

고강도 에코인공경량골재콘크리트의 건조수축 및 크리프에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Drying Shrinkage and Creep of High Strength Eco Lightweight Aggregate Concrete

이진우* 박희곤** 김우재*** 배연기**** 이형우***** 이재삼*****
Lee, Jin Woo Park, Hee Gon Kim, Woo Jae Bae, Yeoun Ki Lee, Hyoung Woo Lee, Jae Sam

ABSTRACT

To use lightweight aggregate concrete with the structural material, it was need to evaluate property of mechanic and drying shrinkage and creep of the lightweight aggregate concrete, but these weren't. So the purpose of this study which it sees follows the mechanical property of the eco lightweight aggregate concrete according to the water binder ration in the high strength concrete. Eco lightweight aggregate was made with clay and crushed rock in this study. To make experiment, water binder ratio was divided 35% and 39%. And the fresh concrete properties were that slump flow was $500\pm 50\text{mm}$, air contents was $2.0\pm 1.0\%$. It evaluated the hold a drying shrinkage and the creep the effect, it analyzed quality and reliability of the eco lightweight aggregate concrete.

요 약

최근 국내에서도 경량콘크리트에 대한 필요성이 점차 증가하고 있으나 아직 비구조용으로 국한되어 사용되어지고 있으며 구조용으로써 사용에 대한 방안이 필요하다. 또한 경량골재콘크리트와 관련한 다양한 연구가 수행되고 있으나 내구적 특성 분석을 통한 장기안정성 검토를 실시한 예는 매우 부족한 실정이므로 다양한 내구특성 실험을 통한 구조용 경량골재콘크리트의 내구성평가를 실시하여 그 적용성을 검증하는 연구는 매우 시급하다고 할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 경량골재콘크리트의 적극적인 활용을 위하여 경량골재 콘크리트의 기초 역학적 성능을 평가하고, 이에 대한 건조수축 및 크리프에 대한 시험을 실시하여 내구특성의 영향요인을 분석하고자 고강도 에코인공경량골재콘크리트의 물성으로 슬럼프플로 $500\pm 50\text{mm}$, 공기량 $2.0\pm 1.0\%$ 로 하였으며, 물결합재비는 35, 39% 두 수준으로 하였으며 기본 물성 시험과 압축강도 시험을 실시하고 건조 수축 및 압축 크리프 실험을 실시하였다.

-
- * 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 주임연구원
 - ** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 주임연구원, 공학박사
 - ** 정회원, 포스코건설 기술연구소 과장, 공학박사
 - *** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 선임연구원
 - **** 정회원, (주)한일시멘트 기술본부 품질팀 팀장
 - ***** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 팀장

1. 서 론

현대에 있어 콘크리트는 구조물의 형상과 치수에 제약을 받지 않고 사용할 수 있다는 장점 때문에 건축 구조물의 주된 재료로서 많이 사용되고 있다. 하지만 현대와 같이 건축 구조물이 날로 고층화, 대형화, 장스팬화되는 시점에서 강도에 비하여 질량이 큰 콘크리트는 구조물의 자중을 증가시킴에 따라 부재단면이 확대되어 사용면적의 축소라는 결점을 동시에 가진다. 따라서 건설재료의 고강도화와 경량화에 관한 연구는 필연적이라 할 수 있다. 최근 국내에서도 경량콘크리트에 대한 필요성이 점차 증가하고 있으나 아직 비구조용으로 국한되어 사용되어지고 있으며 구조용으로서의 사용방안이 마련되어야한다. 또한 경량골재콘크리트의 내구적 특성 분석을 통한 장기안정성 검토를 실시한 예는 매우 부족한 실정이다. 따라서 다양한 내구특성 실험을 통한 구조용 경량골재콘크리트의 내구성평가를 실시하여 그 적용성을 검증하는 연구는 매우 시급하다고 할 수 있다.

따라서 본 연구에서는 경량골재콘크리트의 적극적인 활용을 위하여 경량골재 콘크리트의 기초 역학적 성능을 평가하고, 이에 대한 건조수축 및 크리프에 대한 시험을 실시하여 내구특성의 영향요인을 분석하고자 하였다.



