

# 석회석 미분말을 혼입한 시멘트 페이스트의 수화반응 및 역학적 특성 분석에 관한 연구

## A Study on Hydration kinetics and Mechanical Properties of Cement Paste Incorporating Limestone Filler

신 기 수\*      방 미 진\*\*      박 기 봉\*\*\*  
Shin, Ki-Su      Bang, Mi-Jin      Park, Ki-Bong

### Abstract

The addition of a limestone filler(LF) to fill into the voids between cement and aggregate particles can reduce the cementitious paste volume. This paper aim to evaluate the influence of LF contents on the hydration kinetics and compressive strength. Hydration kinetics were evaluate using heat of hydration, ignition loss and thermal analysis. The heat of hydration was measured using Isothermal Calorimetry. The degree of hydration was measured using ignition loss. Hydration product analysis was carried out by Thermal Gravimetric and Differential Thermal Analysis. The results show that the addition of LF reduces not only the initial setting time and heat of hydration peak, also degree of hydration and rate of strength development at early age increase with the addition of LF. It can be concluded the LF fills the pore between cement particles due to formation of carboaluminate, which may accelerate the setting of cement pastes.

키 워 드 : 석회석 미분말, 열분석, 강열감량, 수화열, 압축강도  
Keywords : limestone filler, thermal analysis, loss on ignition, heat of hydration, compressive strength

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경

시멘트 산업에서 일부를 석회석 미분말로 대체하는 연구가 활발히 진행되고 있다. 석회석 미분말의 혼입은 크게 두 가지 효과를 기대할 수 있다. 물리적 측면에서 입도분포에 따라 충전재로서의 역할 및 시멘트 수화반응의 촉진에 기여하고, 화학적 측면에서 에트링가이트의 증가로 인하여 모노카보네이트(monocarbonate)형성이 촉진되는 효과를 기대할 수 있다. 본 연구에서는 석회석 미분말의 혼입율을 달리하여(5, 15, 25%) 페이스트의 수화특성 및 압축강도를 분석하였다.

## 2. 실험방법 및 재료

### 2.1 실험재료 및 방법

보통포틀랜드 시멘트 및 평균입경  $7.3\mu m$ , 탄산칼슘 함유량 74.1%의 석회석 미분말을 사용하였다. 혼입율에 따른 수화열 및 수화도, TG/DTA 및 압축강도 측정을 실시하였다. 수화열을 측정을 위해 TA instrument사의 TAM Air를 이용하였고, 모든 배합에서 물시멘트비 0.55를 적용하였다.

## 3. 결 론

석회석 미분말의 혼입은 수화도를 증가시키는 경향으로 나타났다. 강열감량을 통해 결합수의 분석을 실시한 결과 초기재령(7일)에서의 수화도는 증가하는 경향을 나타내고 있지만, 이에 반해 혼입량이 증가할수록 페이스트의 강도는 감소하는 결과를 나타낸다. 수화도와 동일한 경향으로 압축강도는 초기재령에서는 증가하는 값을 나타내지만 28일재령에서의 강도는 보통포틀랜드 시멘트 페이스트에 비해 감소하는 결과를 보여준다. 이는 석회석 미분말의 혼입으로 인해 초기수화반응이 촉진되지만 시멘트 입자와 유사한 크기의 석회석 미분말의 충전효과는 미미한

\* 강원대학교 건축공학과 박사과정  
\*\* 강원대학교 건축공학과 석사과정  
\*\*\* 강원대학교 건축공학과 교수, 교신저자(kbpark@kangwon.ac.kr)

것으로 판단된다.

그림 3에 TG/DTA 분석 결과를 나타낸다. 160~200°C사이에서 C-S-H에 결합된 수분 및 모노카보네이트의 열분해로 인해 중량이 감소하는 것을 확인할 수 있고, 800°C부근에서 탄산칼슘의 열분해로 인한 중량감소를 확인할 수 있다. 석회석 미분말을 혼입한 경우 탄산칼슘의 감량이 감소하는 경향으로 나타나는데 미분말의 혼입으로 인해 모노카보네이트의 형성이 촉진된 결과로 사료된다.

미소수화열 분석 그래프에서 석회석 미분말의 치환율을 증가시키기에 따라 수화발열속도와 수화발열량은 감소하는 것으로 나타났다. 석회석 미분말의 치환율이 증가할수록 제 2피크에 도달하기까지의 시간은 점점 짧아지고 있는데 이는 alite로 인해 초기수화가 촉진되었기 때문에 나타나는 결과로 사료된다.

