

CaCO₃와 Al₂O₃를 이용한 CaO-Al₂O₃계 클링커 합성

Synthesis of CaO-Al₂O₃ System Clinker Using CaCO₃ and Al₂O₃

이 윤 수*

Lee, Yun-Su

이 한 승**

Lee, Han-Seung

Abstract

This paper presents the synthesis results of CaO-Al₂O₃ system clinker using the CaCO₃ and the Al₂O₃ according to the synthesis methods dependent on the temperature. The purpose of this study is the formation of the CaO-Al₂O₃ system clinker containing high ratio of CaO · 2Al₂O₃ (CA₂). The maximum sintering temperature for the synthesis of CaO-Al₂O₃ compounds was 1250°C, 1300°C and 1400°C. The CaO-Al₂O₃ compounds was sintered at the maximum sintering temperature for three hours. After sintering, the compounds was analyzed using X-ray diffraction method. The 12CaO · 7Al₂O₃ (C₁₂A₇) and CaO · Al₂O₃ (CA) increased as elevating the maximum sintering temperature whereas the CA₂ decreased. Especially, at the 1250°C of maximum sintering temperature, the un-reacted CaO and Al₂O₃ was identified.

키 워 드 : 칼슘 알루미늄이트 클링커, CA₂

keywords : calcium aluminate clinker, CA₂

1. 서 론

Al₂O₃의 중량비율이 70%이상인 고 알루미나 시멘트 (High alumina cement, HAC)는 내화재료로서 많이 사용되고 있다. 대부분의 HAC 클링커는 CA (Krotoite, CaO · Al₂O₃)와 CA₂ (Grossite, CaO · 2Al₂O₃)로 구성되어 있는데, CA와 CA₂의 수화생성물은 온도 의존적이기 때문에 HAC의 사용을 제한하는 원인이 되기도 한다. 따라서 HAC를 포틀랜드 시멘트에 소량 혼입하거나 다른 혼화제 및 혼화제와 같이 사용하여 온도 의존적 수화생성물을 제어하는 연구가 많이 진행되고 있다. 특히, 장기적으로 수화반응성이 낮은 CA₂는 염소이온 고정에 주요한 역할을 하는 시멘트 수화물인 AFm 상으로 변할 수 있는 잠재성을 가진다. 따라서 본 연구의 목적은 혼화재료로 사용할 수 있는 CA₂의 비율이 높은 클링커를 제조하는 것이다. 본 연구에서는 자연광물을 이용한 클링커 제조에 앞서 공업용 화학약품을 이용한 CaO-Al₂O₃계 클링커 제조를 실시하였다.

2. 사용재료 및 실험방법

2.1 사용재료

CaO-Al₂O₃계 클링커를 제조하기 위해서 공업용 화학약품 CaCO₃ (Daejung, 98.0%, Extra pure)와 Al₂O₃ (Daejung, Chemical pure) 분말이 사용되었다.

2.2 실험방법

CaO-Al₂O₃계 클링커를 제조를 위해 CaCO₃와 Al₂O₃는 2.5의 Al₂O₃/CaO 몰비 (Molar ratio)로 혼합되었다. 혼합된 분말은 균질화를 위해서 Ball mill 장비에서 150 rpm으로 5분간 한 번 더 혼합되었고, 그림 1의 고온 전기로에서 소성되었다. 그림 2는 CaO-Al₂O₃ 클링커의 제조 조건을 나타내며, 혼합된 분말은 각각 다른 최고 소성온도에서 제조되었다. 전기로의 내부는 20°C/min의 승온속도로 가열되었으며, 1000°C에서 30분간 유지한 후, 다시 20°C/min의 승온속도로 각 최고 소성온도 1250°C, 1300°C, 1400°C까지 가열되었다. 각 최고 소성온도는 3시간 동안 유지된 후, 자연냉각 되었다. 소성된 분말은 X-ray diffraction (XRD)을 이용하여 분석되었다.

3. 실험결과 및 고찰

그림 3은 각 최고 소성온도 1250°C, 1300°C, 1400°C에서 제조된 클링커의 XRD 결과를 나타낸다. 최고 소성온도가 1250°C에서 1400°C로

* 한양대학교 건축시스템공학과, 석·박사통합과정

** 한양대학교 ERICA 건축학부 교수, 교신저자(ercdeehs@hanyang.ac.kr)

증가할수록 나타난 주요한 특징은 $C_{12}A_7$ (Mayenite, $Ca_{12}Al_{14}O_{33}$)의 비율 (wt.% of crystalline compounds)이 약 15.4%에서 44.3%로 증가, CA는 약 37.3%에서 53.81%로 증가, CA_2 는 약 23.4%에서 1.89%로 감소한 것이다. 특히, 최고 소성온도가 1250°C 에서는 다른 소성온도에서와 달리 CA_2 의 비율이 높았으나, 미반응 CaO와 Al_2O_3 의 비율이 약 22.36%로 높게 확인되었다.

