

분산방법에 따른 CNT를 혼입한 섬유보강 시멘트복합체의 유동성 평가

Table Flow Evaluation of CNT-Mixed Fiber Reinforced Cement Composite by Dispersion Method

김문규¹ · 김규용² · 편수정³ · 최병철³ · 박준영¹ · 남정수^{4*}

Kim, Moon-Kyu¹ · Kim, Gyu-Yong² · Pyeon, Su-Jeong³ · Choi, Byung-Cheol³ · Park, Jun-Young¹ · Nam, Jeong-Soo^{4*}

Abstract : In this study, the table flow of fiber reinforced cement composites mixed with CNTs dispersed differently according to the dispersion method was evaluated. The mixture was composed of plain mixture according to the presence or absence of ultrasonic dispersion and PCE-based dispersants A and B of 0.5% and 1.0%, respectively, CNT was mixed with 0.03% of cement weight and fiber was mixed with 1.5% of total volume. As a result of the experiment, NC-A0.5 showed a fluidity similar to that of P without CNT. The fluidity of NC-A0.5 and P-N showed a similar tendency, which is considered to be due to the distribution of evenly dispersed CNT particles without agglomeration between cement particles due to the dispersant. NC-B0.5 showed a similar level of firmness to P-U, but after hitting 250 mm, B Agent seems to have a significant effect on liquidity improvement. Both NC-A1.0 and NC-B1.0 seem to have increased flow due to excessive dispersion.

키워드 : 탄소나노튜브, 유동성, 분산, 섬유보강 시멘트 복합체

Keywords : carbon nanotube, table flow, dispersion, fiber reinforced cementitious composites

1. 서론

최근 스마트 재료를 활용하여 자체적인 균열 감지가 가능한 자기감지 콘크리트와 같은 스마트 콘크리트에 대한 관심이 높아지면서 여러 가지 스마트 재료들에 대한 관심이 증가하고 있는 추세이다. 특히 탄소나노튜브(Carbon Nano Tube, 이하 CNT)는 뛰어난 기계적, 전기적 특성을 가지고 있는 나노재료로서 다양한 산업분야에서 CNT를 활용하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 하지만 CNT는 입자간 발생하는 반데르발스 힘에 의해 응집현상이 일어나 분산을 하지 않을 경우 역학적 성능이 감소하는 단점을 가지고 있다[1]. 이에 MS Konsta-Gdoutos et al.은 CNT의 분산성과 역학적 특성을 검토하였다. 그 결과, 역학적 특성의 결과는 CNT 분산성과 비례하는 것으로 보고되었다[2]. 이러한 CNT의 일반적인 분산방법은 초음파 분산 방법을 활용한 물리적 분산방법이지만, 화학적 분산 방법으로 분산제를 사용하여 분산효과를 비교한 연구는 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 초음파를 이용한 물리적 분산과 분산제를 활용한 화학적 분산을 사용하여 섬유보강 시멘트 복합체를 제작하고 굳지 않은 상태의 성상을 파악하고자 하였다.

2. 실험계획

CNT를 혼입한 섬유보강 시멘트 복합체의 배합은 표 1에 나타내었다. 혼입된 CNT는 액상형 제품(TNM8)을 사용하였으며 초음파 분산 유무에 관계없이 시멘트 중량의 0.03%를 혼입하였다. 초음파 분산된 CNT는 K사의 HD 4400제품으로 Ampl 65%로 20분 분산되었으며, 화학적 분산을 수행한 CNT는 분산제 A와 B로 나누어 CNT 중량대비 0.5%와 1.0%로 혼입 후 분산하였다. 화학적 분산제는 총 2가지이며, 기존 연구에서 사용된 PCE(Polycarboxylate ether)계열 분산제를 선정하였다. 사용된 강섬유는 19 mm 길이의 후크형 강섬유를 사용하였으며 전체 부피대비 1.5%를 혼입하였다. CNT의 분산 방법에 따른 굳지 않은 상태의 성상을 비교하기 위해 각 배합별 유동성을 측정하였다. 유동성은 KS L 5111(수경성 시멘트 시험용 플로 테이블)에 의해 수행되었다. CNT를 혼입하지 않은 배합은 P로 하였으며 초음파 분산을 진행한 CNT를 혼입한 Plain 배합은 P-U, 초음파 분산을 진행하지 않은 CNT를 혼입한 Plain 배합은 P-N으로 하였다.

