

섬유를 혼입한 초고성능콘크리트용 프리믹스결합재의 유동성 및 강도 특성

Flowability and Strength Properties on Ultra High Performance Concrete Pre-mixed Binders with Fiber

구 경 모* Koo, Kyung-Mo 황 인 성** Hwang, In-Sung 권 오 봉*** Kwon, O-Bong

Abstract

In this study, flowability and strength on ultra high performance concrete(UHPC) pre-mixed binders with fiber was investigated. The flow of UHPC with pre-mixed binders was higher than that of separate mixing conditions. The UHPC using PVA fiber with high specific surface area showed a low flow compared to steel fiber. An pre-mixing method led to improved strength of UHPC and low deviation of specimens due to dispersion effect of each materials.

키 워 드 : 초고성능콘크리트, 프리믹스결합재, 섬유, 강도, 유동성, 분산성
 Keywords : ultra high performance concrete, pre-mixed binders, fiber, strength, flowability, dispersibility

1. 서 론

초고성능콘크리트(Ultra-High-Performance Concrete, 이하 UHPC)는 선형적인 압축-변형특성을 나타내어 높은 취성적 거동을 보이며, 이에 대부분 섬유를 혼입하여 균열가교효과와 파괴에 필요한 에너지를 효과적으로 증가시키도록 배합을 설계한다¹⁾. 또한, UHPC에 사용되는 결합재는 분체의 종류가 많고 실리카폼과 같은 미세입자가 혼입되기 때문에 프리믹스하여 사용하는 것이 품질 및 생산 효율성 확보에 유리하다고 보고되고 있으나, 섬유 혼입에 따른 프리믹스 효율성에 대한 연구는 미흡한 실정이다.

본 연구에서는 강섬유 및 PVA섬유가 각각 혼입된 UHPC용 프리믹스결합재의 유동성, 압축강도 및 휨강도를 재료의 개별혼입조건과 비교하여 특성을 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

섬유가 혼입된 UHPC용 결합재의 프리믹스 유무에 따른 물리적 특성 검토를 위한 실험계획은 표 1과 같다. 본 연구에서는 동일한 길이(12mm)의 강섬유 및 PVA섬유에 대해 프리믹스 유무에 따른 슬럼프플로, 휨강도 및 압축강도를 평가하였고, PVA섬유의 경우 1.0 및 1.5 Vol.% 수준으로 설정하여 혼입률에 따른 물성을 검토하였다.

또한, UHPC의 W/B는 18%로 선정하였으며, 섬유의 종류별 물리적 성질은 표 2와 같다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 유동성

프리믹스 결합재의 UHPC가 개별투입조건과 비교하여 유동화 시간(비빔 직후 유동성이 확보되기까지의 시간)이 감소하고 플로

표 1. 실험계획

항목	W/B (%)	섬유종류 및 혼입률(Vol.%)		프리믹스 유무	평가항목
내용	18	무혼입 강섬유 PVA섬유	- 1.5% 1.0% 1.5%	• 프리믹스 (P) • 개별투입 (N)	• 플로(mm) • 강도(재령 7일) 1) 휨강도(MPa) 2) 압축강도(MPa)

표 2. 강섬유 및 PVA 섬유의 물리적 성질

섬유 종류	물리적 성질			
	비중	길이 (mm)	직경 (μm)	인장강도 (MPa)
강섬유	7.85	12	0.200	2,900
PVA섬유	1.30	12	0.015	1,200

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

가 다소 증가하는 등 비빔의 효율이 향상되는 것을 확인할 수 있었다. 또한 섬유 혼입에 의해 플로가 감소하고, 섬유의 종류에 따라서는 강섬유보다 PVA섬유의 유동성 저하가 크게 나타났다. 이는 PVA섬유가 강섬유에 비해 비표면적이 증가하기 때문으로 사료된다.

3.2 강도특성

PVA섬유를 혼입하는 경우 섬유 무혼입조건과 비교하여 압축강도가 약 10% 감소하는 경향을 나타내었고, 이는 섬유혼입에 따른 매트릭스의 밀실도 저하에 기인한 것으로 사료된다. 그러나 강섬유가 혼입되는 경우 강섬유 자체의 강성에 기인하는 보강효과에 의해 압축강도가 증가하였다. 프리믹스 결합재조건이 개별투입조건보다 약 5% 높은 압축강도를 발현하였다.

