시편들을 수돗물에 넣어 양생하였다.

표 1. 시멘트 복합체 배합비

		배합비
W/C		0.4
S/C		2
Yeast	시멘트 기준	1.5%
Calcium Lactate		3%
Bacteria		5%

2.2 실험 진행

3일 그리고 7일간 양생한 각 시편들을 Low speed saw(Buehler)를 이용해 7mm 높이로 잘라주었다. 잘린 각 시편들은 미니 페트리 접시에 넣어 양생하였다. 3일간 양생한 시편들은 1일, 2일, 그리고 5일 후 CFU를 측정하였으며 7일간 양생한 시편들은 3일, 4일, 그리고 6일 이후 CFU를 실행하였다. 측정된 CFU는 35℃ 및 상대 습도 80% 환경의 항온항습기에서 24시간 보관하였다.

2.3 실험 결과

그림 2-(a)는 3일 동안 양생 기간을 거친 후 1일, 2일, 그리고 5일 후 CFU를 측정된 결과값이다. 그림 2-(b)는 7일 간 양생한 다음 3일, 4일, 그리고 6일 뒤 실험한 CFU 값이다. 그림 2-(a), (b)에서 유도기를 볼 수 없었지만, 지수기 후반을 비롯해 사멸기까지 일주일일 채 걸리지 않는다는 것을 확인할 수 있었다. 3일 간 양생한 후 CFU를 측정하면 사멸 사이 18.5%가 7일간 양생한 뒤면 92.5%가 사멸함을 알 수 있었다.

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정

** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정

*** 고려대학교 건축사회환경공학과 교수, 교신저자(chongku@korea.ac.kr)

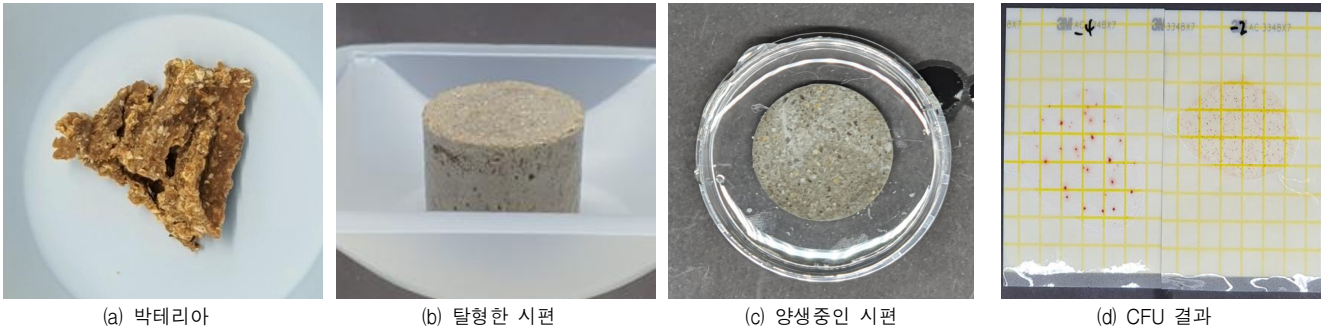
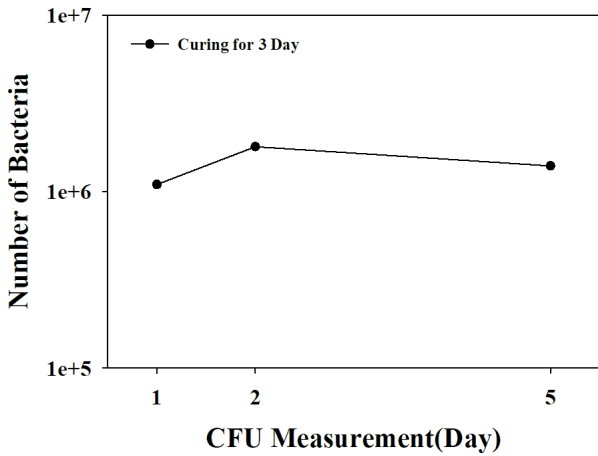
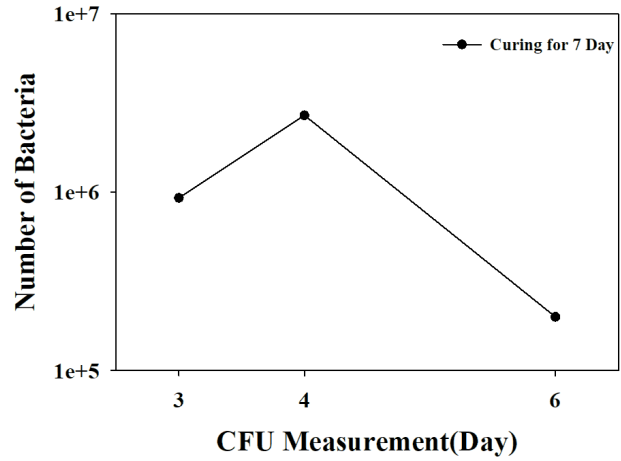


그림 1. 실험 재료 및 결과



(a) 3일간 양생 후 측정된 CFU



(b) 7일간 양생 후 측정된 CFU

그림 2. CFU 결과

3. 결 론

시멘트 복합체 표면에 박테리아는 상이한 양생 기간이여도 생존 주기는 7일 정도로 크게 차이는 없었다. 하지만 양생 기간이 길어질수록 박테리아의 사멸 속도가 급격하게 증가함을 알 수 있었다. 추후에는 양생한 후 초반에는 하루 단위가 아닌 4시간 간격으로 CFU를 측정해 유도기, 지수기, 그리고 사멸기까지 측정할 예정이다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(21SCIP-C158976-02)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Wiktor, Virginie, and Henk M. Jonkers. Quantification of crack-healing in novel bacteria-based self-healing concrete. *Cement and concrete composites* 33.7, pp.763~770, 2011
2. Seifan, Mostafa, Ali Khajeh Samani, and Aydin Berenjian. "Bioconcrete: next generation of self-healing concrete." *Applied microbiology and biotechnology* 100.6, pp.2591~2602, 2016