

섬유보강 고강도 콘크리트의 내구성능 향상에 관한 검토

Investigation on Improve Durability of Fiber-Reinforced High-Strength concrete

이 혜 진* 하 정 수** 김 규 진** 이 영 도*** 정 상 진****
 Lee, Hye-Jin Ha, Jung-Soo Kim, Kyu-Jin Lee, Young-Do Jung, Sang-Jin

Abstract

Recently, with the increase in the construction of ultra-high buildings and long-span structures, there is great demand for high-strength concrete which can reduce the structural weight and thickness of member sections. While developing high-strength concrete to meet performance requirements, certain issues at the design stage must also be considered. The issues include diseconomy from a great amount of per-unit cement, spalling failure by fire at ultra-high building, autogenous shrinkage caused by increased hydration activity of binder from use of a superplasticizer. Therefore, the purpose of this study is examined the strain characteristics of Fiber-reinforced-high-strength concrete(FRHSC), which differ from those of general concrete owing to autogenous shrinkage. Based on the experimental data, we proposed an autogenous shrinkage prediction model.

키 워 드 : 섬유보강 고강도콘크리트(FRHSC), 자기수축

Keywords : Fiber Reinforced High-Strength Concrete, Autogenous Shrinkage

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

최근 초고층 건축물 건설의 증가로 인해 초고강도 콘크리트의 수요가 증대되고 있으며, 이는 건축물의 고층화, 기둥부재의 단면축소와 장스팬화를 위해 사용되고 있다. 고강도 콘크리트의 경우 화재 시 폭발현상 및 취성파괴에 대한 인성을 고취시키고자 섬유를 혼입한 콘크리트의 사용이 표준화 되고, 이에 따른 인증이 규격화 되고 있다.

섬유혼입 고강도 콘크리트(FRHSC)는 높은 단위시멘트량으로 인한 자기수축과 공극 내 수분증발로 인한 건조수축이 동시에 나타나는 것으로 보고되고 있으며, 화재 시 인성을 고취시키고자 혼입된 섬유는 페이스트의 경화 초기 수축을 저감하는 성능을 가지는 것으로 검토되고 있다.¹⁾ 본 논문에서는 W/B 및 섬유혼입 유·무에 따른 압축강도 및 길이변화 특성을 검토하고 콘크리트 역학성능을 정량적으로 평가하는데 목적이 있다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획 및 배합

실험에 사용된 배합은 W/B 33.3%, 단위수량 165kg/m³와 W/B 20%, 단위수량 160kg/m³로 설정한 고강도 영역이며, 섬유혼입 유무에 따라 각각의 실험인자를 적용하여 총 4개의 배합을 계획하였다. 혼입 섬유의 종류는 강섬유이며, 혼입량은 0%, 0.5%로 각각 설정하였다. 본 실험에 사용된 배합을 표 1에 나타내었다.

2.2 실험방법

본 연구에서는 W/B별 섬유혼입유무에 따른 변형특성을 검토하였다. 수축실험은 100×100×400mm 크기의 길이변화 시험용 공시체를

* 단국대학교 건축공학과 석사과정

** 단국대학교 건축공학과 박사과정

*** 경동대학교 건축토목공학부 교수, 공학박사

**** 단국대학교 건축공학과 교수, 교신저자(d-jsjin@hanmail.net)

표 1. 콘크리트 시방배합표

구 분	W/B (%)	S/a (%)	Slump (mm)	Air (%)	W (kg/m ³)	단위재료량(kg/m ³)					SP (B×%)	섬유혼입 (Vol.×%)	섬유 종류
						C	BS	SF	S	G			
33.3-0	33.3	42.3	600±100	1.5±0.5	165	346.5	99	49.5	714.3	973.5	0.8	0	Steel fiber
33.3-0.5						346.5	99	49.5	714.3	973.5	1.0	0.5	
20.0-0	20.0	36.7			160	560	160	80	522.6	907.5	1.0	0	
20.0-0.5						560	160	80	522.6	907.5	1.2	0.5	

제작하여, 중앙에 매립형 게이지(stain gage)를 설치하고 이를 Data-Logger에 연결하여 타설 직후부터 종료시점(28일)까지 온도 20±1℃, 습도 50±1%의 항온항습실에서 매시간 측정하였다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 굳지않은 콘크리트

섬유의 혼입은 굳지않은 콘크리트의 유동성에 저해요인이 되고 있다. 섬유는 수분을 흡수하거나 페이스트 응결에 관여하지 않으나, 물리적으로 용적을 차지하고 있어 혼입량이 증가할 경우 슬럼프(플로우)가 소폭 하락하는 경향을 나타냈다.

