



## 비탄산염 원료 활용 석회석 5wt.% 이상 대체 저열시멘트 제조 및 활용기술 개발

# Manufacturing and Utilization Technology of Non-carbonation Materials and Substituting 5wt.% Limestone in Low Heat Cement

손영준\* · 박동진 · 박 철 · 임채용

Son Young Jun, Park Dong Jin, Park Cheol, Lim Chae Yong

<쌍용C&E(주), 기술연구소, 시멘트콘크리트연구팀>

### ABSTRACT

The cement industry emits a large amount of CO<sub>2</sub>, and 60~65% of the CO<sub>2</sub> is generated from calcination of raw materials. So, the CO<sub>2</sub> from cement industry can be reduced by substituting decarbonated materials for limestone. In this study, the chemical composition and grindability of three types of steel slag were evaluated and the application of those materials will be examined for the production of low heat portland cement.

### 요 약

시멘트 산업은 많은 양의 CO<sub>2</sub>를 배출하며, 60~65%는 원료 소성과정에서 발생한다. 따라서, 석회석을 대체하여 비탄산염 원료를 사용하면 시멘트 산업의 CO<sub>2</sub>를 감축할 수 있다. 본 연구에서는 3종류 철강슬래그의 화학성분 및 피분쇄성을 평가하였으며, 저열시멘트 생산에 적용하는 것을 검토할 예정이다.

## 1. 서 론

시멘트 산업은 많은 양의 CO<sub>2</sub>를 배출하며, 60~65%는 원료 소성과정에서 발생한다. 석회석을 대체하여 비탄산염 원료를 사용하면 CO<sub>2</sub> 발생량을 감축할 수 있다. 저열시멘트는 석회석 사용량이 적기 때문에 비탄산염 원료 대체에 의한 CO<sub>2</sub> 감축 효과가 크다. 본 연구에서는 3종류 슬래그의 화학성분 및 피분쇄성을 평가하여, 저열시멘트 원료로서의 적용성을 검토하였다.

## 2. 실험 내용 및 결과

### 2.1 사용재료

비탄산염 원료인 슬래그 종류 및 형상은 그림1과 같고, 화학성분 분석 결과는 표 1과 같다.

화학성분 분석 결과 KR슬래그는 다른 슬래그 보다 CaO 성분이 가장 많으며, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>, f-CaO 성분도 높게 나타났다. 전로슬래그는 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분, 고로피재슬래그는 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 성분이 높게 나타났다. 이는 저열시멘트 성분과 차이가 있으며, 시멘트 원료 조합시 고려해야 한다.

표 1. 슬래그 종류 및 화학성분

구분	화학성분(%)											f-CaO (%)
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	MnO	LOI	
KR	9.86	2.76	12.95	59.12	3.95	5.37	0.11	0.15	0.32	0.59	3.54	13.56
전로	13.30	4.02	30.56	40.51	4.56	0.28	0.03	0.06	2.12	3.02	-1.24	4.10
고로피재	33.70	14.28	1.03	43.04	4.00	1.23	0.47	0.47	0.04	0.36	0.19	0.32
[비교]저열시멘트	25.11	2.72	3.33	62.17	2.56	1.96	0.72	0.11	0.15	0.08	0.95	0.66

**표 2. 피분쇄성 평가 결과**

구분	분말도( $\text{cm}^2/\text{g}$ )								GT* (분)	90 $\mu\text{m}$ 잔사 (%)	비중
	20분	30분	40분	60분	80분	100분	120분	180분			
KR	2,350	3,020	3,760	4,360	5,000	-	-	-	28.6	14.8	3.06
전로	860	1,750	2,290	2,610	3,090	-	-	3,680	75.7	18.6	3.72
고로괴재	1,620	2,050	2,590	3,220	3,960	4,510	5,000	-	52.9	1.8	3.08

\*GT(Grinding Time) : 분말도 3,000  $\text{cm}^2/\text{g}$  도달 시간



KR슬래그      전로슬래그      고로괴재슬래그

**그림 1. 슬래그 종류별 형상**



**그림 2. (좌) Pulverizer, (우) Lab.Mill**

## 2.2 피분쇄성

비탄산염 원료의 분쇄는 그림 2의 설비를 이용하였으며, 피분쇄성 평가 결과는 표 2와 같다. 시멘트 원료는 소성 전 Raw Mill에서 분쇄하며, 분말도 약 5,000  $\text{cm}^2/\text{g}$ , 90  $\mu\text{m}$  잔사 10% 이하로 가공한다. 고로괴재슬래그는 120분 분쇄시 분말도 및 잔사 기준을 만족하였고, KR슬래그는 80분 분쇄시 분말도는 만족하나, 잔사는 높게 나타났다. 전로슬래그는 180분 이상 분쇄시 Lab.Mill에서 Ball Coating이 발생하여, 분말도는 더 이상 증가하지 않고, 잔사도 만족하지 못하였다. 피분쇄성을 나타내는 GT값으로 비교하면 KR슬래그는 28.6분, 전로슬래그는 75.7분, 고로괴재슬래그는 52.9분이며, 전로슬래그의 피분쇄성은 미흡한 것으로 나타났다.

## 3. 결 론

비탄산염 원료를 활용한 저열시멘트 제조를 위해 슬래

그 3종류에 대한 화학성분 분석 및 피분쇄성 평가를 하였다. 화학성분은 슬래그 종류별 차이가 있어서 시멘트 원료 조합시 반영해야 한다. 피분쇄성은 전로슬래그가 가장 미흡하게 나타났다. 향후, 비탄산염 원료를 활용한 시멘트 클링커 제조 및 물성 평가를 진행할 예정이다.

## 감사의 글

이 논문은 2022년 산업통산자원부 ‘비탄산염 원료 활용 석회석 5wt.% 이상 대체 저열시멘트 제조 및 활용기술 개발(과제번호 RS-2022-00154935)’ 연구비 지원에 의해 수행되었습니다. 이에 감사드립니다.

## 참고문헌

1. 2050탄소중립 녹색성장위원회, “2030 국가 온실가스 감축목표(NDC) 상향안”, 2021.10.18, pp.6~17.