

순환유동층 보일러애시를 활용한 비소성 결합재 기초 특성

Basic characteristic of non-sintered binder using by CFBC ash

강 용 학*

Kang, Yong-Hak

Abstract

Recently, there has been a growing interest in the development of non-sintered binder to reduce CO₂ emissions from the cement clinker manufacturing process and a number of studies have been conducted on fly ashes as an industrial by-product. However, in order to utilize fly ashes as a non-sintered binder, it is necessary to solve problems such as safety issues and economical efficiency due to use of an alkali activator. This study evaluates the material properties and compressive strength characteristics of three types of circulating fluidized bed boiler ashes. As a result, it was confirmed that the characteristics of each binder vary depending on the location of the power plant and the types of raw materials. In addition, it has been confirmed that the fluidized bed boiler ash shows a high compressive strength and can be used sufficiently as a non-sintered binder.

키 워 드 : 발전소 부산물, 순환유동층 보일러애시, 비소성 결합재
Keywords : Power plant by-products, Non-sintered binder

1. 서 론

시멘트 산업은 연간 약 14억 톤 이상의 CO₂를 배출하고 있으며, 자원고갈 및 폐기물 처리 등 다양한 문제를 야기하고 있다. 최근 시멘트 클링커 제조 시 발생하는 CO₂를 줄이기 위해 비소성 결합재 개발에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이를 위해 산업부산물인 플라이애시 활용 연구가 다수 진행되고 있다. 그러나, 플라이애시를 비소성 결합재로써 활용하기 위해서는 NaOH, KOH, Sodium silicate 등 알칼리 활성화제의 사용에 따른 안전성 문제와 경제성 확보 등의 문제를 해결할 필요가 있다. 본 연구에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 순환유동층 보일러애시를 대상으로 발전소 부산물을 100% 활용한 비소성 결합재로서의 활용 가능성을 검토하고자 재료 특성 및 압축강도 특성을 평가하였다.

2. 실 험

2.1 실험 재료

본 연구에서는 표 1과 같이 발생원이 서로 다른 3종류의 순환유동층 보일러 애시를 결합재로써 검토하였으며, 각각의 순환유동층 보일러애시는 발생 메커니즘을 고려하여 200번체로 체가름을 실시하여 75 μ m 이하로 입도 조정을 실시하였다.

2.2 실험 방법

순환유동층 보일러애시 결합재에 대한 재료 특성을 평가하기 위하여 화학조성 및 분말도, 밀도와 입형에 대한 물리적 특성을 확인하였다. 또한, XRD를 활용하여 각 결합재가 지닌 광물학적 특성을 검토하였다. 결합재에 대한 압축강도 특성을 확인하기 위하여 압축강도 시험편은 ASTM C 109에서 규정하고 있는 50×50×50 mm의 큐브로 제작하여, 재령 7일, 14일 및 28일에 강도를 측정하였다. 각 결합재의 물/결합재비는 KS 시멘트 평균 주도 시험 방법을 통하여 표 1과 같이 결정하였다.

표 1. 순환유동층 보일러애시 결합재 및 물/결합재비

결합재명	발생처/연료	물/결합재비(%)
CFBC-A	여수/유연탄	45.0
CFBC-B	군장/유연탄	61.0
CFBC-C	군장/페트로코크스	50.0

* 한국건설생활환경시험연구원 선임연구원, 교신저자(yhkang@kcl.re.kr)

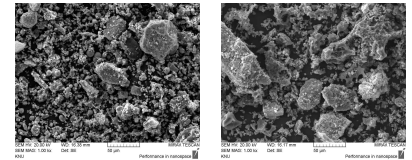
3. 실험

3.1 물리학적 특성

본 연구에 사용된 각 결합재의 화학조성, 분말도 및 밀도는 표 2와 같으며, 연료에 따라 화학조성이 다르게 나타남을 확인하였다. 분말도와 밀도의 경우, 결합재 B가 미연탄소분의 영향으로 결합재 A, C에 비해 상대적으로 낮게 나타났다. 입형의 경우, 결합재 A에서는 구형 입자와 부정형 입자가 보였고, 결합재 B에서는 스펀지 형태인 다공성의 미연탄소분 입자가 확인되었다.

