

# 섬유종류 및 결합재의 프리믹스에 따른 초고성능콘크리트의 강도 및 자기수축 특성

## Properties Strength and Autogenous Shrinkage on the Ultra High Performance Concrete by Fiber Type and Pre-mix Binder

**구 경 모\***  
Koo, Kyung-Mo

**황 인 성\*\***  
Hwang, In-Sung

**김 원 기\*\*\***  
Kim, Won-Ki

### Abstract

Ultra high performance concrete(UHPC) represents high early age autogenous shrinkage strain due to its low water-to-binder ratio(W/B) and high fineness admixture usage. It has been reported that fiber can control restrained tensile stress and crack. The purpose of the present study is, therefore, to investigate the autogenous shrinkage as well as mechanical properties including compressive strength, flexural strength and modulus of elasticity on the UHPC with fiber type and pre-mix of binder.

키 워 드 : 초고성능콘크리트, 섬유종류, 프리믹스 결합재, 역학적 특성, 자기수축  
keywords : ultra high performance concrete, fiber type, pre-mixed binders, mechanical properties, autogenous shrinkage

## 1. 서 론

초고성능콘크리트(Ultra-High-Performance Concrete, 이하 UHPC)는 일반적으로 높은 취성적 거동을 보이기 때문에, 섬유를 혼입하여 균열기교효과와 파괴에 필요한 에너지를 효과적으로 증가시키도록 배합을 설계한다. 일반적으로 콘크리트에 발생하는 수축은 섬유에 의해 일부 제어되는 것으로 보고되어 있으며<sup>1)</sup>, UHPC의 경우 섬유가 다량 혼입되기 때문에 낮은 물결합재비로 인해 발생하는 자기수축에 대해 제어효과가 클 것으로 기대된다. 한편, UHPC에 사용되는 결합재는 분체의 종류가 많고 실리카폼과 같은 미세입자가 혼입되기 때문에 프리믹스하여 사용하는 것이 품질 및 생산 효율성 확보에 유리하다고 보고되고 있다.

본 연구에서는 UHPC에 대하여 섬유 종류 및 프리믹스 유무에 따라 역학적 특성과 자기수축 변형거동을 평가하여 기초적 자료로 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 방법

표 1 및 표 2는 본 연구의 실험계획과 섬유별 물리적 성질을 나타낸 것이다. 물결합재비 20%의 UHPC를 대상으로 섬유 종류 및 혼입률 조건(총 4수준-무혼입, SF3.0%, SF2.5%+PVA0.5%, HF3.0%)과, 프리믹스 유무에 따른 압축강도, 탄성계수, 휨강도 및 자기수축 변형을 평가하였다. 또한 동일 배합에서 OPC만을 적용한 콘크리트의 성능을 검토하여 UHPC용 결합재와 성능을 비교분석하였다.

표 1. 실험계획

W/B (%)	결합재 종류	프리믹스 유무	섬유종류 및 혼입률(Vol.%)
20	UHPC용	O	무혼입
	UHPC용	O, X	SF 3.0
	UHPC용	O	SF 2.5 + PVA 0.5
	UHPC용	O	HF 3.0
	OPC	O	SF 3.0

표 2. 섬유별 물리적 성질

섬유 종류		물리적 성질			
		비중	길이 (mm)	직경 (mm)	인장강도 (MPa)
강섬유	직선형(SF)	7.85	12	0.20	2,900
	후크형(HF)	7.85	30	0.50	1,200
PVA섬유		1.30	12	0.015	1,200

\* 아세아시멘트(주), 지원기획본부 연구개발팀 전임연구원, 공학박사, 교신저자(ghoul007@hanmail.net)  
 \*\* 아세아시멘트(주), 지원기획본부 연구개발팀 책임연구원, 공학박사  
 \*\*\* 아세아시멘트(주), 지원기획본부 이사, 연구개발팀장, 공학박사

표 3. 강도 및 탄성계수

No.	구 분	압축강도		탄성계수 (28일)	휨강도 (28일)
		7일	28일		
1	UC (프리믹스)	93.0	119	39858	5.94
2	UC (프리믹스) SF 3.0	106.1	139	42692	21.3
3	UC (개별 투입) SF 3.0	104.4	132	41784	20.2
4	UC (프리믹스) SF 2.5+PVA 0.5	97.1	127	42934	21.8
5	UC (프리믹스) HF 3.0	89.3	117	39995	27.7
6	OPC SF 3.0	88.6	102	40931	20.5

단위 : (MPa)