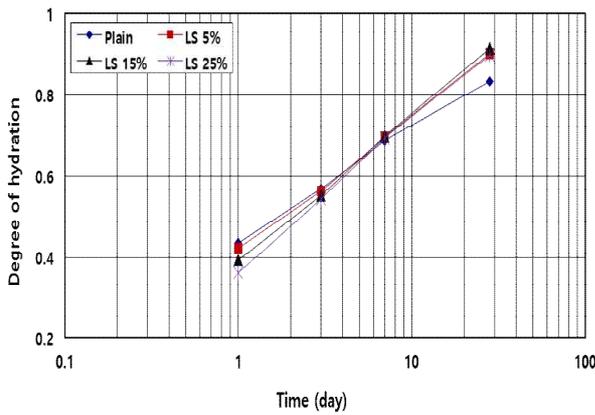


그림 1. 석회석 미분말을 혼입한 페이스트의 수화도

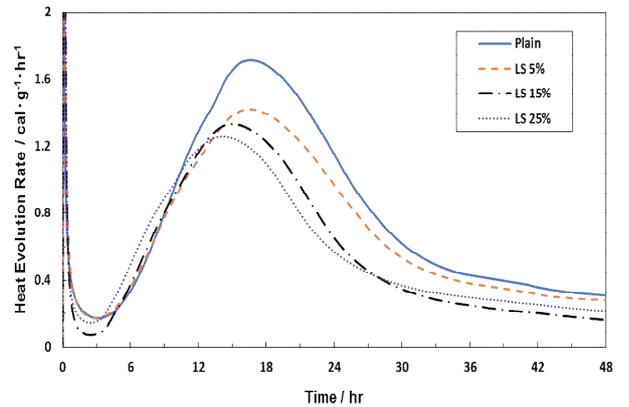


그림 2. 석회석 미분말을 혼입한 페이스트의 미소수화열(20°C)

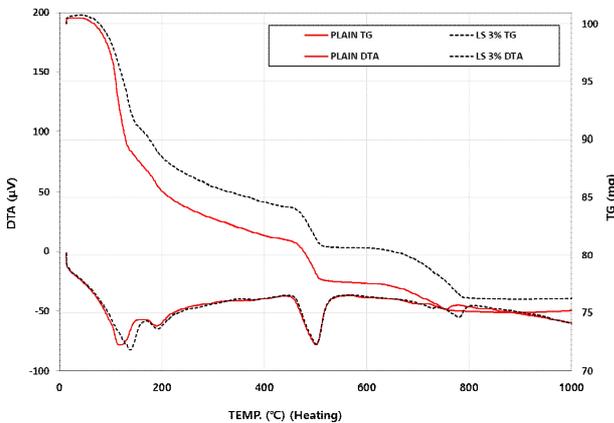


그림 3. 7일 재령의 TG/DSC 분석

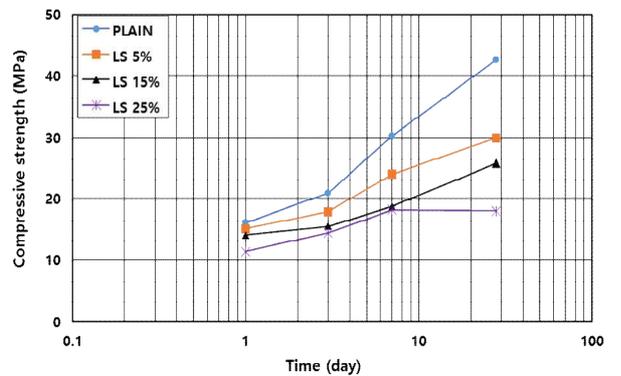


그림 4. 석회석 미분말을 혼입한 페이스트의 압축강도

### 감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업입니다. (No. 2016R1A2B4013596)

### 참고 문헌

1. 김대훈, 개별수단선택모형의 예측력 비교 석사학위논문, 연세대학교원 건축공학과 도시계획 전공, 1987
2. Boehm, T. A hierarchical model of housing choice, Urban Studies, 19, pp.22~23, 1982
3. Clark, W. & Onaka, J. Life cycle and housing adjustment as explanations of residential mobility, Urban Studies, 20, pp.35~38, 1983
4. Kim, D. Comparison of Individual Selection Model, Thesis, Yonsei University, 88., 1987