

# CBS-Dust 치환율에 따른 고로슬래그 미분말을 함유한 시멘트 페이스트의 레올로지특성

## Rheology Characteristics of Cement Paste with Blast Furnace Slag Depending on CBS-Dust Contents

박 병 주\*

신 세 준\*\*

이 동 주\*\*\*

김 종\*\*\*\*

한 민 철\*\*\*\*\*

한 천 구\*\*\*\*\*

Park, Byoung-Joo

Sin, Se-Jun

Lee, Dong-Joo

Kim, Jong

Han, Min-Cheol

Han, Cheon-Goo

### Abstract

Recently, the cement industry has been using various wastes as raw materials and fuel for cement as an eco-friendly business. However, most of these waste resources contain large amounts of chloride and alkali, which are concentrated in manufacturing facilities and adversely affect cement production products. Accordingly, in the cement production process, the chlorine ion contained in cement is managed by introducing the Chlorine Bypass System (CBS) into the manufacturing facility and releasing the dust. However, the processing volume of CBS-Dust has been limited due to the shortage of domestic processing companies, and the cost has also been raised, requiring measures to be taken in dealing with CBS-Dust. In this study, rheological properties of CBS-Dust incorporated paste are tested. With the increase of CBS-Dust, flow was decreased due to enhanced viscosity.

키 워 드 : CBS-Dust, 고로슬래그, 시멘트 페이스트, 레올로지

Keywords : chlorine bypass system-dust, blast furnace slag, cement paste, rheology

## 1. 서 론

최근 시멘트 산업은 비용절감 및 폐기물 자원의 재활용차원에서 각종 산업폐기물을 시멘트의 원료 및 연료로서 다량 이용하고 있다. 하지만 이러한 폐자원은 대부분 다량의 알칼리를 포함하고 있어, 시멘트 생산제품에 악영향을 미치는 요인으로 작용하고 있다.

이에 따라 시멘트 생산과정에서는 Chlorine Bypass System(이하 CBS)을 제조 설비에 도입하여 Dust를 배출함으로써 시멘트에 함유되어 있는 염소이온을 관리하고 있다.

하지만 최근 CBS-Dust의 처리에 있어 국내 처리업체 부족 현상으로 인하여 처리량이 제한되었고, 비용 또한 점점 인상되어 CBS-Dust 처리에 있어 적절한 대책 마련이 요구되고 있고, 이러한 CBS-Dust를 콘크리트용 분체로 활용하는 방안도 검토될 수 있다.

그러므로 본 연구에서는 CBS-Dust의 활용이 시멘트계 결합재에 미치는 영향을 고찰하기 위하여 시멘트의 유동성 관점에서 레올로지를 이용한 유동 특성을 실험적으로 고찰하고자 한다.

표 1. 실험계획

구분	실험요인	실험수준	
배합 사항	W/B(%)	1	50
	결합재 조성비(%)	1	BS <sup>1)</sup> 45
	CBS-Dust 치환율(%)	4	0
			5
10			
실험 사항	굳지않은 페이스트	2	항복응력
			소성점도

1) Blast Furnace Slag (고로슬래그 미분말)

\* 청주대학교 건축공학과 석사과정, 교신저자(beej0124@naver.com)

\*\* 청주대학교 건축공학과 석사과정

\*\*\* 아세아시멘트(주) 영업본부 기술영업팀장

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수 공학박사

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수 공학박사

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수 공학박사

## 2. 실험계획 및 방법

### 2.1 실험계획

본 연구의 실험계획은 표 1과 같으며, 고로슬래그 미분말(이하 BS)을 함유한 시멘트에 CBS-Dust를 치환한 페이스트 별 레올로지 거동을 분석하고자 한다. 배합사항으로는 물결합재비 50%, 결합재 조성비 BS 45%, CBS-Dust 치환율 0, 5, 10 및 20%로 4수준이다. 실험사항으로는 CBS-Dust 치환율별 항복응력과 소성점도를 측정한다.

또한 페이스트의 레올로지 측정을 위한 레오미터는 Thermo scientific사의 IQ Rheometer를 사용하였다.