그림 1. 에코인공경량골재

표 1. 에코인공경량골재의 물성시험 결과

구 분	표건밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	단위질량 (kg/m ³)	조립률
경량골재	1.85	26.5	1,060	6.8

2. 실험방법

2.1 건조수축

콘크리트의 건조수축은 시간종속적인 체적변형으로 균열을 발생시키는 등의 응력이 작용하기 때문에 구조용 콘크리트에서 중요한 물리적 특성이다. 에코인공경량골재 콘크리트의 건조수축에 의한 길이변화 시험은 KS F 2424 모르타르 및 콘크리트의 길이변화 시험방법에 준하여 실시하였으며 변형률 측정의 정확성을 위하여 매립형 스트레인게이지를 매립하고 데이터로거 UCAM-60-ACM14를 이용하여 변형률을 측정하였다. 공시체는 10×10×40cm로 KS F 5105의 10항에 규정한 성형방법에 의거 제작하고, 20±2℃의 실내에서 습윤상태를 유지한 후 성형 24시간 뒤에 탈형하였다. 탈형 후 온도 20±2℃에서 수중양생하고, 재령 7일이 되었을 때 온도 20±2℃, 습도 50±5%의 항온항습실에서 잉여수 증발에 따른 수축변화 정도를 측정하였다.



a) Strain-gage 매립



b) 항온항습양생 및 Strain 측정



c) strain-gage 부착



d) 하중재하 및 strain 측정

그림 2. 건조수축 및 크리프 시험

2.2 압축 크리프

압축 크리프의 표준적인 시험방법은 KS F 2453(콘크리트의 압축 크리프 시험 방법)과 ASTM C-512에 압축 크리프의 시험방법에 따라 실험을 실시하였다. 시험체 양생은 몰드를 떼어내기 전에 23±2℃의 온도를 유지하여 증발을 방지하도록 습윤 상태로 두고, 24~48시간 후 몰드에서 떼어내어 재령 7일까지 23±2℃로 습윤양생을 한다. 습윤 양생이 끝난 후, 시험체는 시험이 끝날 때까지 온도가 20±2℃이고, 상대습도가 50±5%인 상태에서 양생하였다. 재하 재령 2일, 7일, 28일 때의 하중을 비교하기 위하여 크리프 시험체에 재하하기 직전에 KS F 2405에 따라 압축강도를 측정하여, 재하 재령 압축강도의 40%까지 재하 하였다. 변형률 측정은 건조수축과 마찬가지로 측정의 정확성을 위하여 부착형 스트레인게이지를 시험체 당 3개씩 부착하고 데이터 로거를 이용하여 측정하였다.

3. 실험 결과

3.1 기본특성 실험 결과

에코인공경량골재를 사용한 고강도 에코인공경량골재콘크리트의 내구특성을 검토하기 위한 배합계획 및 기초 물리적, 역학적 특성 실험결과는 다음 표 2와 같다.

표 2. 배합계획 및 실험결과

배합번호	W/B (%)	S/a (%)	단위재료량(kg/m ³)			슬럼프플로 (mm)	공기량 (%)	기건단질 (t/m ³)	압축강도(N/mm ²)		
			Binder	S	G				3일	7일	28일
I	39.0	41.1	427	694	708	515	2.2	1.87	22.5	30.3	36.5
II	35.0	39.8	473	657	707	485	2.0	1.87	25.9	32.3	40.5

(1) 굳지 않은 콘크리트 특성 및 압축강도

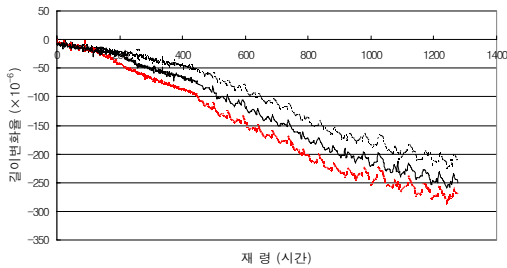
고강도 에코인공경량골재콘크리트의 내구특성을 검토하기위한 콘크리트의 물성은 슬럼프플로 500±50mm, 공기량 2.0±1.0%로 하였으며, 설계강도는 35, 40MPa 두 수준으로 하였다. 실험결과 굳지 않은 콘크리트의 물성은 기준치를 만족하였으며, 또한 28일 압축강도에 나타난 바와 같이 목표한 강도와 근접한 값을 나타내었다.

