

순환 굵은골재의 수분공급에 의한 고강도 콘크리트의 자기수축 저감

Reduction of Autogenous Shrinkage of High-strength Concrete Based on Moisture Supply of Recycled Coarse Aggregate

김 한 식*
Kim, Han-Sic

이 영 도**
Lee, Young-Do

Abstract

This study aims to achieve an enhancement in the quality of high strength concrete through a reduction in autogenous shrinkage by supplying the moisture needed for hydration through recycled aggregates that retain high amounts of moisture. The result showed that, moisture supply increased with the higher replacement rate, autogenous shrinkage dropped by up to 45 percent.

키 워 드 : 순환 굵은골재, 고강도 콘크리트, 자기수축
Keywords : high fineness cement, fly-ash, strength development

1. 서 론

1.1 연구의 목적

물-시멘트비가 낮은 고강도 콘크리트는 수화반응에 많은 수분을 필요로 하며, 배합에 사용되는 물이 적기 때문에 자기수축이 발생되고, 그에 따라 품질 저하를 가져올 수 있다. 순환 굵은골재는 기존의 굵은골재 표면에 모르타르가 부착되어 있는 형태로 존재하며, 부착 모르타르에 의해 흡수율이 높고 강도가 낮다. 따라서 이 연구에서는 흡수율이 높아서 내부에 수분을 많이 저장할 수 있는 순환 굵은골재의 치환율을 변수로 설정하고, 내부로부터의 수분공급을 통한 자기수축 저감과 압축강도 특성을 확인하였다.

2. 실험개요

2.1 사용재료 및 배합

시멘트는 일반적으로 가장 많이 사용되고 있는 1종 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 물-시멘트비를 0.35로 설정하였다. 그리고 잔골재율(s/a)을 0.43으로 고정하고 순환 굵은골재의 치환율은 용적비로 하였으며, 천연 굵은골재와 순환 굵은골재의 밀도를 각각 곱하여 질량을 계산하였다. 배합에 사용한 골재의 물리적 특성은 표 1에, 콘크리트 배합표는 표 2에 나타내었다.

2.2 실험 방법

압축강도 실험체는 직경 100mm 높이 200mm의 원주형 형틀을 사용하였으며, 길이변화 측정 실험체는 KS F 2424에 따라 100×100×400mm의 각형 형틀을 사용하여 제작하였다. 압축강도 측정용 실험체는 재령마다 3개씩 제작하였

표 1. 골재의 물리적 특성

골재 종류	최대치수 (mm)	표견밀도 (kg/m ³)	절건밀도 (kg/m ³)	흡수율 (%)
천연 잔골재 (NFA)	5	2,614	2,597	0.68
천연 굵은골재 (NCA)	25	2,641	2,608	1.28
순환 굵은골재 (RCA)	25	2,398	2,271	5.61

표 2. 콘크리트 배합표

순환 굵은골재 치환율	w/c	s/a	단위 중량 (kg/m ³)			혼화제 (c×%)		
			w	c	NFA		NCA	NCA
0%	0.35	0.43	165	472	752	1009	0	0.6
5%			165	472	752	958	46	
10%			165	472	752	908	92	
20%			165	472	752	807	176	
30%			165	472	752	706	265	
40%			165	472	752	605	353	

[note] w/c : 물-시멘트비, s/a : 잔골재율, w : 단위수량, c : 단위시멘트량

* 삼성물산(주) 건설부문 층간소음연구소 책임, 공학박사
** 경동대학교 건축공학과 교수, 교신저자(lyd@kduniv.ac.kr)

으며, 길이변화 측정 실험체는 중심부에 각각 매립형 스트레인 게이지를 설치하였다.

3. 실험결과

3.1 길이변화 특성

순환 굵은골재를 치환한 실험체의 길이변화를 그림1에 나타내었다. 순환굵은골재를 사용한 경우에는 치환율이 높아짐에 따라 초기 시점 이후에 지속적으로 수축이 저감되는 결과를 나타내었다. 이것은 순환 굵은골재의 입자 크기가 커서 수분 저장창고가 크기 때문에 내부에 포함하고 있는 수분이 많아서 초기 시점 이후에도 지속적으로 공극에서 빠져나간 수분을 공급해준 것으로 판단된다. 14 일이 경과한 시점에서 순환 굵은골재를 40 퍼센트 치환한 배합이 천연 굵은골재만 사용한 배합에 비해 55 퍼센트의 수축이 발생되었다.