Al_2O_3 /CaO 몰비에서 제조된 CaO- Al_2O_3 계 클링커에서 CA_2 의 비율을 높이기 위해서는 상대적으로 저온의 소성온도 (1250°C)에서 효과적인 것으로 판단된다. 그러나 미반응 원료의 비율이 높게 관찰됨에 따라 소성시간의 증가 또는 rotary kiln에서처럼 열전달 및 반응효율을 높일 수 있는 조건에서 클링커를 제조 하는 것이 본 연구에서 사용한 고온전기로보다 효과적일 것으로 판단된다.



그림 1. 고온 전기로

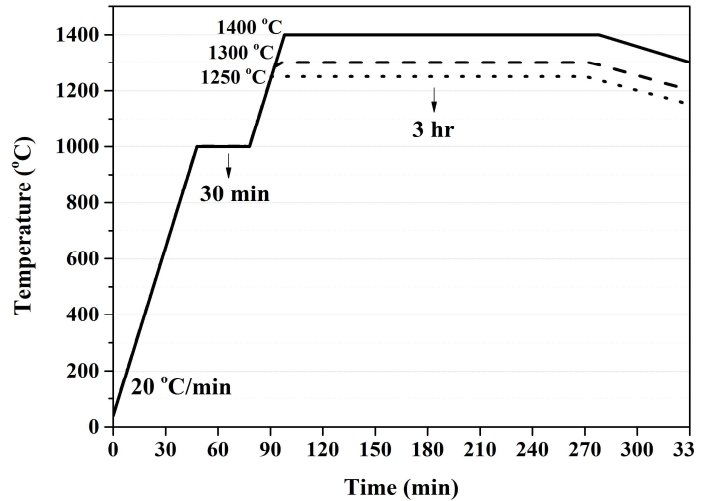


그림 2. 소성온도에 따른 CaO- Al_2O_3 클링커 제조 조건

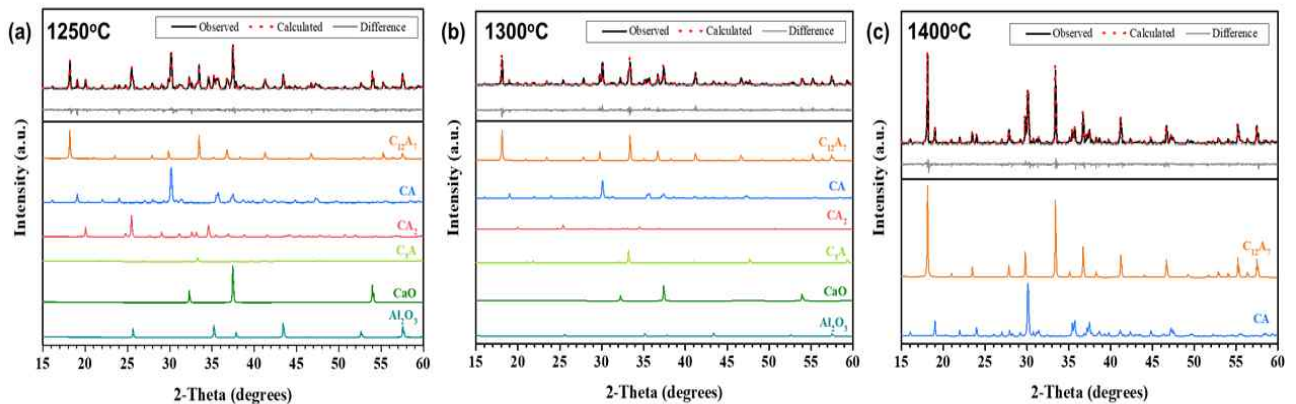


그림 3. 각 최고 소성온도에서 제조된 클링커의 XRD 결과: (a) 1250°C , (b) 1300°C , (c) 1400°C .

4. 결 론

Al_2O_3 /CaO 몰비에서 제조된 CaO- Al_2O_3 계 클링커에서 CA_2 의 비율을 높일 수 있는 최고 소성온도는 1250°C , 1300°C , 1400°C 중에서 1250°C 가 가장 효과적이었다. 최고 소성온도 1250°C 에서 약 23.4%의 CA_2 가 확인되었으나, 미반응 CaO와 Al_2O_3 의 비율이 약 22.36%로 높게 나타나는 문제점이 나타났다.

Acknowledgement

본 연구는 국토교통부 건설기술연구사업의 연구비지원(18SCIP-B103706-04)에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. Tian, Yongpan, et al. Formation mechanism of calcium aluminate compounds based on high-temperature solid-state reaction, Journal of Alloys and Compounds, 670, pp.96~104, 2016