

결합재 종류 및 시멘트 분말도 변화에 따른 콘크리트의 강도 특성

Compressive Strength Properties of Concrete According to Binder Types and Cement Fineness

박도영*

박남용**

김동우***

신현섭****

양현수*****

김남호*****

Park, Do-Young

Park, Nam-Yong

Kim, Dong-Woo

Shin, Hyun-Sup

Yang, Hyun-Soo

Kim, Nam-Ho

Abstract

This study is to analyze the properties of concrete according to the types of binders and cement powder and to utilize them as fundamental data for the development of early strength concrete. In the case of fluidity, all of the formulations satisfied the $180\pm 25\text{mm}$, and the flowability of HSF was decreased by high fineness cement. For the air content, $4.5\pm 1.5\%$ of the total content was satisfied. Compressive strength of HSF was found to satisfy the 5MPa in 2days of aging. In case of 28 days of aging, the strength of HSF was more than 24MPa.

키 워 드 : 분말도, 콘크리트

Keywords : Fineness, Concrete

1. 서 론

최근 건설 산업은 이상기온에 의한 공사불능일 증가 등의 이유로 공기 단축을 위한 기술 개발에 관심이 높아지고 있으며, 건설사 입장에서도 공기단축은 프로젝트 수주 및 시공 단계에 있어서 성패를 좌우하는 중요한 인자중 하나이다. 한편, 건설공사에서 콘크리트 공사의 경우 타설 후 거푸집 제거시기를 결정하는 압축강도의 조기 확보가 공기단축에 매우 중요한 요소이다. 이와 같이 콘크리트의 조기강도 확보를 위해 배합측면에서 물결합재비를 낮추거나, 단위시멘트량 증가 또는 3종조강시멘트 사용, 촉진형 감수제 적용 등이 검토되고 있으나, 품질확보, 콘크리트 제조 및 경제성 등의 이유로 현장 적용에 한계가 있는 실정이다. 따라서, 본 연구에서는 시멘트 분말도를 상향시키고 실무에서 사용되는 배합을 토대로, 결합재 종류 및 시멘트 분말도 변화에 따른 콘크리트의 기초적 특성을 분석하여, 조강콘크리트 개발의 기초자료로 활용하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다.

먼저, 실험요인으로 W/B는 50% 1수준에 대하여 목표 슬럼프 $180\pm 25\text{mm}$ 를 만족하도록 배합설계 하였고, 결합재 치환율은 보통 포트랜드시멘트(이하 OPC) 100%와 실무에서 보편적으로 사용중인 고로슬래그미분말(이하 SP)과 플라이애시(이하 FA)를 이용하여 3성분계 배합을 선정하였다. 이때 조강성능확보를 위해 OPC의 분말도를 높은 HFC를 동일한 비율의 3성분계 배합으로 계획하여 총 3배치를 실험계획하였다. 실험사항으로는 굳지않은 콘크리트에서는 슬럼프, 공기량, 경화 콘크리트에서는 초기재령에 대한 압축강도를 측정하는 것으로 계획하였다. 본 연구의 사용재료는 시장에서 유통되는 일반적인 것을 사용하였고, 실험방법은 KS에 의거하여 진행하였다.

표 1. 실험 계획

구분	실험요인	실험수준	
배합 사항	W/B(%)	1	50
	목표 슬럼프(mm)		180 ± 25
	결합재(%)	3	· OPC 100 · OPC 70+SP15+FA 15 · HFC 70+SP15+FA 15
실험 사항	굳지않은 콘크리트	2	· 슬럼프 · 공기량
	경화 콘크리트	1	· 압축강도 (1, 2, 3일)

* ㈜효성 건설PU, 토건기술팀, 부장, 교신저자(sangyoon850@hyosung.com)

