굵은골재의 입도분포에 따른 콘크리트의 기초적 특성

Effect of Grading of Coarse Aggregate on the Fundamental Properties of Concrete

강 병 회* 자 오 양** 조 만 기*** 한 민 철**** 한 천 구*****
Kang, Byung-Hoi Zhao, Yang Jo, Man-Ki Han, Min-Cheol Han, Cheon-Goo

Abstract

This study investigates the effect of a grading of aggregate on the properties of concrete. It is a common sense in Korea that the production of coarse aggregate in ready mixed concrete industry excludes particular aggregate size ranged from 5 mm to 13 mm for saving the production cost. This causes a gap grading of the aggregate for concrete, which can lead to the increase of unit water, the development of drying shrinkage-induced crack and the reduction of compressive strength. In this study, conventional aggregate obtained from a ready mixed concrete factory and the aggregate with a modified grading produced in lab. condition were prepared. Results showed that a good grading of aggregate (i.e., the ratio of 5~13 mm and 13~25 mm is 6 to 4) produced in the lab. condition significantly improved the slump and the compressive strength of the concrete.

키 워 드 : 레디믹스 콘크리트, 연속입도분포, 유동성, 압축강도
Keywords : ready-mixd concrete, continuous grading, slump, compressive strength

1. 서 론

레미콘 업계의 콘크리트는 대부분 경제성 차원에서 5~13 mm 크기의 입자가 배제된 13~25 mm 의 골재만을 사용하고 있다. 이에 따라 콘크리트는 잔 · 굵은 골재의 입도 부분에서 갭그레이딩이 발생되고 이를 잔골재가 대체함에 따라 유동성 확보를 위한 단위수량 증가 및 건조수축 균열발생, 강도저하 등의 문제를 야기하고 있다. 따라서, 본 연구에서 선행연구에서 얻은 결과로써 굵은 골재 5~13 mm 골재를 치환충전함으로써 연속입도분포의 굵은 골재를 활용한 콘크리트의 효율성을 제안하고자 하였다.

2. 실험 계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 즉, W/C는 60% 1수준에 대하여 목표 슬럼프는 180±25 mm , 목표 공기량은 4.5±1.5 % 로 계획하였다. 실험변수로 레미콘과의 비교분석을 하기위한 실제출하 레미콘 13~25 mm : 5~13 mm = 10:0의 배합 1수준과 13~25 mm 골재와 5~13 mm 골재를 사용하여 불연속 굵은골재를 연속입도화 하기위한 방안의 혼합비율로 6:4와10:0의 2 수준으로 하여 총 3수준으로 계획하였다. 그림 1은 굵은골재의 입도곡선을 나타낸 것이다. 실험사항으로는 굳지 않은 콘크리트는 슬럼프, 공기량, 단위용적질량을 측정하는 것으로 하고, 경화 콘크리트는 압축강도, 단위용적질량을 측정하는 것으로 하였다. 실험방법은 모두 KS에 의거하여 표준적인 방법으로 실시하였다.

표 1. 실험계획

실험요인			실험수준
배합사항	W/C (%)	1	60
	목표 슬럼프 (mm)		180±25
	목표 공기량 (%)		4.5±1.5
	골재입도분포[1]	3	· 레미콘 (10:0) · 최적입도 사용 콘코리트 (6:4) · 실험실 조건의 레미콘 입도 (10:0)
실험사항	굳지 않은 콘크리트	3	· 슬럼프 · 공기량 · 단위용적질량
	경화 콘크리트	1	· 압축강도(1, 3, 7, 28일)

1) 13~25 mm 골재와 5~13 mm 골재의 혼합비율

* 청주대학교 건축공학과 석사과정
** 청주대학교 건축공학과 석사과정
*** 청주대학교 건축공학과 석사과정
**** 청주대학교 건축공학과 부교수, 공학박사
***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

3. 실험 결과 및 분석

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

그림 2은 13~25 mm에 대한 5~13 mm 골재 치환율 변화에 따른 슬럼프 나타낸 것이다. 레미콘 배합의 경우, 기성품의 제품으로 목표슬럼프를 만족하는 것으로 나타났으며, 실험실 조건의 10:0 배합의 경우 목표슬럼프보다 낮은 유동성을 나타내었다. 반면에 6:4의 배합의 경우 목표슬럼프를 만족하며, 10:0 배합의 비해 약 45% 정도의 유동성이 증가하는 경향을 나타내었는데, 이는 5~13 mm 의 골재를 13~25 mm 골재에 치환충전함으로써 콘크리트의 최밀충전 및 골재간의 유동성 증가에 기안한 것으로 사료된다. 그림 3와 4은 골재입도분포에 따른 공기량 및 단위용적 질량을 나타낸 것이다. 모든 배합은 목표공기량의 범위를 만족하였으며, 실험실 조건의 6:4 배합의 경우 10:0에 비해 높은 공기량을 나타내었는데, 이는 슬럼프 증가에 따른 공기량 향상에 기안한 것으로 판단된다. 또한 단위용적질량의 경우 모두 유사한 단위용적질량을 나타내었는데, 공기량 영향에 의해 10:0 배합이 가장 높은 단위용적질량을 나타내었다.

