

굵은 골재 및 잔골재 변화가 초고강도 콘크리트의 유동특성에 미치는 영향

Effect of the Combination of Coarse Aggregate and Fine Aggregate on the Flowability of Ultra High Strength Concrete¹⁾

이 홍 규* 이 순 재* 김 상 섭* 박 용 준* 한 민 철** 한 천 구***
Lee, Hong-Kyu Lee, Sun-Jae Kim, Sang-Sup Park, Young-Jun Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

As this study is the one related to the ultra high strength concrete essentially used for high rise buildings, it has analyzed on the flowability of ultra high strength concrete according to the variation of coarse aggregate and fine aggregate. The coarse aggregate was planned as two types including Granite Aggregate (GA) and crushed coarse Limestone Aggregate (LA) while fine aggregate was planned as four types including Sea Sand (SS), Limestone Crushed Fine Aggregates (LFA), Electric Arc Furnace Oxidizing Slag Aggregates (EFA) and Crushed Sand (CS) to perform experiment with a total of eight variables. As a result of analyzing slump flow, 500mm concentration time, U-Box and L-Flow, etc. among the characteristics of fresh concrete, a mix using LA+LFA is determined to show high flowability in case of applying ultra high strength concrete.

키 워 드 : 초고강도 콘크리트, 유동성, 골재
Keywords : Ultra High Strength Concrete, Flowability, aggregate

1. 서 론

초고강도 콘크리트는 높은 강도발현으로 인해 공간 활용성의 증가, 고정하중 감소 등의 장점이 있어, 고층화, 대형화 구조물에 필수적으로 사용되고 있으며, 치밀한 조직구조로 내구성 증가, 건설유지관리비용절감 등의 효과를 기대할 수 있다. 하지만 초고강도 콘크리트 제조 시 결합제인 실리카폼, 고품질 골재 및 고성능 감수제 등 고가의 재료를 다량 사용함에 따라 경제성에 문제점이 제기됨에 따라 보다 경제적인 제조 방법에 관한 방안 모색이 시급한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 초고강도 콘크리트 제조 시 경제적인 배합설계 방안을 구축하기 위한 일련의 연구로서 골재의 영향을 고찰하기 위하여 굵은 골재 및 잔골재 종류 변화가 초고강도 콘크리트의 유동특성에 미치는 영향에 대하여 실험적으로 고찰하고자 한다.

2. 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. W/B 20%의 강도 수준에 실험 변수로서 골재 중 굵은 골재는 화강암(이하 GA)과 석회암 부순 골재(이하 LA)를 사용하였고, 잔골재는 석회암 부순 잔골재(이하 LFA), 세척사(이하 SS), 전기로 산화 슬래그 골재(이하 EFA), 부순 모래(이하 CS) 4수준을 계획하였다.

실험사항으로 굳지 않은 콘크리트에서는 슬럼프, 슬럼프 플로 및 500mm 도달시간, U-Box 충전시험, L 플로를 측정하는 것으로 계획하였다. 또한, 실험 방법은 모두 KS규격에 의거하여 진행하였다.

3. 실험 결과

그림 1 및 그림 2는 굵은골재 및 잔골재 종류변화에 따른 슬럼프 및 슬럼프플로를 나타낸 것이다. 전반적으로 굵은 골재변수 중 LA 사용

표 1. 실험 계획

실험요인		실험수준		
배 합 사 항	W/B (%)	20		
	목표 슬럼프 플로(mm)	650±50		
	목표 공기량 (%)	2.0±1.0		
	결합제 (%)	OPC:FA:SF=7:2:1		
	골재	굵은 골재	<ul style="list-style-type: none"> • 화강암 골재 • 석회암 골재 	
		잔골재	<ul style="list-style-type: none"> • 석회암 부순 잔골재 (LFA) • 세척사 (SS) • 전기로 산화 슬래그 골재 (EFA) • 화강암 부순 잔골재 (CS) 	
실험 사항	굳지 않은 콘크리트	4	슬럼프 및 슬럼프 플로 500mm 도달시간 U-Box 충전시험 L 플로	

* 청주대학교 건축공학과 석사과정

** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사 교신저자(twhan@cju.ac.kr)

*** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

배합이 GA 사용 배합보다 높은 슬럼프 및 슬럼프플로를 나타내었으며, 잔골재 조합을 고려한 경우 LA+LFA 사용 배합이 동일 배합조건에서 여타의 골재 조합에 비해 가장 높은 값을 나타냈다. 이는 LA가 GA보다 입자모양이 구형이며, 매끄러운 표면에 의해 유동성이 증가하였고 또한 잔골재로서 LFA의 경우도 높은 입형판정실적률과 양호한 입도분포에 기인하여 여타 조합보다 높아진 것으로 판단된다.

그림 3은 굵은 골재 및 잔골재 조합에 따른 500mm 도달시간을 나타낸 것이다. 전반적으로 LA+LFA, LA+SS, LA+EFA 사용 배합이 약 6~10초로 나타났으며, 특히 EFA 사용 배합의 경우 비교적 높은 500mm 도달시간을 나타내었는데, 이는 다량의 미립자로 인한 점성증가로 판단된다. 또한 굵은 골재로서 GA를 사용한 경우 잔골재 종류에 관계없이 500mm 도달시간을 측정할 수 없는 것으로 나타났는데, 이는 슬럼프 플로가 500mm 이하로 나타나 발생한 결과로 결국 GA를 사용할 경우 유동성 증가를 위해 고가의 고성능 감수제 사용량을 증가시켜주어야 할 것으로 판단된다.