섬유와 함께 프리믹스된 결합재는 재료의 개별투입조건에 비해 휨강도가 약 20~25% 상승하고, 시험체별 편차도 낮게 나타나 프리믹스 방식에 따른 재료의 분산효과를 확인할 수 있었다. 한편, UHPC는 매트릭스 구조가 매우 치밀하여 휨인장성능 확보에 있어 일정성능 이상의 인장강도 및 인발에너지를 갖는 섬유를 적용해야하며²⁾, 이에 본 연구에서도 PVA섬유보다 인장강도가 우수한 강섬유의 혼입이 효과적인 것으로 나타났다.

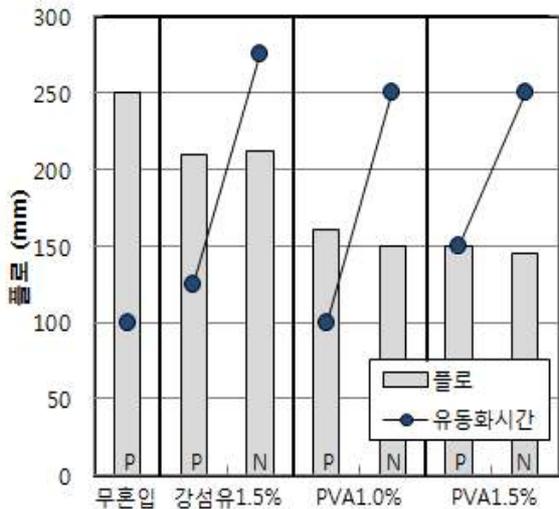


그림 1. 섬유혼입 및 프리믹스 유무에 따른 유동화시간 및 플로

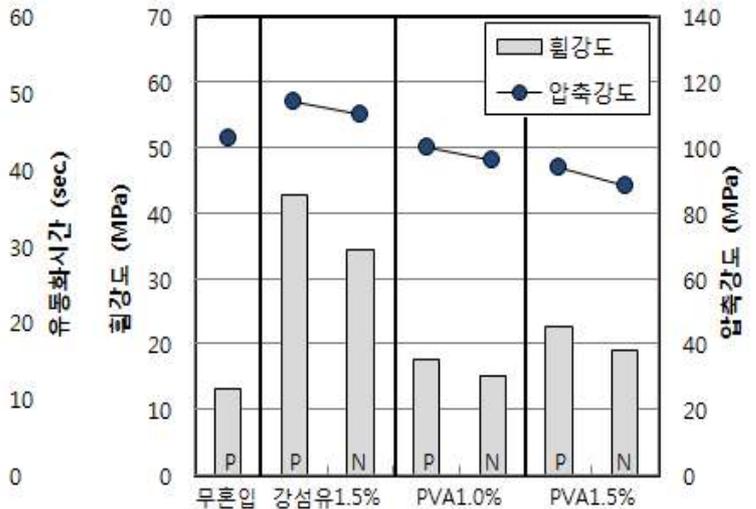


그림 2. 섬유혼입 및 프리믹스 유무에 따른 압축강도 및 휨강도

4. 결 론

섬유를 혼입한 UHPC용 프리믹스 결합재가 유동성 및 강도특성에 있어 재료의 개별 투입조건에 비해 우수한 성능을 나타내었으며, 향후 실용화를 위해서는 운송상 결합재의 재료분리억제 및 섬유를 고려한 프리믹스 전용설비시스템 등에 대한 체계적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

감사의 글

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

참 고 문 헌

- Habel K, Viviani M, Denarié E, Brühwiler E, Development of the mechanical properties of an ultra-high performance fiber reinforced concrete(UHPFRC), Cem Concr Res, Vol.36, No.7, pp.1362~1370, 2006
- Graybeal BA, "Flexural behavior of an ultra high performance concrete I-girder", J Bridge Eng, Vol.13, No.6, pp.602~ 610, 2008