

탄소섬유와 Polyvinylalcohol 섬유의
보강이 섬유 보강 시멘트 복합재료의
역학적 성질에 미치는 영향

Effect of Carbon Fiber and Polyvinylalcohol Fiber
Reinforcement on The Properties of
Fiber Reinforced Cementitious Composites

이종진 · 강태진 · 김병철*

서울대학교 섬유고분자공학과 · *한국과학기술연구원

시멘트 재료는 매우 취성이 큰 재료로써 압축강도는 크나 그에 비해 인장강도가 낮고 파괴시까지의 변형이 매우 작은 단점을 갖고 있다. 그러므로 시멘트 재료를 구조재로 사용하기 위해서는 반드시 보강을 해 주어야 한다.

보강재로 가장 광범위하게 사용되고 있는 철근은 가해지는 인장력과 전단력을 효과적으로 지탱할 수 있도록 구조물 내에 적절한 위치에 배치된다. 반면 보강재로 사용되는 섬유는 보통 재료 내에 단섬유의 형태로 불규칙하게 분산되므로 인장하중을 지탱하는 데는 철근만큼 효과적이지 않지만 섬유간의 간격이 매우 좁으므로 재료에 일단 생긴 균열의 전파를 막는 데는 훨씬 효과적이다.

최근에는 새로운 섬유의 개발과 더불어 이들 섬유를 시멘트 재료의 보강재로 사용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 섬유 보강에 의한 변형량, toughness, 충격저항 등의 향상 뿐 아니라 강력을 증가시키기 위해 탄소섬유, 아크릴섬유, 아라미드섬유, PVA섬유 등과 같은 고강력 섬유를 사용한 섬유보강 시멘트 재료의 개발이 진행되고 있다.

본 연구에서는 concrete mortar에 PAN계 탄소섬유와 고강력 PVA섬유를 보강하여 이 두 섬유의 보강에 의한 concrete mortar의 역학적 성질의 변화를 고찰하여 보강섬유의 성질이 concrete mortar의 보강효과에 미치는 영향을 고찰하였다.

길이가 4mm인 단섬유를 시멘트 기지재에 보강제로 사용하여 할렬인장시험과 3점굽힘시험을 행한 결과 재료에 초기균열이 생기기 전의 재료의 역학적 성질은 보강 섬유의 영향을 거의 받지 않고 기지재의 성질에 의존하나 초기균열이 생긴 뒤의 역학적 성질은 보강 섬유의 부피분율이 커짐에 따라 인장강도나 굽힘강도, toughness 등이 향상되는 경향을 보였다. 이는 재료에 균열이 생기기 전의 역학적 성질은 혼합률 (rule of mixture)에 따르기 때문에 부피분율이 작고 길이가 짧으며 불규칙하게 배향된 섬유의 보강에 의해서는 큰 보강효과를 얻을 수 없으나 일단 재료에 균열이 생겨 기지재가 더이상 하중을 견딜 수 없게 되면 기지재보다 인장강력이 훨씬 큰 섬유가 pull-out 되거나 끊어지면서 많은 변형을 일으키며 더 큰 하중을 견딜 수 있게 되기 때문이다. 특히 인장강도의 경우 섬유의 부피분율이 낮을 때는 탄소섬유로 보강한 경우가 더 큰 강력의 증가를 보였으나 섬유의 부피분율이 3% 이상인 경우는 PVA섬유로 보강한 mortar가 더 큰 강력 증가를 보였는데 이는 섬유의 부피분율이 커짐에 따라 섬유들끼리 뭉치는 현상(fiber balling)의 정도가 탄소섬유보다 PVA섬유가 덜하기 때문이다. 탄소섬유를 장섬유의 형태로 부피분율을 0.44%로 하여 기지재에 보강한 후 3점굽힘시험을 행한 결과 단섬유로 보강한 것에 비해 월등한 강력과 toughness의 향상을 보였다.

압축시험 결과 섬유의 부피분율이 증가함에 따라 압축강도가 저하하는 경향을 보였는데 이는 섬유의 부피분율이 증가하면 섬유와 기지재 사이에 많은 void가 형성되어 밀도가 낮아지고 이러한 void가 재료 내에서 defect로 작용하기 때문으로 시멘트 기지재 내에서 분산성이나 계면결합력이 우수한 PVA 섬유로 보강한 경우가 밀도와 압축강도의 저하가 적었다.