### 2.2 실험방법

레올로지 측정은 레오미터를 사용하여 전단변형율 5 s<sup>-1</sup>에서 25 s<sup>-1</sup>까지 계단식 5단계로 상승시킨 다음 동일한 방법으로 하강시켜 측정하였다. 또한 페이스트가 안정적인 상태가 될 수 있는 시간인 15초동안 지속하였다. 그리고 전단변형율이 감소하는 구간에 대하여 각 단계의 전단응력의 평균값을 구하여 그림 1과 같이 전단변형율과 응력과의 관계를 회귀식으로 만들어 빙험모델에 적용시켰고, 빙험모델을 통해 레올로지 정수인 소성점도와 항복응력을 계산하였다.

## 3. 실험결과 및 분석

본 실험에서 분석한 항복응력과 소성점도의 값을 표 2와같이 평균값으로 하여 그림 2와 3과 같이 그래프로 나타내었다.

먼저 CBS-Dust 치환율이 증가함에 따라 항복응력과 소성점도는 증가하는 경향으로 나타났는데, 이는 BS보다 CBS-Dust의 분체량이 많아 시멘트 페이스트의 유동성이 감소한 것으로 판단된다.

단, CBS-Dust 치환율 5%에서는 항복응력과 소성점도의 증가량이 크지 않아 유동성에는 큰 영향이 없는 것으로 판단된다. 반면, 20%를 치환했을 경우 BS보다 밀도가 낮고 미세한 입자를 가진 CBS-Dust가 과다 치환되어 유동성이 현저하게 낮아지는 것으로 확인되었다.

## 4. 결 론

본 연구에서는 CBS-Dust 치환율에 따른 고로슬래그 미분말을 함유한 페이스트의 레올로지 특성을 통해 유동성을 분석하였다.

실험결과 CBS-Dust의 치환율이 증가할수록 시멘트 페이스트 속의 분체량이 증가하여 항복응력과 소성점도 값이 증가하는 경향으로 확인되었으나, 치환율 5%에서는 유동성에 미치는 영향이 적어 이에 대한 활용 방안을 검토할 수 있다고 판단된다.

### 참 고 문 헌

1. 조봉석, 안재철, 박동천 (2016). 고로슬래그 혼합 시멘트 페이스트의 응결시간 경과에 따른 레올로지 특성. 한국건축시공학회 논문집, 16(6), 505-512.

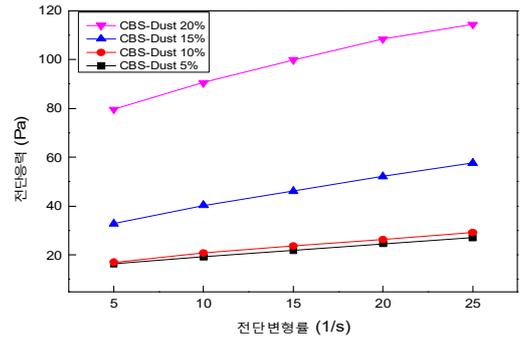


그림 1. 전단율 변화에 따른 전단응력변화 관계

표 2. CBS-Dust 치환율별 항복응력 및 소성점도

CBS-Dust 치환율(%)	항복응력(Pa)	소성점도(Pa.s)
	평균	평균
0	13.795	0.517
5	14.778	0.640
10	25.669	1.1802
20	73.9235	1.822

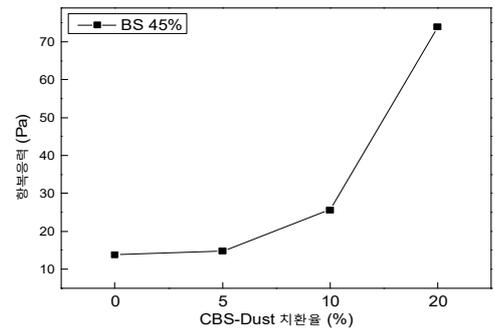


그림 2. CBS-Dust 치환율에 따른 항복응력

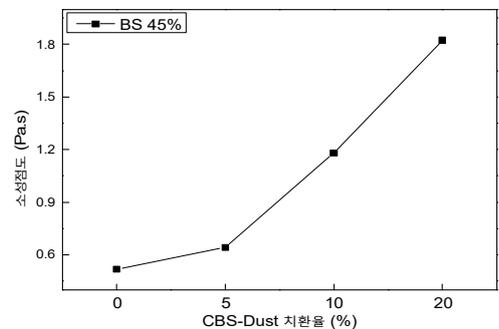


그림 3. CBS-Dust 치환율에 따른 소성점도