표 1. 순환유동층 보일러애시 결합재의 화학조성, 분말도 및 밀도

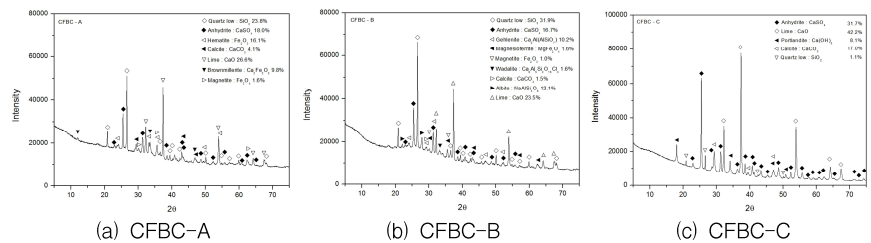
결합재명	SiO ₂	Na ₂ O	MgO	K ₂ O	CaO	free-CaO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	SO ₃	LOI	분말도 (cm ² /g)	밀도 (g/cm ³)
CFBC-A	27.2	1.23	4.55	0.76	35.3	19.3	11.0	11.1	5.57	1.99	3,540	2.90
CFBC-B	27.7	0.71	2.38	0.59	26.4	17.4	4.93	10.6	5.56	20.2	12,452	2.47
CFBC-C	4.88	-	1.73	0.11	62.4	44.5	0.27	0.40	22.7	7.08	3,776	2.90



(a) CFBC-A (b) CFBC-B
그림 1. 결합재 SEM Image

3.2 광물학적 특성

각 결합재에 대한 XRD 분석 결과, 대표적으로 CaO, Anhydrite(CaSO₄) 등에 대한 피크가 나타나는 것을 확인하였다. 또한, 결합재 C의 경우, 대표적인 성분 이외에 추가적으로 Ca(OH)₂와 CaCO₃에 대한 피크가 확인되었다.



(a) CFBC-A (b) CFBC-B (c) CFBC-C
그림 2. 결합재 XRD 분석 결과

3.3 압축강도 특성

각 결합재에 대한 압축강도 특성 검토 결과, 결합재 A의 재령 28일 압축강도가 28.5MPa로 가장 높은 결과를 보였으며, 결합재 B와 결합재 C는 각각 재령 28일 압축강도가 결합재 A의 약 26%, 12% 수준인 7.3MPa, 3.5MPa를 나타내었다.

표 3. 순환유동층 보일러애시 결합재의 압축강도 특성

결합재명	결합재 (%)	물시멘트비(%)	압축강도 (MPa)		
			7 days	14 days	28 days
CFBC-A	100	45.0	11.1	16.8	28.5
CFBC-B		61.0	2.5	4.5	7.3
CFBC-C		50.0	1.1	2.3	3.5

4. 결론

본 연구에서 3종류의 순환유동층 보일러애시를 결합재로 활용하여 재료 특성 및 압축강도 특성을 평가한 결과, 발생처와 원료의 종류에 따라 각 결합재의 제 특성이 다르게 나타남을 확인하였으며, 일부 결합재가 높은 압축강도를 나타냄에 따라 비소성 결합재로서의 활용 가능성 또한 충분히 있음을 확인하였다.

Acknowledgement

본 연구는 산업통상자원부(MOTIE)와 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (No. 20151120100270)

참고 문헌

- Guanghong Sheng, Qin Li, Jianping Zhai, "Investigation on the hydration of CFBC fly ash", Fuel, Vol,98, pp.61~66, 2012
- Lee SH, Kim GS, Self-Cementitious Hydration of Circulating Fluidized Bed Combustion Fly Ash, J. Korean Ceram Soc Vol,54, No,2, pp.128~136, 2017