

고온을 받은 석회암 골재의 습도경시변화에 따른 체적거동

Volume Change Caused from the Moisture Change in the Limestone Material Pressured under High Temperature

馮海東* 손호정** 허영선*** 한민철**** 양성환***** 한천구*****
 Feng Hai-Dong Son, Ho-Jung Heo, Young-Sun Han, Min-Cheol Yang, Seong-Hwan Han, Cheon-Goo

Abstract

This study investigated about how much the limestone's volume was changed as time passed while maintaining a certain level of moisture condition in the limestone material for concrete under high temperature. The result is summarized as follows: It was appeared that the limestone material under high temperature emitted some CO₂ resulting from the decarboxylation, so that as the heating temperature was increased, the limestone's length change rate was decreased. In the leave time change after heating the stone, the both conditions of 50% and 100% made the limestone create Ca(OH)₂ using some H₂O. So it was appeared that as time passed, the limestone's length change rate first increased because of its volume expansion, but the rate was reduced after the limestone material was crumbled.

키 워드 : 석회암 골재, 고온, 습도, 산화칼슘, 수산화칼슘
 Keywords : lime stone aggregate, high temperature, humidity, calcium oxide, calcium hydroxide

1. 서 론

현재, 세계에서 제일 높은 버즈 칼리파(Burj Khalifa)인 경우는 높은 탄성계수의 이점을 활용하여 석회암골재의 고강도 콘크리트가 제조된 것으로 보고되고 있다.

그런데, 고강도 콘크리트의 폭력방지 연구와 관련하여, 석회암 굵은 골재를 이용하고 폴리머 섬유를 0.05% 혼입한 연구실험에서 3시간 내화실험을 완료한 상태에서 표면이 열화되어 있기는 하지만 다른 성분의 굵은 골재와 큰 차이를 보이지 않았지만, 일정 시간 경과 후에 재확인한 결과 팽창하여 붕괴되어 있는 현상이 발견되었다. 이는 대기중 습도에 의한 석회암 골재 중 산화칼슘성분의 팽창에 기인한 것으로 추측된다.

따라서 본 연구에서는 고온을 받은 석회암골재 콘크리트에 습도가 미치는 영향을 규명하기 위한 기초적 연구로서 석회암골재를 고온조건으로 가열한 후 습도 0%, 50%, 100%의 조건에서 일정기간 보존하면서 시간에 따른 석회암 골재의 특성변화를 분석하고자 한다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 석회암 골재의 가열실험으로서 전기로를 이용하고 200℃~1000℃까지 200℃간격으로 가열하는 것으로 하였고, 골재의 가열시간은 각각의 설정온도로 서서히 승온시킨 후에 2시간 유지한 후 다시 냉각시키는 것으로 하였다. 가열 후에 보존습도를 0%, 50%, 100%로 하여 계획된 기간 동안 유지하는 것으로 실험 계획하였다. 측정사항으로는 체적거동을 고려하여 가열 전과 후의 길이변화를 측정하는 것으로 하였다.

표 1. 실험 계획

실험요인	실험수준		
골재 종류	1	석회암	
목표 가열 온도(℃)	6	20, 200, 400, 600, 800, 1000	
가열 후 유지 시간 (h)	1	2	
보존 습도(%)	3	0, 50, 100	
실험사항	가열 전	1	길이변화
	가열 후		

2.2 사용재료

표 2. 골재의 물리·화학적 성질

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	화 학 성 분(%)			
			CaCO ₃	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃
석회암	2.67	0.7	73.52	2.24	17.5	3.26

* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자 (fenghaidong12@nate.com)
 ** 청주대학교 건축공학과 박사과정
 *** MONSH University 박사과정
 **** 청주대학교 건축공학과, 조교수
 ***** 인천대학교 도시건축학부, 교수
 ***** 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

