

# CBS-Dust와 FA를 치환한 콘크리트의 강도회복성능 평가

## A Study on the Strength Recovery Performance Evaluation of Concrete replaced by CBS-Dust and FA

한수환\*    한준희\*\*    현승용\*\*    김종\*\*\*    한민철\*\*\*\*    한천구\*\*\*\*\*  
 Han, Soo-Hwan   Han, Jun-Hui   Hyun, Seung-Yong   Kim, Jong   Han, Min-Cheol   Han Cheon-Goo

### Abstract

This study intended to verify the alkali activation effect of concrete by replacing FA and CBS-Dust with cement to find out how to utilize CBS-Dust generated during cement production. Experiments result shows that air flow and liquidity can be secured when CBS-Dust is replaced by 5% in FA 20%, and that relatively high compressive strength is expressed in the initial age of 3 days and 7 days and long-term age of 91 days.

키워드 : 플라이 애시, CBS-Dust, 콘크리트  
 Keywords : fly ash, CBS-Dust, concrete

### 1. 서론

최근 국내에서 환경문제가 대두되면서 시멘트 산업에서는 환경친화 사업으로 각종 산업폐기물을 시멘트 원료 및 연료로 이용하고 있다. 그러나, 시멘트 생산시 폐기물에 의해 시멘트 제품 내 염화물의 농도가 높아지는 문제가 발생하고 있으며, 시멘트 생산업체에서는 염화물 줄이기 위해 Chlorine Bypass System을 도입하여 염화물(이하 CBS)를 배출 및 폐기하고 있다. 이때, 발생하는 부산물을 CBS-Dust라 한다.<sup>1)</sup>

하지만, 현재 국내 폐기물 처리업체 부족 및 처리 비용증가 등에 따라 CBS-Dust의 효율적인 처리방안을 검토해야 한다. 이에 따라 본 연구에서는 플라이애시(이하 FA)콘크리트에 강도회복을 목적으로 CBS-Dust를 치환하여 콘크리트의 기초적 물성 확인하고자 한다.

### 2. 실험계획 및 방법

본 연구의 실험계획은 표 1과 같다. 먼저, 물 결합재비는 일반강도 영역의 50%로 하였고, FA 치환율은 0% KS F 5211 플라이 애시 시멘트의 기준 중 가장 많은 치환율을 명시하고 있는 2종과 같이 20%를 치환하는 것으로 계획 하였다. CBS-Dust는 기존 연구의 조건과 동일하게 0, 5, 10, 20%로 계획하였다.

### 3. 실험 결과 및 분석

그림 1은 FA와 CBS-Dust를 복합치환에 따른 슬럼프를 나타낸 것이다. 먼저 FA 치환율에 상관없이 CBS-Dust 치환율이 증가할수록 유동성이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 시멘트보다 낮은 밀도의 CBS-Dust가 치환율이 증가할수록 분체량이 많아져 유동성이 감소한 것으로 분석된다.

표 1. 실험계획

실험요인		실험수준		
실험요인	W/B(%)	1	50	
	목표 슬럼프(mm)	1	180±25	
	목표 공기량(%)	1	4.5±1.5	
	결합재	FA 치환율 (%)	2	0
			20	20
		CBS-Dust 치환율 (%)	4	0
		5	10	
		20	20	
실험사항	굳지 않은 콘크리트	2	슬럼프 공기량	
	경화 콘크리트	1	압축강도(재령 3, 7, 28, 91일)	

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

\*\* 청주대학교 건축공학과 박사과정

\*\*\* 청주대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 청주대학교 건축공학과 명예석좌교수, 공학박사

그림 2는 FA 치환율별 CBS-Dust 치환율 변화에 따른 공기량을 나타낸 것이다. 먼저 FA 0%의 경우 CBS-Dust 치환율이 증가할수록 공기량이 감소하는 것으로 나타났다. 이는 CBS-Dust의 입자가  $11.7\mu\text{m}$ 로 시멘트보다 작아 공기량이 감소된 것으로 판단된다. FA 20%의 경우에는 CBS-Dust 치환율 0~10%까지는 큰 변화가 없으나, 20%에서 공기량이 증가하는 것으로 나타났다. 이는 높은 분말도의 CBS-Dust가 과도하게 치환됨에 따라 점성증가에 의한 간헐 공기 형성에 기인하여 공기량이 증가한 것으로 사료된다.

그림 3은 CBS-Dust 치환율별 재령경과에 따른 FA 0% 콘크리트의 압축강도를 나타낸 것이다. 3일 및 7일 재령에서는 CBS-Dust를 5% 치환하였을 때 가장 높게 나타났으며, 28일에서는 CBS-Dust 0%를 치환하였을 때 38.6 MPa로 가장 높게 나타났고, 91일 재령에서는 CBS-Dust를 20% 치환했을 때 46.7 MPa로 가장 높게 나타났다.