(2) 기건단위용적질량

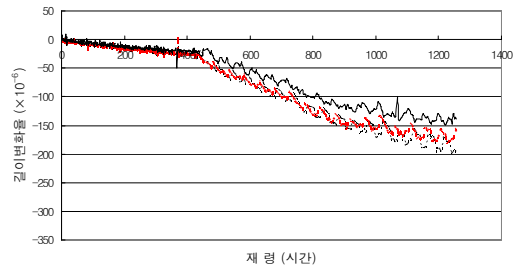
역학적 검토와 동시에 실제 구조물에 적용하기 위한 기초 자료로써 경량콘크리트의 기건단위용적질량 시험을 KS F 2462(구조용 경량콘크리트의 단위 질량 시험 방법)에 따라 실시한 결과 두 배합 모두 1.87t/m³ 수준으로 나타났다.

3.2 건조수축

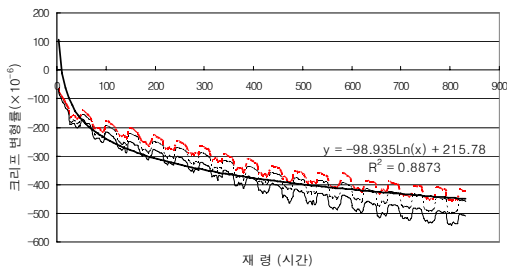
콘크리트의 건조수축은 주로 시멘트페이스트의 수축에 의한 부분이 크지만 골재의 영향도 무시할 수 없다. 특히 충분히 수분을 함수하고 있는 경량골재를 사용한 경량콘크리트의 경우 보통콘크리트에 비하여 건조수축이 원만하게 발생하는 연구결과도 보고되고 있으며 본 실험의 결과는 아래 그림과 같다. 본 실험결과에 따르면 약 50일 경과시점에서 W/B 39% 배합의 건조수축률은 284×10⁻⁶, W/B 35% 배합은 197×10⁻⁶의 건조수축률을 나타냈으며 또한 그래프 추세로 보아 향후 건조수축률은 크게 증가하지 않을 것으로 판단된다. W/B에 따른 건조수축률은 물결합재비 39% 배합에 비해 35%의 경우 약 70% 수준의 건조수축률을 나타내었다.



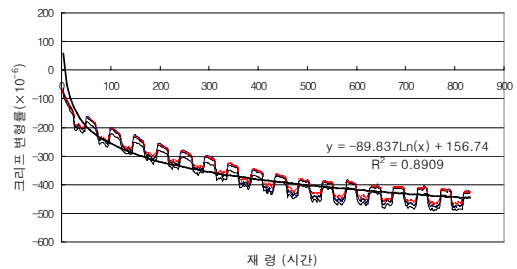
재령 (시간)



재령 (시간)



재령 (시간)



재령 (시간)

그림 3. 건조수축 및 크리프 실험결과 (W/B 39%)

그림 4. 건조수축 및 크리프 실험결과 (W/B 35%)

3.3 압축 크리프

약 30일 간의 압축 크리프 변형을 측정된 결과를 그림 3과 4에 나타내었다. 본 실험의 결과는 아직 초기의 결과이나 크리프 변형률 값이 500×10^{-6} 수준으로 크지 않게 나타났으며 향후 장기 측정결과 및 탄성계수 측정을 통한 정확한 결과 도출이 필요하다.

4. 결 론

본 연구는 에코경량골재를 사용한 고강도 에코인공경량골재콘크리트의 역학적 특성 및 내구특성에 대한 고찰을 실시하고자 하였다. 본 실험이 현재 계속 진행 중이며, 중간 결과를 분석한 자료이나 경량골재를 사용한 경량콘크리트의 경우 건조수축이 보통중량콘크리트에 비하여 작게 발생하는 것으로 나타났으며 크리프 변형 또한 유사한 결과를 나타내는 것으로 판단되었다.

참고문헌

1. 건설교통부 제정 사단법인 대한건축학회, “건축공사표준시방서”, 2006년
2. 한국 콘크리트학회, “콘크리트 표준시방서”, 1999년
3. ACI Committee 209, “Prediction of Creep, Shrinkage, and Temperature Effects in Concrete Structures.” ACI 209 R-93
4. Bazant, Z. P. and Panula, L. P., “Practical Predictions of Time Dependent Deformations of Concrete” Materials and Structures, Vol. 11, No. 65, 1978