# 그래핀 혼입 초고강도 콘크리트의 물성에 대한 실험적 연구

## Experimental study on the properties of UHPC mixed with graphene

서태석[1*] · 이현승[2] · 김강민[3]
Seo, Tae-Seok[1] · Lee, Hyun-Seung[2] · Kim, Kang-Min[3*]

**Abstract** : In this study, the material properties of UHPC mixed with graphene was investigated. The compressive strength, the bending strength and the permeability test was conducted. As a result, there was no improvement in compressive strength by the graphene, but the bending strength increased by 20% by the graphene. The water penetration amount decreased by 80% by the graphene.

**키워드** : 그래핀, 초고강도 콘크리트, 압축강도, 휨강도, 기밀성능
**Keywords** : Graphene, UHPC, Compressive strength, Bending strength, Permeability test

## 1. 서 론

그래핀은 탄소 나노소재로 기계적, 화학적, 전기적 특성이 매우 뛰어난 재료이다. 특히 비표면적이 월등히 높기 때문에 그래핀을 시멘트 매트릭스에 소량 혼입하는 것으로도 콘크리트 내의 공극들을 충진시켜 압축, 인장강도의 증진뿐만 아니라 수밀성, 기밀성능을 개선시킬 수 있을 것으로 기대된다[1,2]. 본 연구에서는 그래핀을 혼입한 UHPC의 재료적 특성에 대해 검토하였다.

## 2. 시험 방법 및 사용재료

설계기준강도 120MPa의 초고강도 콘크리트를 대상으로 하였고 시멘트 단위중량대비 그래핀 0.05%, 0.1% 혼입하였다. 그래핀은 AGF(Advanced Graphene Flake) (그림 1)를 사용하였으며 분산성을 향상시키기 위해 수분산 및 표면개질하여 콘크리트 내에서 충분한 분산성을 가지도록 하였다. 시험은 압축, 휨 인장, 투수성 시험을 실시하였다(그림 2). 투수시험은 0.2MPa의 수압으로 1시간 동안 실시하였다.

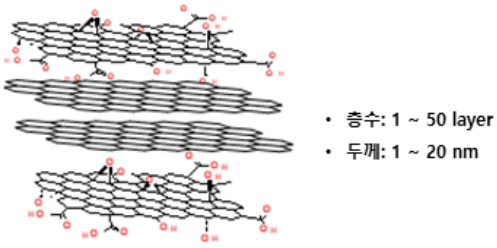


그림 1. AGF 모식도

그림 2. 휨 인장, 압축, 투수시험

1) 현대건설 기술연구원, 책임연구원, 교신저자(tsseo@hdec.co.kr)
2) ㈜삼표산업 연구소, 전임연구원
3) ㈜삼표산업 연구소, 책임연구원

## 3. 시험 결과

압축강도 시험결과 그래핀 혼입에 따른 압축강도의 증진은 나타나지 않았지만 휨 인장강도는 그래핀 0.1% 혼입으로 무혼입 UHPC 대비 20% 이상 강도가 증가하는 것으로 확인되었다(그림 3, 4). 압축강도 증진이 나타나지 않은 이유는 120MPa의 초고강도 콘크리트는 공극이 매우 작아 압축강도에 미치는 그래핀의 필러효과가 미미했던 것으로 판단된다. 휨 인장강도는 20% 이상 증가하였는데 그 이유는 그래핀이 미세공극을 채우고 보강 섬유의 역할을 하여 휨 인장강도가 증가한 것으로 추정된다. 투수시험 결과는 그림 5에 나타내었다. 초고강도 콘크리트를 대상으로 했기 때문에 최대 수분침투량은 1.1~1.7g 으로 매우 적었지만 그래핀 혼입으로 수분침투량이 80% 정도 감소하는 것으로 나타났다. 하이퍼루프와 같이 기밀성능 확보가 중요한 구조물에 그래핀이 적용된다면 기밀성 확보에 도움이 될 것으로 기대된다.

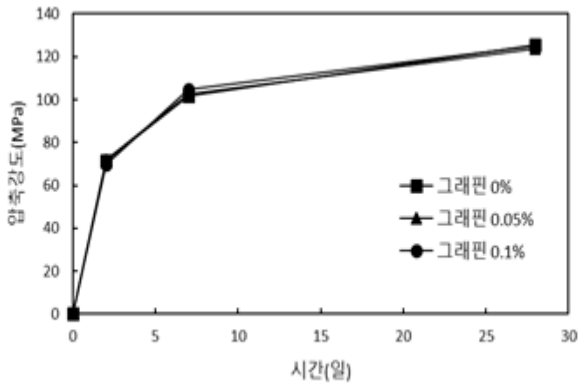


그림 3. 압축강도 시험

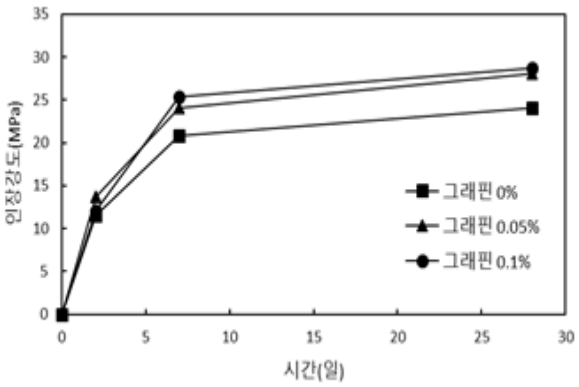


그림 4. 휨 인장강도 시험

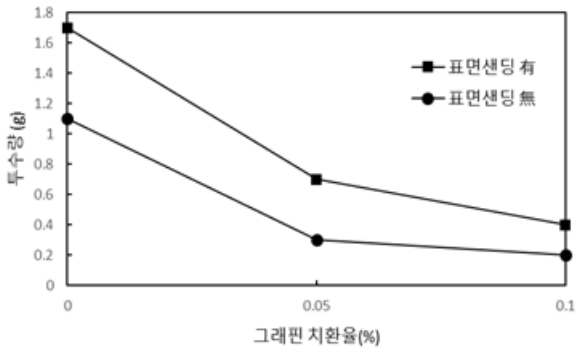


그림 5. 투수 시험

## 4. 결 론

1) 압축강도 시험결과 그래핀 혼입에 따른 압축강도의 증진은 나타나지 않았지만 휨 인장강도는 그래핀 0.1% 혼입으로 무혼입 UHPC 대비 20% 이상 강도가 증가하는 것으로 확인되었다.
2) 그래핀 혼입으로 수분침투량이 80% 정도 감소하는 것으로 나타났다.
3) 하이퍼루프와 같이 기밀성능 확보가 중요한 구조물에 그래핀이 적용된다면 기밀성 확보에 도움이 될 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. 정성훈, 김동욱, 이수진, 원종필. 산화 그래핀 치환 콘크리트의 적정배합비 도출. 한국콘크리트학회 2019 봄 학술대회 논문집. 2019. p. 501-502.
2. 이현승, 김강민. 기능성 그래핀을 활용한 콘크리트 기초 물성 평가. 한국콘크리트학회 2022 봄 학술대회 논문집. 2022. p. 537-538.