3.2 압축강도 특성

순환 굵은골재를 치환한 실험체의 압축강도를 그림2에 나타내었다. 순환 굵은골재를 사용한 배합은 5 퍼센트 치환에서 가장 높은 강도에서 값을 나타내었고, 5 퍼센트를 초과함에 따라 10 퍼센트까지는 천연골재를 사용한 배합보다 높게 측정되었다. 그리고 20 퍼센트를 초과하면서 치환율이 높아짐에 따라 강도가 저하되는 결과를 나타내었다. 입자가 큰 굵은골재의 경우 부착된 모르타르의 양이 많아 골재가 약하기 때문에 콘크리트에 악영향을 미친 것으로 판단된다.

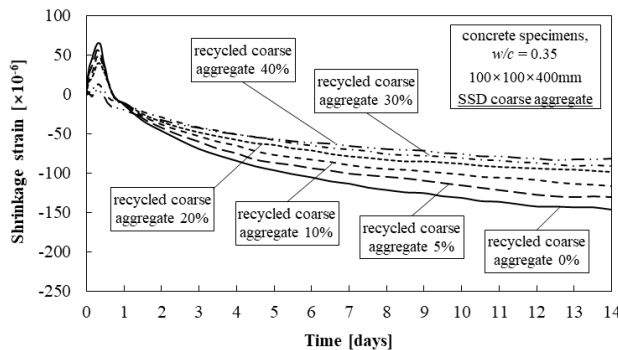


그림 1. 순환 굵은골재를 치환한 실험체의 길이변화

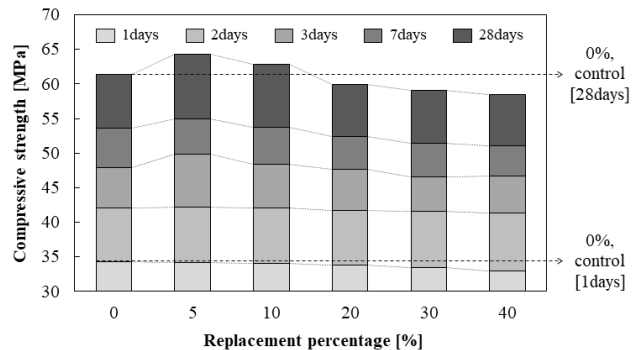


그림 2. 순환 굵은골재를 치환한 실험체의 압축강도

4. 결 론

이 연구에서는 순환 굵은골재의 수분 공급에 의해 낮은 물-시멘트비의 콘크리트에서 발생하는 자기수축과 압축강도 특성을 확인 하였으며, 결과는 다음과 같다. 순환 굵은골재의 치환율이 높아짐에 따라 공극으로 공급될 수 있는 수분이 많아져서 수축이 감소되는 결과를 나타내었다. 특히, 14 일이 경과한 시점에서 순환 굵은골재를 40 퍼센트 치환한 배합의 수축이 천연 굵은골재만 사용한 배합에 비해 45 퍼센트 저감되었다. 순환 굵은골재는 부착 모르타르가 많기 때문에 치환율이 40 퍼센트까지 증가함에 따라 약간의 강도저하를 나타내었으나, 5 퍼센트 이내로 오차범위 수준인 것으로 측정되었다. 또한 압축강도가 가장 높게 측정된 치환율 5 퍼센트 배합은 천연골재만 사용한 배합에 비해 5 퍼센트 증가하였다.

Acknowledgement

이 연구는 2020년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임. (No. NRF-2020R111A3072819)

참 고 문 헌

1. K. Takada, K. Van Breugel, E. A. B. Koenders and N. Kaptijn (1998) Experimental evaluation of autogenous shrinkage of lightweight aggregate concrete, Proceedings of international workshop on autogenous shrinkage of concrete. Japan Concrete Institute, Hiroshima, Japan. pp.229-242.