

시멘트기반 배터리 개발을 위한 Carbon Black 및 MWCNT 혼입 시멘트 복합체의 전기적 특성 분석

The Electrical Properties of Cementitious Composites with Carbon Black and MWCNT for the Development of Cement-Based Battery

이 주 하*

Lee, Joo-Ha

Abstract

The cementitious composites have been developed to satisfy various demands of the construction market. The conductive concrete, which is a carbon-based cementitious composite, was used for the deicing or the detecting the internal crack. The cement-based battery is a technology that applies the basic concept of the alkaline battery to these conductive concretes. The cementitious composites could have a function as batteries, through a mixing of anode and cathode, which were consist of the zinc and manganese dioxide powder. The carbon-based materials, which have a significant effect on electrical properties, could be considered as the main variable in cement-based batteries. Therefore, in this study, the effects of carbon-based materials were investigated. Two types of materials, including the Carbon black and Multi-walled carbon nanotube(MWCNT), were considered as the main variables. From the experiment results, the electrical characteristics such as resistance, voltage, and current were compared according to the age.

키 워 드 : 시멘트 복합체 배터리, 전도성 콘크리트, 카본블랙, MWCNT

keywords : cementitious composites battery, conductive concrete, carbon black, MWCNT

1. 서 론

최근의 시멘트 복합체는 강도, 시공성 뿐만 아니라 수요자의 다양한 니즈를 충족시키기 위해 다방면의 연구가 수행되고 개발되고 있다. 시멘트 복합체의 한 종류로 구분할 수 있는 전도성 콘크리트는 탄소(Carbon)계열 재료 등을 사용하여 콘크리트의 전기저항을 상당히 낮추는 방향으로 개발되었다. 이러한 전도성 콘크리트는 도로의 결빙방지 및 제빙과 함께 매스콘크리트의 내부균열 탐지 등의 목적으로 사용된다. 본 연구에서는 이러한 전도성 콘크리트에 일반 알카라인 배터리의 개념을 적용하여 시멘트 복합체 배터리를 개발하기 위해 수행되었다.

2. 실험방법 및 재료

2.1 시멘트 복합체 배터리 실험 방법

시멘트 복합체 배터리를 위한 시험체 크기는 $100 \times 100 \times 100 \text{mm}^3$ 로 설정하여 소형시험체를 제작하였다. 일반 배터리 개념을 적용시키기 위하여 3개의 층으로 구분하여 양극, 전해질, 음극 층을 각각 30mm^2 , 40mm^2 그리고 30mm^2 으로 타설하였다. 제작된 시험체의 실험을 통해서 각 시험체의 전기저항성, 전압, 전류를 측정하였다.

2.2 시멘트 복합체 배터리의 재료

시멘트 복합체 배터리는 W/B 30%의 모르타르 배합을 하였으며 양극 및 음극층은 각각 아연과 이산화망가니즈 분말을 배합에 추가하였다. 시멘트 복합체에 전도성을 부여하기 위한 탄소계열재료는 카본블랙(Carbon black)과 MWCNT (Multi-walled carbon nanotube)로 각각 2%씩 사용하여 탄소계열 재료의 차이에 따른 전기적 특성을 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

그림 1~4에 실험 결과를 정리하였다. 시멘트만 사용된 모르타르 배합에서는 약 15~20 MΩ으로 측정되었으며 카본블랙 및 MWCNT 시험체에서

* 수원대학교 건설환경에너지공학부 조교수, 교신저자(leejooha@suwon.ac.kr)

는 각각 약 1,050Ω, 1,000Ω정도로 매우 낮은 전기 저항성을 확인하였다. 전기적 특성인 전압과 전류의 비교에서 카본블랙을 혼합한 경우에 더 높게 측정되었다. 또한, 재령이 경과할수록 전기적 특성이 낮게 측정되어 전류가 손실되고 있음을 확인하였다. 카본블랙의 전압은 재령 7일 기준으로 약 150mV가 측정되었는데, 이는 일반 알카라인 건전지(1.5V)의 약 1/10수준으로 확인된다.

