

Living Building Material의 광합성 작용을 통한 CO₂ 흡수 능력 평가

Photo-autotrophic Behavior of Engineered Living Building Materials

장인동¹ · 이종구^{2*}

Jang, Indong¹ · Yi, Chongku^{2*}

Abstract : Unlike conventional building materials, the living building material (LBM) cube is composed of sand, gelatin, and cyanobacteria without cement. The surface of the LBM cube absorbs CO₂ from the atmosphere by photosynthesis and is deposited in the form of CaCO₃. In addition, the crystals generated in this process strengthened the gelatin-sand structure to enhance the compressive strength.

키워드 : 남세균, 이산화탄소 고정, 생체 시공 재료, 생체재료

Keywords : cyanobacteria, CO₂ fixation, living building material, biomaterial

1. 서론

1.1 연구의 목적

기존 시공재료, 특히 콘크리트 등의 블록 재료는 제조 과정에서 막대한 양의 CO₂를 배출하는 것으로 알려져 있다. 본 연구에서는 광합성을 하는 남세균(Cyanobacteria)의 광물 석출 능력을 활용하여 무시멘트 생체 시공 재료(Living building material, LBM)를 블록 형태로 제조하였으며, LBM 블록의 이산화탄소 고정능력과 재력에 따른 압축강도 발현을 실험하였다.

2. 실험

2.1 남세균의 배양 및 LBM 블록 제작

남세균은 논산천(36.1858° N, 127.1312° E) 담수환경에서 분리된 xenic cyanobacteria를 사용하였다. 8L BG11 media에서 8일간 light cycle 남세균을 배양 한 뒤 연속 원심분리기로 미생물을 농축하였다.

LBM 블록은 ISO 표준사와 젤라틴 영양액(Nutritive-gelatin solution) 및 남세균으로 구성되어 있으며, 배합표는 표 1에 나타나 있다. 젤라틴 영양액은 ALS+ media[1] 에서 NaHCO₃ 만 제거한 수정 용액을 사용하였다. 시편 R은 남세균이 포함되지 않은 대조군을, C는 남세균이 포함된 실험군을 의미한다. LBM 블록은 20mm×20mm×20mm 의 크기를 갖는다.

표 1. LBM 블록의 배합표

Type	Sand	Nutrient-gelatin solution	Cyanobacteria content
R	1.0	0.13	-
C100			0.01

2.2 CO₂ 고정 및 O₂ 배출량 측정

LBM 블록의 이산화탄소 고정 및 산소 배출량을 측정하기 위해, 12시간 주기로 명암 환경이 교체되는 폐쇄 챔버(Closed chamber)에 초기 CO₂ 농도 5500 ppm 환경에서 약 28일간 양생하였다. 이때 온도는 28도, 상대습도 80% 환경을 유지하였다.

2.3 압축강도 및 Scanning electron microscope (SEM) 분석

압축강도 측정을 위해 이산화탄소의 농도가 5500 ppm으로 일정하게 유지되는 등농도 챔버(Iso-concentration chamber)에서 28일간 양생하며 실험 재령일 1, 3, 7, 14 및 28일에 압축강도를 측정하였다. 압축강도 측정시 ISO 679를 준용하였다.

1) 고려대학교, 박사과정

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

SEM 분석은 압축강도를 측정하고 남은 LBM 블록 조직을 일부 채취하여 수행되었으며, FE-SEM (Hitachi SU-70)을 8.5kV 환경에서 측정하였다.