본 연구의 사용하는 석회암 굵은 골재의 물리·화학적 성질이 표 2와 같다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 가열한 후에 석회암 골재의 길이변화

그림 1은 가열온도별, 온도 변화에 따른 석회암 골재의 길이변화율을 나타낸 그래프이다. 전반적으로 가열온도 증가에 따라서 석회암 골재의 길이변화율은 상온 20℃에 비해 감소하는 것으로 나타났다. 즉, 가열온도 600℃ 이상에서 크게 감소하여 1000℃에서는 상온 20℃보다 0.4%로 감소하였는데, 이는 석회암 골재의 주성분인 탄산칼슘(CaCO₃)이 일정한 고온조건에서 탈탄산반응으로 분해되어 산화칼슘(CaO)과 탄산가스(CO₂)로 생성하는데 온도가 증가할수록 CO₂의 방출량이 증가하여 골재의 질량 감소와 동시에 길이변화율이 작아지는 것으로 분석되었다.

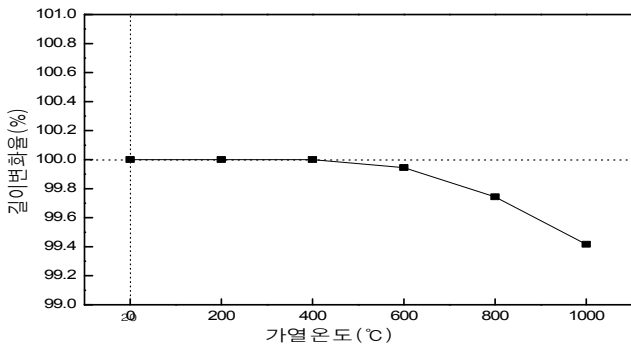


그림 1. 가열온도 변화에 따른 석회암 골재의 길이변화율

3.2 시간경과에 따른 골재의 길이변화

그림 2는 석회암 굵은 골재의 가열 후 경과시간 10일에서 가열 온도별 습도 변화에 따른 길이변화율을 나타낸 것이고, 그림 3은 가열온도 및 습도 변화 별 방치시간에 따른 길이변화율을 나타낸 것이다. 먼저, 습도 변화에 따른 길이변화율은 습도 0%에서는 뚜렷한 변화가 없었으나, 습도 50%의 경우는 가열온도 400℃를 기준으로 400℃이하의 범위에서는 큰 차이를 보이지 않았으나 그 이상에서는 가열온도가 높을수록 팽창붕괴 후 길이변화율이 작아지는 것으로 나타났다. 또한, 습도 100%의 경우에는 가열온도 200~400℃까지 길이변화율이 증가하다가, 600℃이상에서는 팽창 후 붕괴되므로써 작아지는 것으로 나타나 고열을 받은 석회암 골재가 수분을 함유한 환경에서 방치되면 팽창반응이 일어난다는 것을 확인 할 수 있었다. 즉, 그림 3에서와 같이 가열을 하지 않은 상온 조건에서 방치한 석회암 골재의 경우 습도에 대한 영향이 없는 것을 알 수 있었고, 고온에 노출된 석회암 골재의 경우 습도 변화에 따라 방치되는 시간이 길어질수록 길이변화율이 증가하다가 감소하는 것을 확인할 수 있다, 이러한 경향은 가열온도가 높

아질수록 변화가 큰 것으로 나타났는데 이는 석회암 골재의 주성분인 CaCO₃가 높은 고온에 의해 탈탄산 반응으로 CO₂가 분해되어 이탈하고, 남은 CaO가 습한 환경의 수분(H₂O)과 만나 반응하여 수산화칼슘(Ca(OH)₂)을 생성과 동시에 팽창이 작용하여 골재가 바스러짐에 기인한 것으로 사료된다.