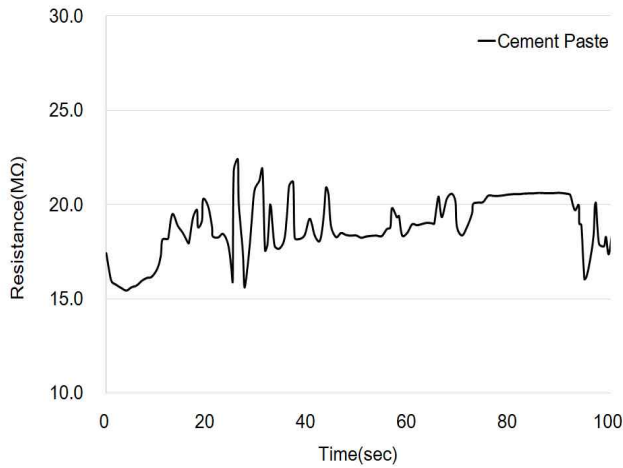


그림 1. 시멘트 페이스트의 전기저항 특성

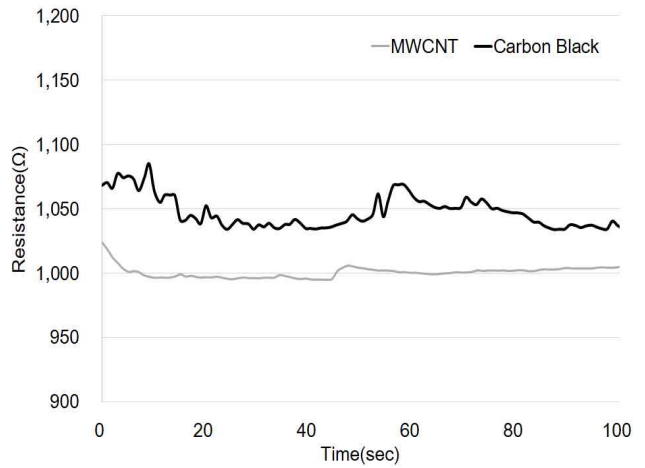


그림 2. 탄소계열재료의 전기저항 특성

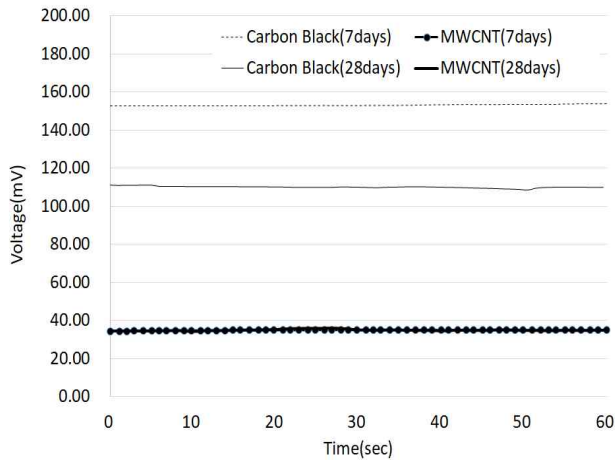


그림 3. 재령 및 재료에 따른 시멘트 복합체 배터리의 전압

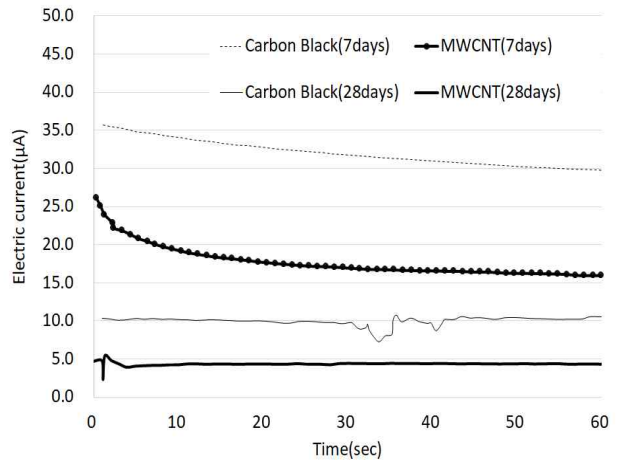


그림 4. 재령 및 재료에 따른 시멘트 복합체 배터리의 전류

4. 결 론

본 연구에서는 시멘트 복합체 배터리 기술을 개발하고자 수행되어 전기적 특성을 측정하였다. 일반 알카라인 건전지 개념을 접목시킨 시멘트 복합체에서 전압 및 전류와 같은 전기적 특성을 측정할 수 있었으며 기술의 구현 가능성을 확인하였다. 다만 측정된 전기적 특성이 상용화되기에 부족하여 사용 재료, 배합방법 등 다방면으로의 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(2017R1D1A1B03029071)

참 고 문 헌

1. Niall Holmes, Aimee byrne, and Brian Norton, First Steps in Developing Cement-Based Batteries to Power Cathodic Protection of Embedded Steel in Concrete, Journal of Sustainable Design and Applied Research, 2015