

PCE 및 SNS를 이용해 분산된 MWCNT 수용액이 시멘트 복합체의 역학적 성능에 미치는 영향

Effect of Carbon Nanotube Solutions Dispersed by Polycarboxylate-ester and Sodium Naphthalene-sulfonate on Mechanical Properties of Cementitious Composites

박성환¹ · 김지현² · 정철우^{3*}

Park-Sung-Hwan¹ · Kim-Ji-Hyun² · Chung-Chul-Woo^{3*}

Abstract : Carbon nanotubes were used to secure high strength, high durability, and fracture toughness of cementitious composites. In this study, carbon nanotube dispersion solutions were prepared using commercial superplasticizers, such as polycarboxylate-ester and sodium naphthalene sulfonate with tip sonication. The solutions were used to prepare cement paste with MWCNT and the mechanical properties of the cement paste composite with MWCNT solutions were evaluated.

키워드 : 탄소나노튜브, 분산용액, 압축강도, 시멘트 복합체

Keywords : carbon nanotube, dispersion solution, compressive strength, cementitious composites

1. 서론

최근 나노 크기 재료의 우수한 물리적 성질을 이용한 연구가 활발히 진행되고 있다. 건설산업분야에서도 시멘트계 재료의 고강도, 고내구성 확보 및 콘크리트의 취약성을 개선하기 위하여 많은 연구가 진행되고 있다. 특히, 여러 나노재료 중 탄소나노튜브 (Carbon Nanotube, 이하 CNT)를 건설재료로 이용하는 연구들이 주목받고 있다. 하지만 CNT의 탄소 원자 사이에 작용하는 반 데르 발스(Van der Waals) 인력으로 인한 분산의 어려움으로 강도상승 실현에는 어려움이 있다[1,2,3]. 따라서 본 연구에서는 CNT 분산의 균질성 향상을 위하여 물리적·화학적 방법을 이용해 균질한 분산용액을 제작하고자 한다. 물리적 방법은 초음파 분산 (Ultra-Sonication, 이하 U.S)을 이용하고 화학적 방법으로는 계면활성제 (Polycarboxylate ester, 이하 PCE), (Sodium naphthalene-sulfonate, 이하 SNS)를 이용한 CNT분산용액을 제작하여 이를 혼입한 시멘트 복합체의 역학적 성능변화를 확인하고자 한다.

2. 실험 계획 및 방법

CNT는 (주)JEIO에서 생산한 10A Jeno Tube (MWCNT)를 사용하였다. 물성은 표 1과 같으며, 균질한 분산을 위하여 화학적 방법인 계면활성제(PCE 및 SNS)를 사용하였으며, 물리적 방법인 초음파처리 방법을 이용하여 분산을 실시하였다. 분산조건은 200watt 출력으로 3초간 에너지를 가하고 1초간 휴지기를 주는 주기로 30분 실시 후 10분간 휴지기를 주었다. 이후 동일한 방법으로 30분간 에너지를 가해 총 60분의 분산을 진행하였다. 분산용액의 분산성을 확인하기 위하여 자외선-가시광선-적외선 분광계 (UV-Vis/NIR-Spectrometer)를 활용하였다. CNT 분산용액을 혼입한 시멘트 복합체의 배합상세는 표 2와 같으며, CNT 혼입량은 시멘트 중량대비 (0.05, 0.075 및 0.1wt.%)로 하였다[4]. 시멘트는 국내 A사의 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 배합수는 초순수 (Di water, 18.2 MΩ·cm)를 사용하였다. 샘플은 50×50×50mm 크기의 CUBE형으로 제작하였다. 제작한 시험체는 48시간 후 탈영하였으며, 샘플은 포화수산화칼슘 수용액에 23±1 °C 온도에 유지하며 수증양생 하였다. 재령 7일 압축강도 측정하였으며, 압축강도 측정용 장비는 전동식 압축강도 시험기 (Si industry Co.Korea, S1-1471D)를 사용하였다.

1) 부경대학교, 건축·소방공학과, 학·석사연계과정

2) 부경대학교, 공학연구원 융복합인프라기술연구소, 전임연구교수

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

표 1. Carbon Nanotube-(10A Jeno Tube)

Diameter (nm)	Length (um)	Purity (wt.%)	Bulk Density (g/ml)	BET (m ² /g)
5~7	50~150	Min. 96.5	0.07~0.09	500~700

표 2. CNT분산용액 혼입량에 따른 시멘트복합체의 배합사항

No.	Specimens	Dispersion Method	CNT:PCE	W/C	CNTreplacement ratio (wt.%)
1	Plain	-	-	0.2	-
2	PCE-0.5	초음파 처리 (Ultra-Sonication)	1:0.5		0.05wt.%
4	SNF-0.5				0.075wt.%
					0.1wt.%

3. 실험 결과 및 결론

본 연구에서는 7일간 CNT 분산용액 혼입률에 따른 시멘트 복합체의 압축강도를 측정하였고 그 결과는 그림1과 같다. 7일 강도에서 Plain의 평균 압축강도는 56.93MPa로 측정되었으며, 분산제의 종류 및 비율에 따라 압축강도의 변화가 발생하는 것으로 확인되었다. 대부분의 시험체의 압축강도는 Plain 대비 낮은 압축강도를 나타내고 있다. SNF-0.075%(61.92MPa)는 Plain 대비 8.8%의 압축강도가 상승된 것으로 나타나고 있다. 시멘트 복합체 내 CNT 분산용액의 혼입율의 증가에 따른 압축강도의 증가는 관찰되지 않았으며, 추후 재령 28일 압축강도와 비교하여 CNT의 혼입율 적정 범위분석 및 분산용액 제작 방법에 대한 추후 연구가 필요한 것으로 나타난다.

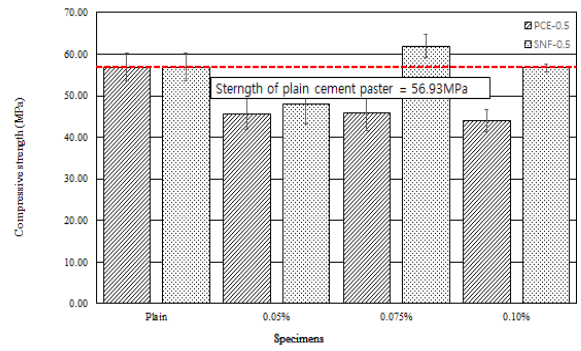


그림 1. CNT 분산용액 혼입율에 따른 압축강도

감사의 글

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

참고문헌

1. 하성진, 강수태, 이종한. 분산제의 종류 및 사용량에 따른 CNT 보강 시멘트 복합체의 강도변화. 한국구조물진단유지관리공학회 논문집. 2015. p. 99-107.
2. 오성우, 오경석, 정상화. CNT 첨가량에 따른 시멘트의 역학적 성능 및 미세구조의 영향. 한국구조물진단유지관리공학회 논문집. 2017. p. 162-168.
3. 가순조, 유성원, 최영철. MWCNT 보강 시멘트 복합체의 발열 및 압축강도 성능. 콘크리트학회 논문집. 2021. p. 49-56.
4. 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. p. 84-91.