3. 실험 결과

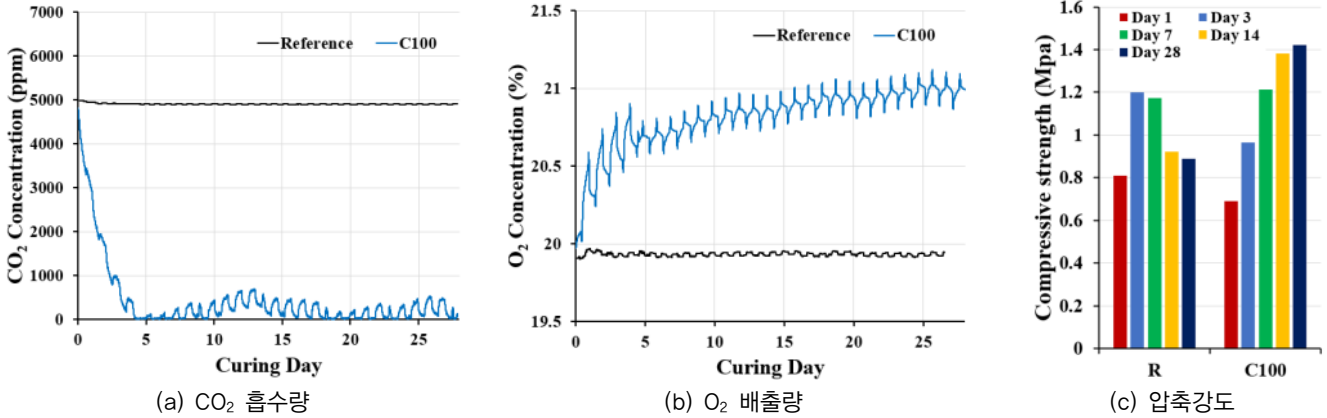


그림 1. LBM 블록의 light chamber 양생에 따른 실험 결과

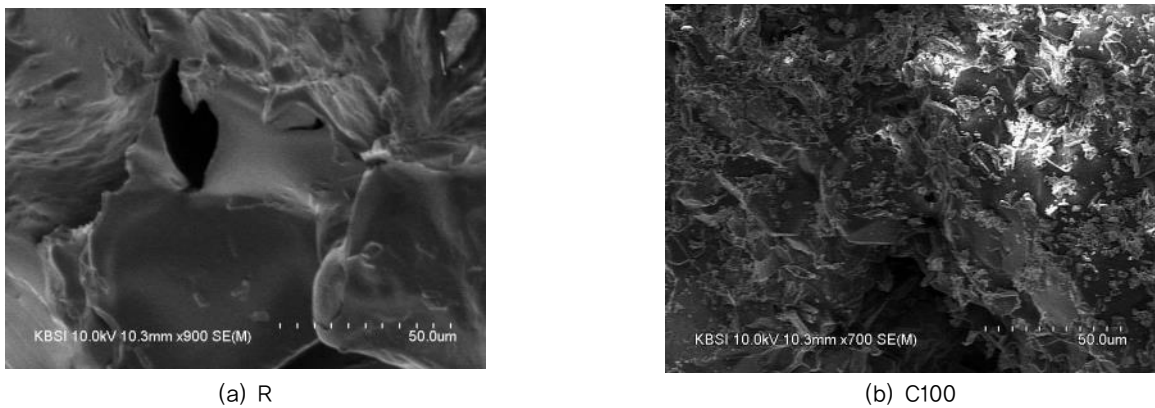


그림 2. SEM 분석 결과

4. 분석 및 결론

실험 결과 그림 1과 같이 재령 폐쇄 챔버 재령 5일에 5500 ppm의 CO₂가 모두 고정 된 뒤 박테리아의 호흡에 따라 부수적인 CO₂가 발생하는 것을 확인하였다. 또한 대조군 대비 남세균 혼입 LBM 블록의 압축강도가 증가하였으며, 이는 CO₂가 고정되며 그림 2(b)에서 확인할 수 있는 결정으로 변형된 것에 의한 요인으로 분석된다. 따라서, 건조 환경에서 xenic 남세균이 증식 및 활동할 수 있으며, 결정 생성을 통해 압축강도를 증진할 수 있음을 증명하였다. 추후 연구를 통해 모래 입도 최적화 및 배지, 배양조건 등의 개선으로 LBM을 실제 구조물의 비구조재료로 사용하여 CO₂ 저감에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

감사의 글

본 논문은 2022년도 교육부 재원의 한국연구재단 지원 (NRF-2021R1A2C2009632) 및 2022년도 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원 (No. 20213030020110) 을 받아 수행하였습니다.

참고문헌

1. Qiu Jishen et al. Engineering living building materials for enhanced bacterial viability and mechanical properties. IScience. 2021. 24(2). p. 102083.