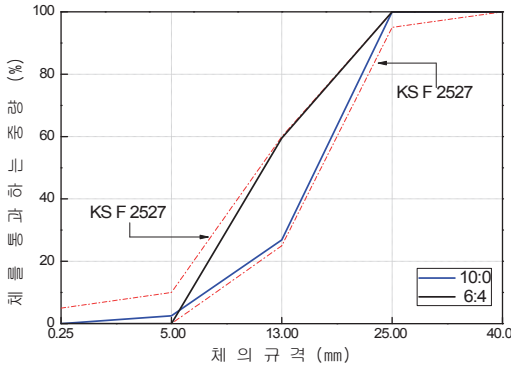

그림 1. 굵은골재 연속입도 곡선

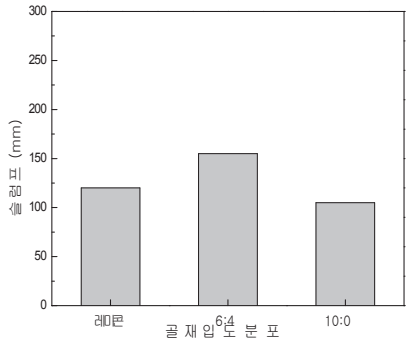

그림 2. 골재입도분포에 따른 슬럼프

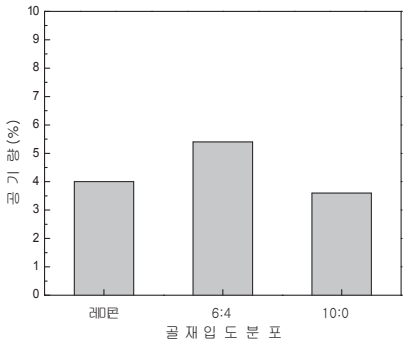

그림 3. 골재입도분포에 따른 공기량

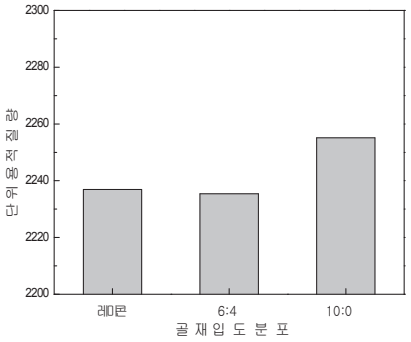

그림 4. 골재입도분포에 따른 단위용적질량

3.2 경화 콘크리트의 특성

그림5는 골재입도분포별 재령경과에 따른 압축강도를 나타낸 것이다. 먼저 재령 3일,7일에 경우 레미콘 배합이 실험실 조건의 6:4 및 10:0에 비해 낮은 압축강도 발현율을 나타내었으며, 재령 28일에서 6:4의 배합의 경우 높은 유동성과 5.5% 이상의 높은 공기량을 확보함에 따라 강도저하가 예상되었음에도 불구하고 레미콘 및 다른 배합에 비해 높은 압축강도 발현율을 나타내었다, 이상과 같이 일반적인 결과와 다르게 나타난 이유는 5~13 mm 골재가 13~25 mm 골재에 치환충전됨에 따라 골재간의 갭그레이딩을 억제하여 압축강도 발현율이 높아진 것으로 분석된다.

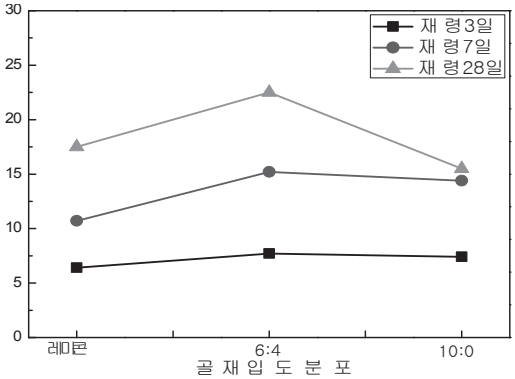

그림 5. 재령경과에 따른 압축강도

4. 결 론

본 연구는 굵은골재 연속입도분포에 따른 보통콘크리트와 레미콘의 비교분석에 관한 것으로서, 결과를 요약하면 다음과 같다.

1) 슬럼프와 공기량에서 5~13 mm 골재를 13~25 mm 골재에 치환충전함으로써 콘크리트의 최밀충전 및 골재간의 유동성의 증가에 따라 슬럼프를 만족하였다. 이로 인해 공기량 향상에 영향을 준 것으로 판단된다.

2) 경화 콘크리트의 압축강도에서 레미콘 배합보다 최적입도를 사용한 콘크리트의 6:4 배합에서 더 좋은 결과를 나타내었다. 따라서 유동성 측면과 단위용적질량 및 강도 면에서 종합적으로 분석하였을 때, 콘크리트에 6:4의 비율이 가장 효율적인 것으로 밝혀졌다.