

나노재료를 혼입한 시멘트 페이스트의 역학적 특성

Mechanical Properties of Cement Paste with Nanomaterials

최 익 제*

Choi, Ik-Je

김 지 현**

Kim, Ji-Hyun

정 철 우***

Chung, Chul-Woo

Abstract

Recently, as the use of high-performance concrete has become common, various problems related to high-performance concrete have become an issue. Among them, self-shrinkage of cement paste due to low water cement ratio is known to cause problems in the volume stability of concrete. To improve this, studies related to the mixing technology of cement-based materials and nano materials have been actively conducted. Looking at the results of prior research related to nano material mixing technology, generally, research results have been reported in which nano materials are incorporated into cement-based materials to improve material properties¹⁾. Among them, it was shown that the mechanical performance and various types of functionality of the cement composite are expressed. Among nano materials, carbon nanotubes (hereinafter referred to as CNTs) and graphenes are used in a mixture with cement-based materials. Accordingly, this study intends to compare the mechanical properties by incorporating various CNTs and graphene into cement paste.

키 워 드 : 시멘트페이스트, 나노재료, 탄소나노튜브, 역학적 특성

Keywords : cement paste, nano materials, carbon nanotube, mechanical properties

1. 서 론

1.1 연구의 목적

최근 고성능 콘크리트의 사용이 보편화 되면서 고성능 콘크리트에 관련된 다양한 문제점들이 이슈화 되고 있다. 그중에서도 낮은 물시멘트비로 인한 시멘트 페이스트의 자기수축 등이 콘크리트의 체적 안정성에 문제를 일으키는 것으로 알려져 있다. 이를 개선하기 위해 시멘트 기반재료와 나노(Nano)재료 혼합 기술에 관련된 연구가 활발히 진행되고 있다. 나노재료 혼합기술과 관련된 선행연구 결과들을 살펴보면 일반적으로 나노재료를 시멘트 기반재료에 혼입하여 사용하면 물질 특성이 개선되는 연구결과들이 보고되고 있다¹⁾. 그중에서도 시멘트 복합체의 역학적 성능 및 다양한 형태의 기능성이 발현되는 것으로 나타났다. 나노재료 중에서도 탄소나노튜브(Carbon Nanotube, 이하 CNT), 그래핀(Graphene)이 시멘트기반재료와 많이 혼합되어 활용되고 있다. 이에 따라 본 연구에서는 다양한 CNT 및 그래핀을 시멘트페이스트에 혼입하여 역학적 특성을 비교해 보고자 한다.

2. 실험 방법 및 사용재료

2.1 사용재료

본 연구에서 사용된 나노재료는 크게 CNT와 그래핀을 사용하였다.

표 1. 사용 재료

나노재료	Single-Walled Carbon Nanotube
	Multi-Walled Carbon Nanotube
	Graphene Oxide
	Reduced Graphene Oxide
분산제	Sodim deoxtcholate
	Superplasticizer

* 부경대학교 건축공학과 박사과정

** 부경대학교 건축공학과 융복합인프라기술연구소 전임연구교수

*** 부경대학교 건축공학과 부교수, 교신저자(cwchung@pknu.ac.kr)

CNT는 단일벽 탄소나노튜브(Single-walled Carbon Nanotube, 이하 SWCNT), 다중벽 탄소나노튜브(Multi-walled Carbon Nanotube, 이하 MWCNT)를 사용하였고, 그래핀은 산화그래핀(Graphene Oxide, 이하 GO), 결합의 정도에 따른 환원 과정을 거친 그래핀(Reduced Graphene Oxide, 이하 rGO)을 사용하였다. 또한 이를 용액내 분산시키기 위해 사용된 분산제로는 이미 나노튜브 분산제로 많이 사용이 되고있는 Sodium Deoxycholate(이하 DOC)와 유동화제 중에서도 Polycarboxylate Ester(이하 PCE)계를 분산제로 이용하여 비교 분석 하였다.

2.2 분산용액 제조

나노재료를 시멘트페이스트에 혼입하기 위해 우선적으로 분산용액을 제조하여야 한다. 분산용액은 나노재료 분산에 주로 사용되고 있는 DOC와 건설현장에서 주로 사용되고 있는 PCE계 유동화제를 이용하여 분산용액을 제조하였다.

2.3 실험방법

나노재료 분산용액을 혼입한 시멘트 페이스트의 역학적 성능을 분석하기 위하여 재령 28일 압축강도를 측정하였다. 시멘트 페이스트 샘플은 Kitchen aid를 사용하여 배합하여 50×50×50mm 정육면체 시편을 제작하였다. 이후 23±1℃에서 24시간 동안 기건 양생 후 포화수산화칼슘 용액에 침지시켜 27일간 수중양생을 실시한 후 압축강도를 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 실험 결과

나노재료를 혼입한 시멘트 페이스트의 압축강도를 측정한 결과 나노재료 혼입시 압축강도가 전부 상승 하는 것을 확인 할 수 있었다.

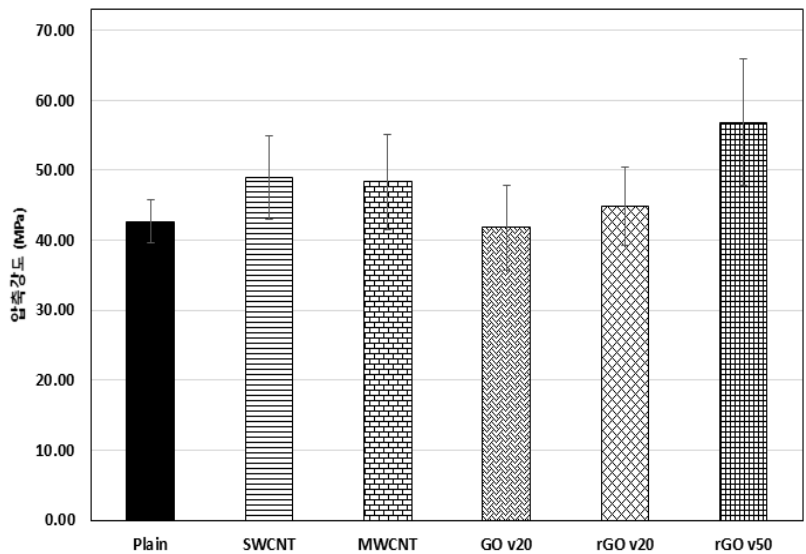


그림 1. 나노재료를 혼입한 시멘트 페이스트의 압축강도

4. 결 론

시멘트 페이스트에 나노재료를 혼입하여 역학적 특성을 비교한 결과 결론은 다음과 같다.

- 1) DOC뿐만 아니라 PCE로 나노재료 분산용액을 제조 할 수 있다.
- 2) 나노재료 혼입시 혼입하지 않은 Plain 샘플대비 압축강도가 증가하는 것을 확인 할 수 있다.

Acknowledgement

이 논문은 2019년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (No.2019R1I1A2A03050373)

참 고 문 헌

1. Sobolev, Konstantin, et al., Nanomaterials and nanotechnology for high-performance cement composites, Proceedings of ACI session on nanotechnology of concrete: recent developments and future perspectives, pp.91~118, 2006