** ㈜효성 건설PU, 토건기술팀, 상무

*** ㈜효성 건설PU, PU장

**** 한라시멘트㈜ 특수영업지사, 소장

***** 한라시멘트㈜ 기술지원팀, 과장

***** 한라시멘트㈜ 마케팅팀, 부장



그림 1. 결합재 종류에 따른 슬럼프

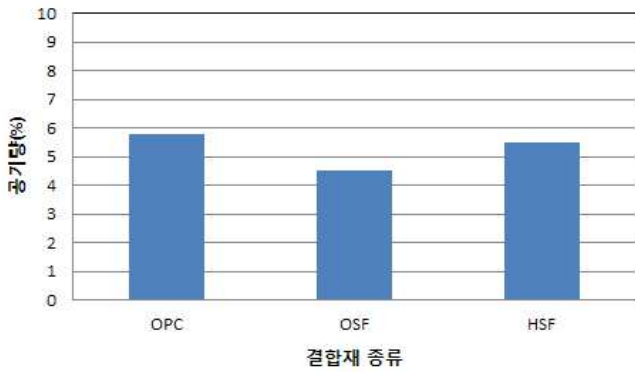


그림 2. 결합재 종류에 따른 공기량

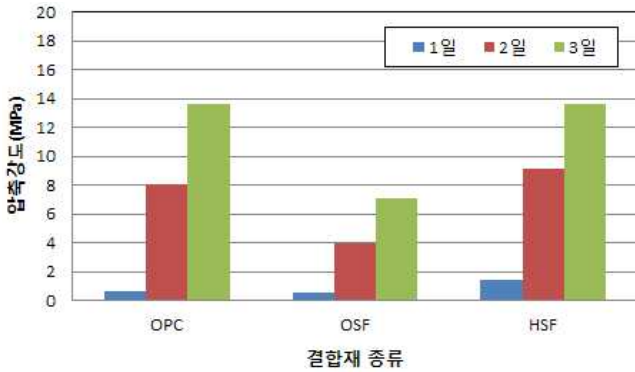


그림 3. 결합재 종류에 따른 압축강도

3. 실험결과 및 분석

그림 1은 결합재 종류에 따른 굳지않은 콘크리트의 슬럼프를 나타낸 그래프이다.

먼저, 모든 배합에서 목표치인 $180 \pm 25\text{mm}$ 를 만족시키는 것으로 나타났으며, SP 및 FA가 치환된 OSF의 경우 Plain 대비 슬럼프가 커지는 경향을 나타냈다. 이는 별도의 혼화재가 치환되지 않은 OPC와 달리 OSF의 경우 FA에 의한 볼베어링 작용 및 SP에 의한 점성 증대로 유동성이 개선된 것으로 사료된다. 한편, HSF의 경우 OSF와 동일한 비율로 SP와 FA를 사용했으나 유동성은 감소하는 것으로 나타났는데, 이는 높은 시멘트 분말도의 영향에 기인된 것으로 판단된다.

그림 2는 결합재 종류에 따른 공기량을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 모든 배합에서 유사한 공기량을 나타냈으며, $4.5 \pm 1.5\%$ 를 만족하였다. 한편, Plain 대비 OSF 및 HSF 배합의 경우 공기량이 다소 낮게 나타났는데, 이는 FA에 의한 흡착작용에 의해 공기량이 낮게 나타난 것으로 판단된다.

그림 3은 결합재 종류에 따른 초기재령별 압축강도를 나타낸 그래프이다.

압축강도의 경우 초기재령과 28일 강도를 측정하였으며, 본 논문에는 초기 재령인 1, 2, 3일에 대한 강도만 명시하였다. 이는 조강콘크리트의 경우 거푸집 탈형을 위해 초기강도 발현율이 매우 중요한데, 수직부재의 경우 5MPa 이상, 수평 부재의 경우 설계기준강도 이상 또는 최소 14MPa 이상을 만족하여야 한다.

먼저, OPC의 경우 재령 1, 2, 3일에서 각각 0.6MPa, 8.1MPa, 13.6MPa를 나타냈으며, OSF의 경우 재령 3일에 7.1MPa를 나타냈다. 즉, 두 배합 모두 수직거푸집 탈형 강도 기준인 5MPa 발현을 위해서는 3일 이상의 시간이 필요한 것으로 나타났다. 반면, 시멘트 분말도를 향상 시킨 HSF의 경우 재령 1, 2, 3일에서 각각 1.4MPa, 9.1MPa, 13.6MPa의 강도값을 나타내며 재령 2일만에 목표치인 5MPa를 만족시키는 것으로 나타났다. 이는 HSF의 경우 높은 OPC 분말도로 인해 수화반응이 촉진됨에 따라 초기강도 발현 속도가 빨라진 것으로 판단되며, 향후 현장 적용시 재령 1~2일 내에 수직 거푸집 탈형이 가능할 것으로 사료된다. 한편 재령 28일의 경우 모든 배합에서 24MPa 이상을 상회하는 강도값을 나타냈다.

4. 결 론

본 연구에서는 결합재 종류 및 시멘트 분말도 변화에 따른 콘크리트의 기초적 특성을 분석하였다. 그 결과 시멘트 분말도가 높아 질수록 혼화재 치환율에 관계없이 유동성은 감소하였으며 초기 압축강도는 50% 이상 향상 되는 것으로 나타났다.