

CO₂ 나노버블 에이징 시간에 따른 전로슬래그의 화학적 특성

Chemical Properties of Converter Slag according to CO₂ Nanobubble Acceleration Aging Time

임창민¹ · 임건우¹ · 김영민² · 이건철^{3*}

Lim, Chang-Min¹ · Im, Geon-Woo¹ · Kim, Young-Min² · Lee, Gun-Cheol^{3*}

Abstract : In this study, the chemical composition of converter slag according to CO₂ nanobubble promotion aging time was examined. The CO₂ nanobubble water immersion time was 0, 12, 24, 36, 48 hours, and then dried and pulverized to perform XRD analysis. As a result, the longer the sample was immersed in CO₂ nanobubble water, the higher the amount of calcite produced, and the change after 36 hours was minimal.

키워드 : 이산화탄소, 나노버블, 전로슬래그, 촉진에이징, XRD 분석

Keywords : CO₂ Nano-Bubble, Converter Slag, Acceleration Aging, XRD analysis

1. 서론

1.1 연구의 목적

전로 슬래그는 제강 공정 중 염기성 산소 제강법으로 인해 분리된 불순물을 경화시킨 부산물이다. 전로슬래그는 일반 골재에 비해 높은 밀도를 나타내 고부가가치를 지닌 중량골재로 사용이 가능할 것으로 예상된다. 그러나 전로슬래그 생성 과정에서 Free-CaO가 함유되게 되는데, H₂O와 반응하여 Ca(OH)₂를 생성하는 팽창반응 때문에 3~6 개월의 기간동안 미리 반응시키는 에이징 작업을 거친 후 노반재나 성토 등으로 재활용이 제한되고 있는 실정이다.

이에 Free-CaO와 CO₂를 반응시켜 안정화하는 이산화탄소 촉진에이징이 연구되고 있으며, 본 연구실에서는 CO₂ 가스로 생성된 나노버블을 제강슬래그와 반응시켜 안정화하는 연구를 진행중에 있다. CO₂ 나노버블은 매우 작은 직경으로 인해 반응에 용이하고, 3~5 pH를 나타내어 전로슬래그의 알칼리성을 중화시킬 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 연구에서는 전로슬래그의 CO₂ 나노버블 촉진에이징 시간에 따른 화학적 특성 분석 결과에 대해 보고하고자 한다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

표 1은 실험에 사용된 전로슬래그의 물리·화학적 성질을 나타낸 것이다. 실험 재료는 당진의 A 제강회사에서 발생한 전로슬래그를 사용하였으며, 촉진 에이징 후 슬래그를 중량골재로 활용 가능성을 검토하기위해 1.7 mm ~ 2.3 mm로 채취하여 사용하였다.

2.2 실험방법

CO₂ 나노버블은 입경이 150~200 nm을 생성하는 나노버블 생성기에 1.5 시간동안 순환생성하여 CO₂ 나노버블 포화수를 생성하였다. 이후 시료를 0, 12, 24, 36, 48시간 침지하여 60°C에 건조 후 분쇄하여 XRD 분석을 진행하였다. 이후 리트벨트법을 이용하여 Calcite의 생성량을 비교하였다.

표 1. 전로슬래그의 물리·화학적 성질

밀도 (g/cm ³)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	P ₂ O ₅ (%)	SO ₃ (%)	K ₂ O (%)	CaO (%)	TiO ₂ (%)	MnO (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	CO ₂ (%)
3.4	2.60	9.04	7.34	1.18	0.33	0.08	40.39	0.85	1.16	13.23	23.26

1) 한국교통대학교 건축공학과, 석사과정
 2) 한국교통대학교 건축공학과, 박사과정
 3) 한국교통대학교 건축공학전공, 교수, 교신저자(gclee@ut.ac.kr)

