

# 탄소나노튜브 분산에 활용된 유동화제 종류가 시멘트페이스트의 역학적 성능에 미치는 영향

Evaluation on the mechanical performance of cement paste using to carbon nanotube dispersion solution prepared by different superplasticizers

박성환<sup>1</sup> · 김지현<sup>2</sup> · 정철우<sup>3\*</sup>

Park-Sung-Hwan<sup>1</sup> · Kim-Ji-Hyun<sup>2</sup> · Chung-Chul-Woo<sup>3\*</sup>

## Abstract

Carbon nanotubes has a positive effect on the mechanical properties, functionality, and durability of cement-based materials. In this study, carbon nanotube solutions mixed with two different types of superplasticizers were dispersed by high-pressure homogenizer, and used for preparation of cement paste. The 7and 28day compressive strength were evaluated.

키 워 드 : 탄소나노튜브, 분 산용액, 압축강도, 시멘트 페이스트

Keywords : carbon annotube, dispersion solution, compressive strength, cement paste

## 1. 서 론

최근 나노(Nano) 재료의 우수한 역학적 성질을 이용하여 시멘트의 성능을 개선함으로써, 고효율 건설 복합재료로 활용하고자 하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 탄소나노튜브 (Carbon Nanotube 이하 CNT)는 합성과정에서 입자간의 강한 반 데르 발스 (Van Der Waals) 상호작용으로 인해 마이크로미터 ( $\mu\text{m}$ )의 응집체로 뒤엉켜있는 상태로 존재한다.

따라서 CNT는 대부분의 용액에서 쉽게 분산되지 않아 실제 제품으로 발전하기 위해서는 성능이나 적용에 많은 제한을 가지고 있다. 이에 본 연구에서는 CNT의 낮은 분산성 해결을 위하여, 2종류의 유동화제 PCE (Polycarboxylate ester), SNF (Sodium naphthalenesulfonate)를 이용한 (주)EIO의 High-pressure homogenizer (Nano disperser, 이하 N.D) 분산방법을 통하여 분산용액을 제조하였다. CNT분산 용액을 시멘트 페이스트에 혼입한 후, 응집상태를 분석하였으며 분산 용액의 종류와 배합비율에 따른 압축강도 및 역학적 성능의 변화를 확인하고자 한다.

## 2. 실험 계획 및 방법

본 연구에서 사용된 CNT는 (주)EIO에서 생산한 10A Jeno Tube를 사용하였으며, 균질한 분산용액을 제작하기 위하여 유동화제 PCE, SNF를 사용하여 ND 분산방법을 통하여 분산용액을 1:0.5, 1:1 두 가지 조건으로 제조하였다. 제조한 분산용액을 국내 A사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하여 시험체를 제작하였으며, 배합수는 초순수 (Di water, 18.2 M $\Omega$ ·cm)를 사용하였다. CNT 분산용액을 혼입한 시멘트 페이스트의 배합상세는 표 1과 같으며, CNT 혼입량은 시멘트 중량대비 0.1wt.%로 하였다. 배합직후 시멘트 페이스트의 레올로지 (Rheometer, Anton Paar MCR 302) 측정 및  $\varnothing 15 \times 30$  mm 크기의 실린더형 시험체를 제작하였다. 제작한 시험체는 48시간 후 탈형하였으며, 이후 포화수산화칼슘 용액에 침지시켜 23 $\pm$ 1 $^{\circ}$ C 조건에서 수중 양생 후 7일, 28일 압축강도 (UTM, Bongshin industry Co., LTD, KOREA, DSCK)를 측정하였다. 이후 파손된 샘플을 이용하여 FE-SEM 촬영을 실시하였다.

1) 부경대학교, 건축·소방공학과, 학·석사연계과정

2) 부경대학교, 공학연구원 융복합인프라기술연구소, 전임연구교수

3) 부경대학교, 건축공학과, 교수, 교신저자(cwchung@pknu.ac.kr)

표 1. CNT 분산용액 혼입에 따른 시멘트페이스트 배합사항

No.	Specimens	Dispersion Method	CNT:PCE	W/C	CNTreplacement ratio (wt.%)
1	Plain	-	-	0.2	-
2	PCE-0.5	High-pressure homogenizer (Nano diperser)	1:0.5 1:1		0.1
3	PCE-1				
4	SNF-0.5				
5	SNF-1				

### 3. 실험 결과 및 결론

본 연구결과 CNT 분산용액을 혼입한 시멘트 페이스트의 압축강도 7일, 28일 측정된 결과 그림 1과 같으며, 초기강도 7일 강도에서는 Plain (31.5MPa) 대비 PCE·SNF를 사용한 CNT 분산용액의 샘플의 압축강도는 대부분 상승하는 것으로 확인되었다. 그 중 SNF 분산용액을 사용한 샘플의 압축강도는 PCE를 사용한 샘플보다 낮은 압축강도 상승을 보이고 있다. 28일 압축강도의 결과 Plain (31.5MPa) 대비 64% 증가한 51.69MPa 압축강도 결과가 확인되었으며, 그 중 PCE-0.5 SNF-1의 압축강도는 각 10~22% 정도의 압축강도 상승효과를 가진 것으로 나타나며, 나머지 샘플의 압축강도는 7일 강도에 비해 5% 정도 감소되는 것으로 확인되었다.

이는 분산용액에 비율에 따른 일부 강도 저하 현상이 확인되었는데, 분산용액의 분산성 및 더욱 세분화된 분산용액의 분산비율에 따른 실험을 통하여 압축강도 및 역학적 성능평가가 필요한 것으로 사료된다.

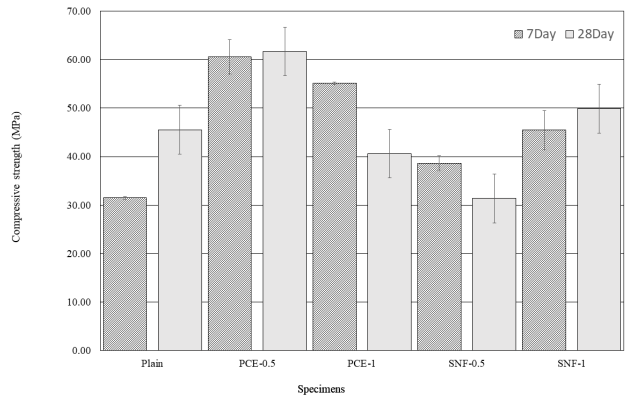


그림 1. CNT 분산용액 혼입에 따른 압축강도

### 감사의 글

본 논문은 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 (과제번호: 22NANO-C156177-03)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

### 참고 문헌

1. 하성진, 강수태, 이종한. 분산제의 종류 및 사용량에 따른 CNT 보강 시멘트 복합체의 강도변화. 한국구조물진단유지관리 공학회 논문집. 2015. 99-107 p.
2. 김지현, 김원우, 문재흠, 정철우. 다중벽 탄소나노튜브가 시멘트 페이스트의 유변학적 물성 및 압축강도에 미치는 영향. 한국건설순환자원학회논문집. 2020. 467-474 p.
3. Kumar, S., Kolay, P., Malla, S., & Mishra, S. Effect of multiwalled carbon nanotubes on mechanical strength of cement paste. Journal of Materials in Civil Engineering. 2012. 84-91 p.