1) 충남대학교 건축공학과, 석사과정
2) 충남대학교 스마트시티 건축공학과, 교수
3) 충남대학교 건축공학과, 박사과정
4) 충남대학교 스마트시티 건축공학과, 교수, 교신저자(j.nam@cnu.ac.kr)

표 1. 분산방법에 따른 CNT를 혼입한 섬유보강 시멘트 복합체의 배합표

										단위 : %
Notation	Ultrasonic dispersion	Agent type	PCE Agent	CNT	C	Superplasticizer	W	Sand	FA	Fiber
	○	-	-	-	0.85	0.4	0.32	0.35	0.15	1.5
P-U	○	-	-							
P-N		-	-							
NC-A0.5	-	A	0.5							
NC-A1.0			1.0							
NC-B0.5		B	0.5							
NC-B1.0			1.0							

3. 실험결과

분산방법에 따른 유동성 시험 결과는 그림 1에 나타났다. P의 경우 239 mm로 측정되었으며 P-U와 P-N은 각각 245 mm, 235 mm로 나타났다. 분산제를 혼입한 경우 분산제의 혼입률이 증가함에 따라 유동성이 증가하는 경향을 보였다. 이는 과도한 분산제의 혼입으로 인해 CNT 입자간 점착력이 낮아졌기 때문으로 사료된다. 또한 NC-A0.5의 경우 CNT를 혼입하지 않은 P와 유사한 경향을 보였다. NC-A0.5와 P-N의 유동성은 유사한 경향을 보였으며 이는 분산제로 인해 고르게 분산된 CNT 입자가 시멘트 입자 사이 뭉침현상 없이 분포하기 때문으로 사료된다. NC-B0.5는 P-U와 유사한 수준의 유동성이 나타났지만 타격 후 250 mm를 초과하였다. B 분산제의 경우 유동성 증가에 다수 영향을 미치는 것으로 판단된다.

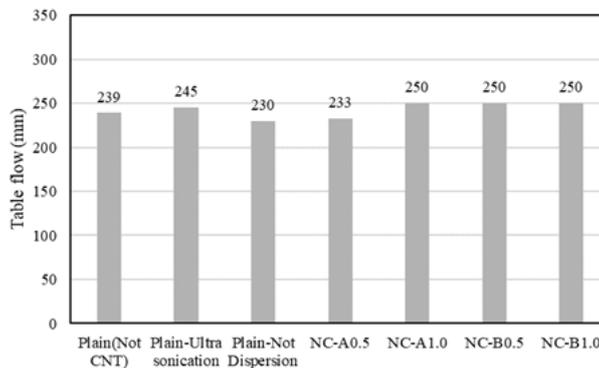


그림 1. 분산방법에 따른 유동성

4. 결론

본 연구에서는 유동성을 비교할 수 있는 Plain 배합과 화학적 분산을 실시한 CNT를 혼입한 섬유보강 시멘트 모르타르의 유동성을 평가하였다. 분산제 A, B 모두 1.0% 혼입 시 과도한 분산작용으로 인해 CNT 입자간의 점착력이 낮아져 플로우가 증가한 것으로 사료된다. 또한 NC-B0.5는 P-U와 유사한 수준의 굳지않은 성상을 보였으나 타격 후 250 mm를 넘겨 B 분산제의 경우 유동성 증가에 다수 영향을 미치는 것으로 판단된다. NC-A0.5의 경우 CNT를 혼입하지 않은 P와 유사한 유동성상을 보였다. NC-A0.5와 P-N의 유동성은 유사한 경향을 보였으며 이는 분산제로 인해 고르게 분산된 CNT 입자가 시멘트 입자 사이 뭉침현상 없이 분포하기 때문으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 과학기술정보통신부 한국연구재단(No. 2020R1C1C101403812)의 연구비 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Li GY, Wang PM, Zhao X. Mechanical behavior and microstructure of cement composites incorporating surface-treated multi-walled carbon nanotubes. Carbon. 2005. Vol.43 No.6. pp. 1239-1245.
- Konsta-Gdoutos MS, Metaxa ZS, Shah SP. Highly dispersed carbon nanotube reinforced cement based materials. Cement and Concrete Research. 2010. Vol.40 No.7. pp. 1052-1059.