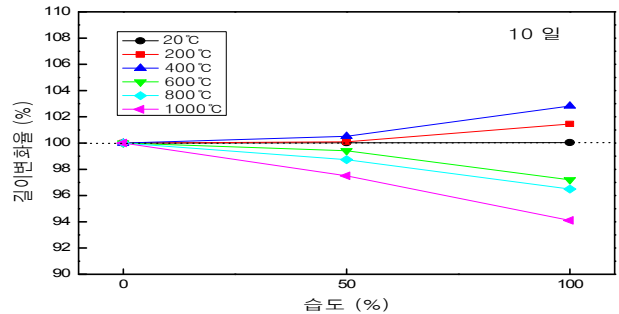


그림 2. 가열온도 별 습도에 따른 골재의 길이변화율

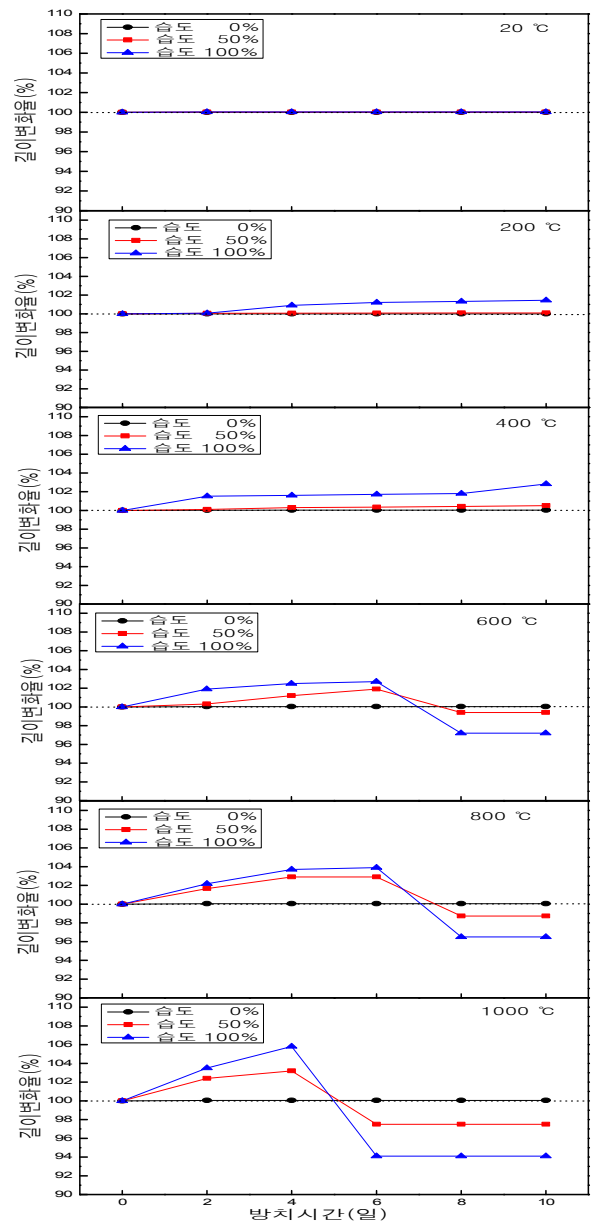


그림 3. 습도별 시간경과에 따른 골재의 길이변화율

4. 결 론

- 1) 가열온도 증가에 따른 석회암 골재는 고온조건에서 분해해서 CO₂를 방출함으로써 길이변화율이 감소하는 것으로 나타났다.
- 2) 습도 50 % 및 100 %의 조건에서 일정기간 보존되는 고온을 받은 석회암 골재는 Ca(OH)₂을 생성함으로써 습도 증가할수록 시간경과에 따라서 체적(길이변화율)이 증가하다가 팽창 붕괴하므로서 현저히 체적이 감소하는 것으로 나타났다.

참 고 문 헌

1. 한전구, 한민철, 김현우, 허영선, 석회암 분순잔골재를 사용한 콘크리트의 공학적 특성, 대한건축학회 논문집 구조계, 제23권 제8호, 2007.8