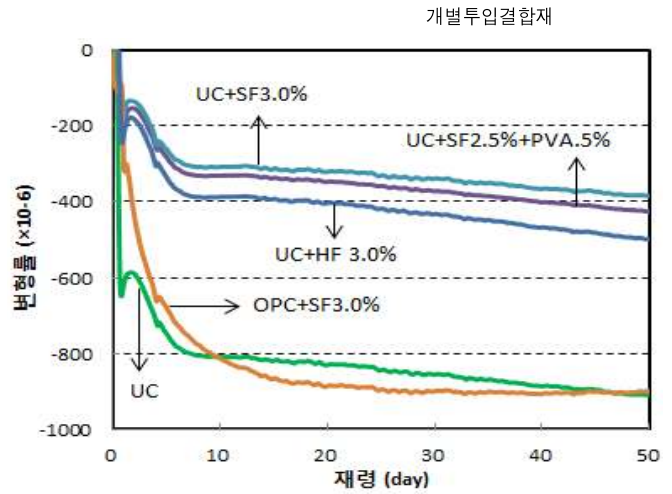


그림 1. 자기수축 변형 (프리믹스결합재 및 OPC 대상)

### 3. 실험결과 및 고찰

표 3은 섬유종류 및 프리믹스 유무에 따른 UHPC의 강도 및 탄성계수를 나타낸 것이다. UHPC(무혼입)에 직선형 강섬유(SF)를 2.5~3.0% 혼입함으로써 압축강도 및 탄성계수가 각각 약 10% 및 5% 향상되었고, 휨강도의 경우는 약 3.5배 증진되었다. 후크형 강섬유(HF)를 3.0% 혼입하는 경우에는 SF를 혼입하는 경우에 비해 휨강도가 약 35%까지 증진되는 효과를 확인할 수 있었으나, 모르타르와 HF간의 분리현상 및 섬유간 뭉침현상이 발생되어 실제 적용은 어려울 것으로 판단된다. 또한 프리믹스 결합재를 사용하는 경우, 개별투입의 결합재와 비교하여 장기재령에서 약 5%의 강성 증진효과를 확인할 수 있었으며, OPC는 재령 28일에 압축강도가 102MPa로 높게 나타났으나 굳지 않은 상태에서 높은 점성과 급격한 유동성 저하 등의 문제가 나타났다.

그림 1은 섬유종류 및 결합재에 따른 UHPC의 자기수축 변형을 나타낸 것으로, 본 연구에서는 섬유가 혼입된 UHPC 시험체의 자기수축 변형량이 섬유 무혼입 조건에 비해 약 50% 수준으로 감소되었다. 섬유의 종류별로는 SF3.0%, SF2.5%+PVA0.5%, HF3.0%의 순서로 자기수축의 저감 효율이 높았으며, 강섬유가 혼입된 조건에서도 OPC를 적용하는 경우 수축량이 2배이상 증가되는 것을 확인할 수 있었다. 그림 2는 UHPC 결합재의 프리믹스 유무에 따른 자기수축 시험체 측정 편차를 나타낸 것이다. 프리믹스 유무에 따른 자기수축의 차이는 크지 않았으나, 개별투입결합재를 적용하여 평가하는 경우 시편별 편차가 프리믹스결합재를 적용하는 경우보다 크게 나타났다.

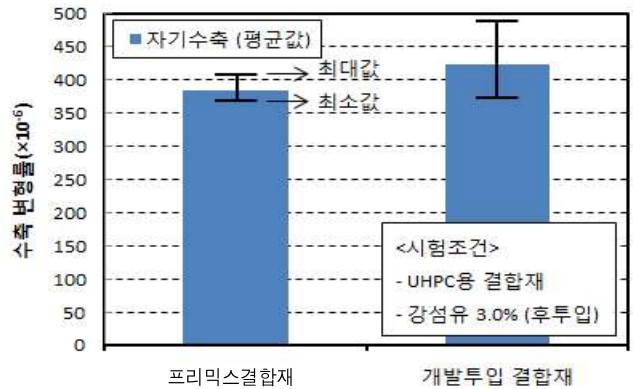


그림 2. 프리믹스 유무에 따른 자기수축 측정 편차 비교 (재령 50일, 100×100×400mm 시험체 시편 3개)

### Acknowledgement

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 참고 문헌

- 오병환, 이명규, 유성원, 백상현, 폴리프로필렌 섬유보강 콘크리트의 강도 및 건조수축균열 제어특성 연구, 한국콘크리트학회논문집 제8권, 제6호, pp.151~161, 1996, 12