3.2 압축강도 특성

섬유 혼입 유·무에 따른 압축강도 특성을 확인한 결과, 재령초기에서는 섬유 혼입에 따른 강도발현이 크게 나타나지 않았으나, 이후 장기재령(재령 28일)에서는 섬유 혼입에 따라 약 10%이상의 강도증진이 나타나고 있다. 이는 섬유의 인성이 100MPa 이상의 영역에서 전단강도에 소폭 영향이 있는 것으로 판단된다.

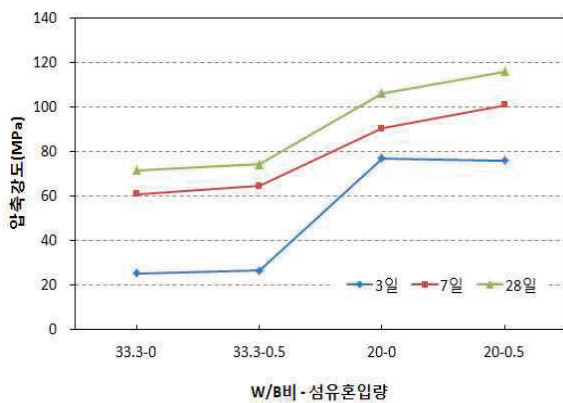


그림 1. 재령별 압축강도

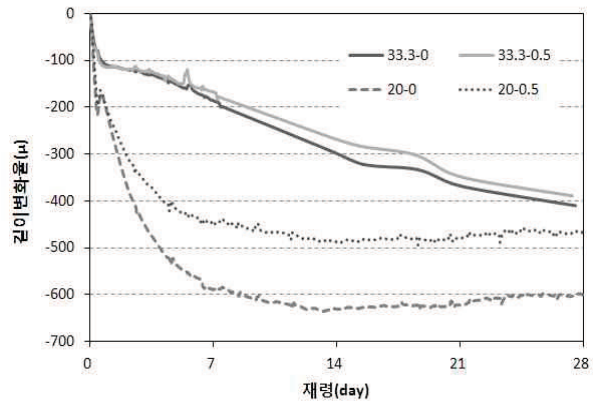


그림 2. 재령별 자기수축 길이변화율

3.3 자기수축 특성

그림 2에 재령 28일간 W/B별 섬유의 혼입유무에 따른 자기수축길이변화율을 비교하여 나타난 결과, W/B에 따른 높은 단위시멘트량은 재령 초기 높은 수화반응량을 나타내며 수축량이 크게 나타나고 있다. 거의 대부분의 수축량은 재령 7일 이전에 모두 발현되고 있으며, 이는 수분증발의 영향과는 별개로 수화반응으로 인한 체적량 감소에 기인한 것으로 판단된다. 특히 W/B 20%의 경우 섬유 무혼입의 배합에서 재령 28일 길이변화율이 6.0×10^{-4} 을 나타내고 있으며, 섬유 혼입의 경우 그보다 약 28%의 수축저감을 나타내어 섬유의 인성 증가가 콘크리트 수축저감에 일부 영향이 있는 것으로 나타났다. 다만 재령초기의 자기수축량이 적은 W/B 33.3%의 경우 수축저감의 효과가 거의 나타나지 않았으며, 이는 섬유가 콘크리트의 급격한 길이변화에 관여하며, 장기적으로 미세한 건조수축을 포함한 변화율에는 크게 관여하지 않은 것으로 판단된다.

4. 결 론

- 1) 고강도콘크리트 인성증가의 목적으로 혼입된 섬유는 압축강도 증진에 일부 영향이 있는 것으로 나타났으며, 이는 콘크리트 취성파괴 시 전단응력 증가와 연관되는 것으로 판단된다.
- 2) 섬유 혼입으로 인한 콘크리트 인성증가는 콘크리트 내부의 수축저감에도 영향이 있는 것으로 나타났으나, 장기적으로 축적되는 소량의 자기수축 및 일부 건조로 인한 미세수축에는 큰 영향이 없는 것으로 판단된다.

Acknowledgement

이 논문은 2012년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국 연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2012046720)

참 고 문 헌

1. 三井健郎, 設計基準強度150~200N/mm²超高強度纖維補強コンクリートの開発と実建物への適用, 日本建築学会技術報告集 第16巻 第32号, 2010