그림 4는 CBS-Dust 치환율별 재령경과에 따른 FA 20% 콘크리트의 압축강도를 나타낸 것이다. CBS-Dust를 5% 치환하였을 때 3일 및 7일 재령과 91일 재령에서 높은 강도발현율을 나타내었다.

이를 통해 추후의 연구로 FA 치환 콘크리트의 CBS-Dust 치환에 따른 콘크리트의 미세공극 구조 변화와 강도증진에 영향을 미치는 미시적 분석을 진행함에 필요성을 확인하였다.

#### 4. 결 론

본 연구는 시멘트 생산시 발생하는 CBS-Dust의 활용방법을 강구하고자 FA와 CBS-Dust를 시멘트에 복합 치환하여 콘크리트의 강도회복 성능을 검증하고자 하였다. 실험결과 FA 20%에서 CBS-Dust를 5% 치환하였을 때 공기량 및 유동성을 확보할 수 있고, 초기재령인 3일 및 7일재령과 장기재령 91일 재령에서 비교적 높은 압축강도를 발현하는 것으로 나타났다.

이를 통해 FA 20% 치환 콘크리트에 CBS-Dust의 적정 치환율로써 5%를 제안하고자 한다. 또한, 추후의 연구를 통해 FA 치환 콘크리트와 CBS-Dust의 슬럼프, 공기량 증가와 장기재령 압축강도 증진에 대한 미시적인 분석이 필요한 것으로 사료된다.

#### 참 고 문 헌

- 한민철, 이동주, 시멘트 생산 시 발생하는 Chlorine Bypass System-dust의 물리 및 화학적 특성. 한국건설순환자원학회 논문집, 제7권 제4호, pp.310~315, 2019

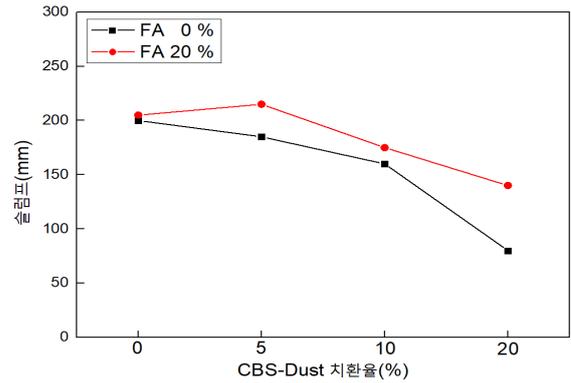


그림 1. CBS-Dust 치환에 따른 슬럼프 변화

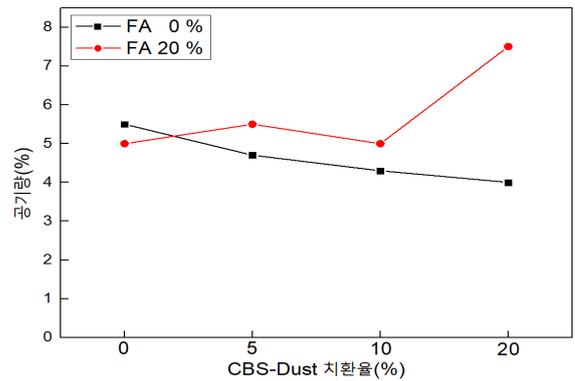


그림 2. CBS-Dust 치환에 따른 공기량 변화

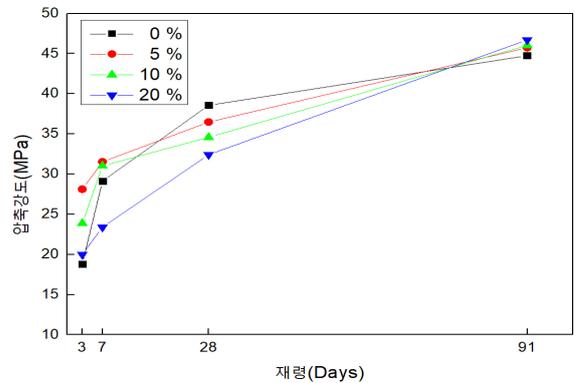


그림 3 재령에 따른 CBS-Dust 치환율별 압축강도(FA 0%)

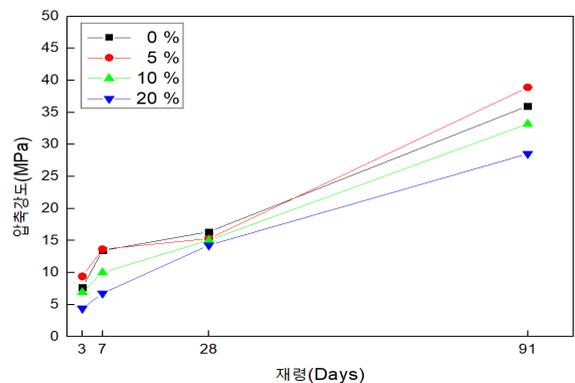


그림 4. 재령에 따른 CBS-Dust 치환율별 압축강도(FA 20%)