그림 4 및 5는 잔골재 종류에 따른 L플로와 L플로 300mm 도달시간을 나타낸 것이다. 먼저 L플로의 경우 슬럼프 플로와 유사한 경향을 나타내었으며, LA+EFA 사용 배합이 가장 높은 L 플로를 나타내었다. 이는 EFA 사용배합의 점성증가로 인해 높은 일방향 변형률이 측정된 것으로 판단된다.

그림 6은 잔골재 종류에 따른 U-Box 충전높이치를 나타낸 것이다. 전반적으로 LA 사용 배합이 GA 사용 배합보다 양호한 U-Box 충전 성능을 나타내었으며, LA+LFA 배합과 LA+SS 배합이 가장 높은 U-Box 충전 성능을 나타내었다.

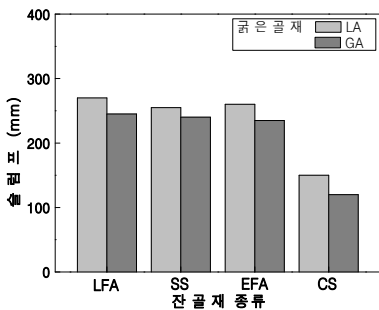


그림 1. 잔골재 종류에 따른 슬럼프

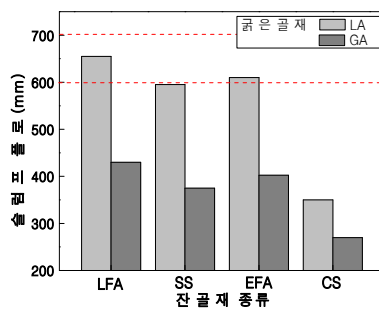


그림 2. 잔골재 종류에 따른 슬럼프 플로

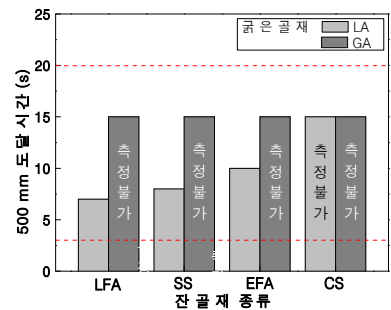


그림 3. 잔골재 종류에 따른 500mm 도달시간

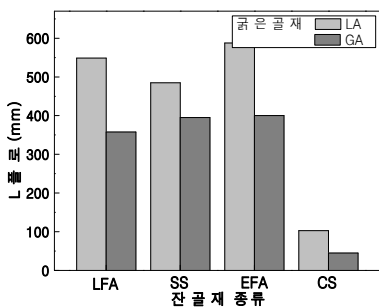


그림 4. 잔골재 종류에 따른 L 플로

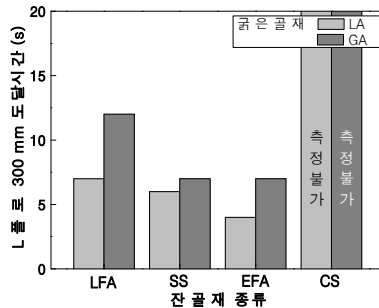


그림 5. 잔골재 종류에 따른 L 플로 300mm 도달 시간

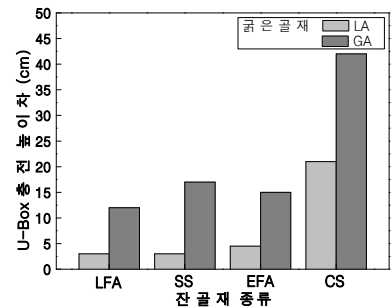


그림 6. 잔골재 종류에 따른 U-Box 충전 높이차

4. 결론

본 연구에서는 굵은 골재 및 잔골재 조합변화에 따른 초고강도 콘크리트의 유동특성을 분석하였는데, 그 결과는 다음과 같이 요약될 수 있다. 먼저, 슬럼프 및 슬럼프 플로의 경우 전반적으로 굵은 골재로서 LA를 사용한 경우가 GA 사용 배합보다 높은 슬럼프와 슬럼프 플로를 나타내었으며, 잔골재로서 LFA 및 EFA를 사용한 경우 높은 유동성을 갖는 것으로 나타났다. 따라서 LA 및 LFA를 조합함에 따라 목표 유동성 달성을 위한 고가의 고성능 감수제 사용량을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 또한, 점성과 연관된 L 플로 및 U-Box 충전시험의 경우 LA 사용 배합이 GA 사용 배합보다 높은 L 플로와 충전 성능을 나타내었으며, LA+LFA 배합과 LA+SS 배합이 가장 높은 U-Box 충전 성능을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원 건설기술연구사업의 연구비지원(13건설연구A02)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

- 100MPa급 이상의 초고강도 콘크리트의 특성에 관한 연구-유동성 및 reology 특성, 서일, 이진우, 박희곤, 배연기, 조성현, 이한승, 한국콘크리트학회 논문집, pp.317~320, 2008.11