3. 실험결과 및 분석

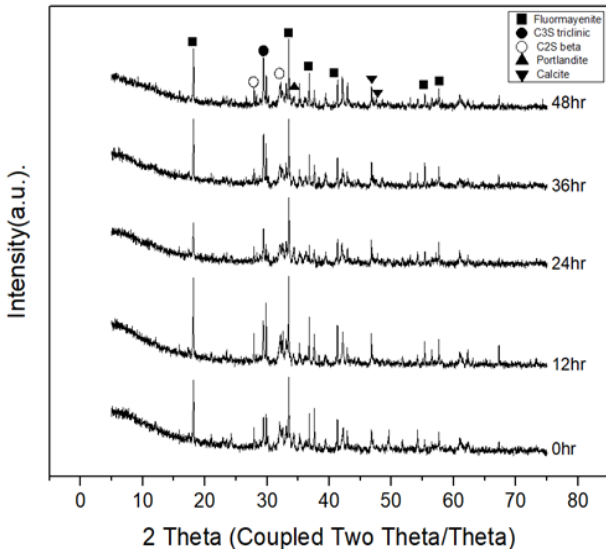


그림 1. 전로슬래그 CO₂ 나노버블수 침지 시간에 따른 XRD

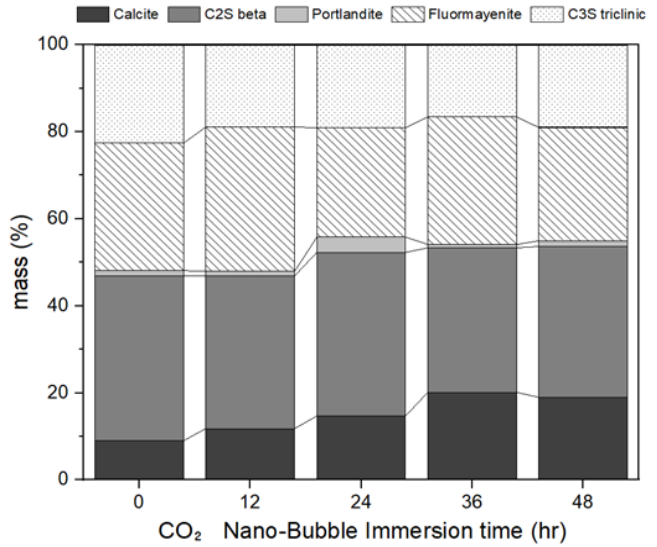


그림 2. 전로슬래그 CO₂ 나노버블수 침지에 따른 XRD Reitvelt 분석

그림 1은 CO₂ 나노버블수 침지 시간에 따른 전로슬래그의 XRD 분석을 나타낸 것이며, 그림 2는 CO₂ 나노버블수 침지에 따른 전로슬래그 XRD의 결과를 리트벨트 분석으로 나타낸 것이다. 전로슬래그의 주요 광물은 Fluormayenite, C3S triclinic, C2S beta, Portlandite, Calcite로 나타났다. CO₂ 나노버블수 침지 시간이 길어질수록, 전로슬래그 내의 Calcite 검출량이 증가하는 경향을 나타내었으며, 48시간 침지 후에는 약 2배의 Calcite 비율을 나타내었다. 이는 전로슬래그에 함유되어있는 Free-CaO가 지속적으로 CO₂ 나노버블과 반응하여 Calcite가 생성된 것으로 판단된다. 또한, XRD 리트벨트 분석 결과 36시간 이후 Free-CaO의 소진으로 48시간 침지한 전로슬래그와 Calcite의 양이 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

4. 결론

본 연구에서는 전로슬래그를 CO₂ 나노버블수에 침지한 시간에 따른 화학적 분석을 진행하였으며, 전로슬래그는 CO₂ 나노버블로 인해 촉진에이징이 진행 된 것으로 판단된다. 또한, CO₂ 나노버블 촉진 에이징 적용 시간은 36시간 이후 변화가 미미한 것으로 나타났다.

감사의 글

본 논문은 2023년 한국연구재단 중견기업연구(과제번호: 2023R1A2C2006400)의 일환으로 수행된 연구임을 밝히며 이에 감사를 드립니다.

참고문헌

1. 문훈, 장보길, 김지현, 정철우. 동슬래그 및 제강슬래그의 해양 콘크리트용 중량 골재 사용성 평가. 한국건설순환자원학회논문집. 2017. 제5권 4호. p. 345-352.
2. 광기주, 손순중, 서병철, & 광동립. 증기 에이징을 실시한 전로슬래그 콘크리트의 특성. 한국농공학회지. 1995. 제37권 5호. p. 43-52.
3. 문한영; 유정훈. 콘크리트용 골재로서 에이징처리한 제강슬래그의 활용. 콘크리트학회 논문집. 2002. 제14권 4호. p. 597-607.