

탄소나노튜브가 첨가된 시멘트복합체의 미시적특성분석

Microscopic Characterization of Cement Composites with Carbon Nanotubes

김 영 민*

이 건 철**

Kim, Young-Min

Lee, Gun Cheol

Abstract

As a result of the Rietveld analysis to determine the effect of carbon nanotubes on the hydration products of cement composites, the quantitative difference of hydration products according to the addition rate of carbon nanotubes was not significant. Ettringite, an early hydration product, was measured to be slightly higher than the planes with carbon nanotubes over all ages. Therefore, it seems that carbon nanotubes have no effect on the hydration production in cement paste.

키 워 드 : 탄소나노튜브, 수화생성물, 리트벨트

Keywords : carbon nanotubes, hydration products, rietveld analysis

1. 서 론

탄소나노튜브는 강재보다 100배 이상의 인장강도와 1TPa의 단성계수를 가지고 있으며, 파단변형률을 280%에 이른다고 알려져 있다. 이러한 특성 때문에 탄소나노튜브 혼입에 따른 시멘트복합체의 역학적성능에 대한 연구가 진행되고 있고, 탄소나노튜브 혼입시 강도발현이 우수하다고 알려져 있으며, 비표면적이 큰 탄소나노튜브는 시멘트 수생성을 촉진하고 C-S-H겔의 비율을 증가시키는 역할을 한다고 알려져 있다. 그러나 연구자들에 따라 실험결과가 상이하게 나타나고 있어 본 연구에서는 시멘트복합체 내에서 탄소나노튜브가 미치는 영향을 파악하기 위하여 XRD리트벨트 분석법을 통하여 수화생성물에 대한 영향을 평가하고자 하였다.

2. 실 험

본실험에 사용된 탄소나노튜브는 다중벽(Multi wall)과 단일벽(Single wall) 두종류로 하며 표 1과 같은 배합표에 의거하여 시멘트 중량 대비 0%, 2.0%, 5.0%로 첨가하고 시멘트 페이스트를 제작하여 리트벨트정량법에 의해 탄소나노튜브가 수화생성물에 미치는 영향을 분석하였다.

표 1. 시멘트복합체 배합표

| W/B (%) | Water (%) | CNT/Cement(%) | | Cement(%) |
|---------|-----------|---------------|-----|-----------|
| | | MWP | SWP | |
| 45 | 45 | 0 | | 100 |
| | | 2.0 | | |
| | | 5.0 | | |

* 한국교통대학교 건축공학과, 연구원

** 한국교통대학교 건축공학과, 교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

3. 결 과

탄소나노튜브가 첨가된 시멘트복합체의 수화생성물에 미치는 영향을 파악하기 위한 리트벨트분석법에 의한 실험결과는 표 2와 같다. 실험결과 탄소나노튜브 종류별 첨가율에 따른 수화생성물의 정량차이는 크지 않는 것으로 나타났다.

초기수화생성물인 에트링가이트도 전 재령에 걸쳐 탄소나노튜브를 첨가한 시험체가 플레인보다 다소 높게 측정되었고 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 도 탄소나노튜브를 첨가한 시험체가 플레인 보다 전 재령에 걸쳐 높게 측정되었다. 따라서 탄소나노튜브가 시멘트페이스트 내에서 수화생성에 미치는 영향은 없는 것으로 판단된다.

표 2. 리트벨트분석법에 의한 수화생성물량(%)

| 구 분 | Plain | | | MWP2.0 | | | SWP2.0 | | | MWP5.0 | | | SWP5.0 | | |
|---------------------------|-------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|--------|------|------|
| | 3일 | 7일 | 14일 | 3일 | 7일 | 14일 | 3일 | 7일 | 14일 | 3일 | 7일 | 14일 | 3일 | 7일 | 14일 |
| $\text{Ca}(\text{OH})_2$ | 24.8 | 23.3 | 21.7 | 25.2 | 27.4 | 27.9 | 26.1 | 24.8 | 22.2 | 25.4 | 28.7 | 29 | 28.4 | 22.7 | 20.7 |
| CaCO_3 | 8.5 | 12.6 | 13.8 | 8.0 | 7.6 | 8.5 | 7.3 | 11 | 11.2 | 6.8 | 8.2 | 6.7 | 5.3 | 14.7 | 12.7 |
| $\text{C}_2\text{S beta}$ | 50.2 | 49.2 | 49.7 | 49.3 | 51.8 | 48 | 47.4 | 49.1 | 51.7 | 48.2 | 48.6 | 47.1 | 46.4 | 46.9 | 52.4 |
| Ettringite | 16.5 | 14.9 | 14.8 | 17.5 | 13.1 | 15.7 | 18.7 | 15.1 | 14.9 | 19.6 | 14.5 | 17.3 | 20 | 15.7 | 14.1 |

4. 결 론

탄소나노튜브가 첨가된 시멘트복합체 내에서 수화생성물의 양은 플레인과 큰 차이는 없는 것으로 나타났다. 현재까지 기존 연구지들에 의한 탄소나노튜브가 첨가된 시험체의 압축강도가 상이하게 나타나는 것은 탄소나노튜브가 수화에 직접적으로 미치는 영향보다는 반테르발스에 의한 뭉침현상이 발생하고 이에 취약부가 발생한 결과라고 판단된다.

Acknowledgement

본 논문은 2018년 과학기술정보통신부 기초연구지원사업(과제번호: 2018R1A1025953)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 오성우, cnt 첨가량에 따른 시멘트 역학성능 및 미세구조의 영향, 한국구조물진단유지관리공학회 논문집, 제21권 제5호, pp.162~168, 2017 .11