다양한 방법으로 가공한 건식공정 바텀애시를 사용한 콘크리트의 굳지 않은 상태에서의 특성

Properties of Fresh Concrete with Dry Bottom Ash Processed by Various Method

선 정 수* 최 홍 범** 이 명 진** 유 재 성** 김 진 만***
Joung-Soo, Sun Hong-Beom, Choi Myeong-Jin, Lee Jae-Seong, Yu Jin-Man, Kim,

Abstract

This study was carried out to process the shape of dry bottom ash using the impact crusher and gravity crusher, which are identified as most effective in improving grain shape through the preceding research, and a comparison was made between concrete that utilized the processed dry bottom ash as aggregate and concrete containing dry bottom ash before processing to understand properties of the new concrete.

키 워 드 : 석탄회, 건식 바텀애시, 경량골재
Keywords : Coal ash, Dry bottom ash, Lightweight aggregate

1. 서 론

화력발전소에서 배출되는 건식 바텀애시는 외형이 편평세장하고 불규칙하며, 표면은 연속된 공극이 발달하고, 구조적으로 취약하여 잘 부서지지만, 내부는 다량의 폐쇄형 공극을 포함하고 표면과 비교하여 상대적으로 단단한 조직을 형성하고 있다. 이러한 특성의 건식 바텀애시를 다양한 방법으로 입형 및 표면 가공을 통하여 가공 전 · 후의 특성을 비교하고, 가공 방법에 따른 경량골재 콘크리트 특성 변화에 대한 비교 평가를 위하여 건식 바텀애시를 굵은 골재로사용한 경량 골재 콘크리트를 제작하고 굳지 않은 특성을 파악하여 건식 바텀애시를 경량골재 콘크리트용 경량골재로서의 활용 가능성을 평가하고자 하였다.

2. 사용 재료 및 실험 방법

본 연구에서 사용된 굵은 골재 및 가공 조건에 따른 건식공정 바텀애시 골재의 특성은 표 1과 같으며, 건식공정 바텀애시 골재의 경우 가공 방법에 따라 밀도, 흡수율 및 단위용적질량과 실적율에 변화가 나타났다.

건식공정 바텀애시의 주요 화학적 조성은 가공 방법에 따라 큰 차이가 없었으며, 표 2에 나타낸 바와 같이 SiO_2가 54.9% 이며, Al_2O_3, Fe_2O_3, CaO가 각각 19.9, 13.3, 5.74%로 Fly ash와 유사한 화학성분을 가지고 있는 것으로 나타났다.

건식공정 바텀애시 경량골재를 이용한 배합표를 Table 3.에 나타내었다. 본 실험에서는 W/C 비는 고정하였으나, 가공 방법에 따라 건식공정 바텀애시 골재의 밀도 및 실적율의 편차가 커 예비실험을 통하여 잔골재율을 조정하여 배합설계를 실시하였으며, 흡수율이 상대적으로 높은 바텀애시 경량골재는 프리웨팅 후 수량을 보정하여 실험을 진행하였다.

표 1. Physical properties of Coarse aggregates used

ID	G_{max} (㎜)	Density(g/㎤)		Absorption (%)	Unit weight(㎏/㎥)	Solid content(%)
		SSD	OD			
NWA[1)]	25	2.70	2.68	0.73	1,580.0	58.9
R-dBA[2)]	19	1.30	1.23	7.25	450.0	36.6
C-dBA[3)]	19	1.52	1.47	3.25	568.9	38.7
CA-dBA[4)]	19	1.64	1.61	2.34	732.8	45.5

1) NWA : Nomal weight aggregate
2) R-dBA : Raw dry bottom ash
3) C-dBA : dry bottom ash Processd by horizontal shaft impact crusher
4) CA-dBA : dry bottom ash Processd by horizontal shaft impact crusher and gravity abraser

표 2. Chemical composition of dry bottom ash (% by mass)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	K_2O	TiO_2	etc
54.9	19.9	13.3	5.74	1.87	1.31	1.05	1.93

* 공주대학교 건축공학과 박사과정
** 공주대학교 건축공학과 석사과정
*** 공주대학교 건축공학과 교수, 공학박사, 교신저자(jmkim@kongju.ac.kr)

Table 3. Mix proportions of the lightweight aggregate concrete and test results

ID	W/C (%)	S/A (%)	Unit volume weight(kg/m³)							Unit weight (Ton/m³)	Slump (㎜)	Air (%)
			Water	Cement	Fine aggregate	NWA	R-dBA	C-dBA	CA-dBA			
Plain	45	47	170	378	846	1,002				2.36	205	2.46
R-dBA	45	58	200	444	967		335			1.87	190	4.91
C-dBA	45	58	200	444	967			401		1.87	165	8.04
CA-dBA	45	55	180	400	965				495	1.93	170	6.58

3. 실험 결과

건식공정 바텀애시 경량골재 콘크리트의 배합 직후 슬럼프 및 슬럼프 경시변화를 그림 1에 나타내었다. 초기 슬럼프의 경우 단위수량의 차이는 있으나 W/C비 와 감수제 투입비율을 동일하게 사용하여 180±25㎜기준 만족하는 것으로 나타났다. 그러나 30분 경시 후 CA-dBA의 경우 70%의 슬럼프 감소를 보이는 것으로 나타났으며, 이는 프리웨팅이 충분히 되지 않아 배합 후 시간경과에 따라 골재가 다량의 수분을 흡수한 것으로 판단되어진다.

그림2 는 경량골재 콘크리트의 공기량 및 경시변화를 측정한 결과로서 골재의 수정 계수를 정확히 구하기 어렵고, 다공질인 것을 감안하여, KS F 2409 와 KS F 2421을 병행하여 측정하였다. 질량방법을 이용하여 측정한 결과 시간 경과에 따라 공기량의 감소가 나타났으나 압력법의 경우 공기량 변화에 대한 뚜렷한 경향이 나타나지 않는 것으로 확인되었다.

바텀애시 경량골재의 수분이동에 따른 응결특성을 검토하기 위하여 그림 3과 같이 관입 저항값에 의한 응결시간을 측정해본결과 초결 및 종결의 경우 각각 Plain은 10:10, 12:33 R-dBA는 8:50, 11:48, C-dBA는 8:41, 11:20, CA-dBA는 08:45, 11:17로 나타나 바텀애시 종류에 상관없이 Plain 대비 초결은 약 90분, 종결은 약 1시간 가량 빠르게 나타나는 것으로 확인되었다.

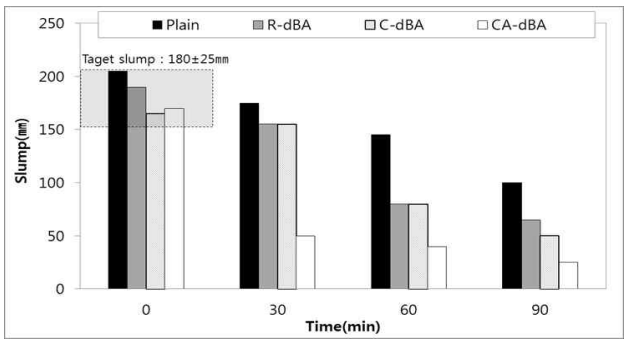

그림 1. Slump of lightweight dBA

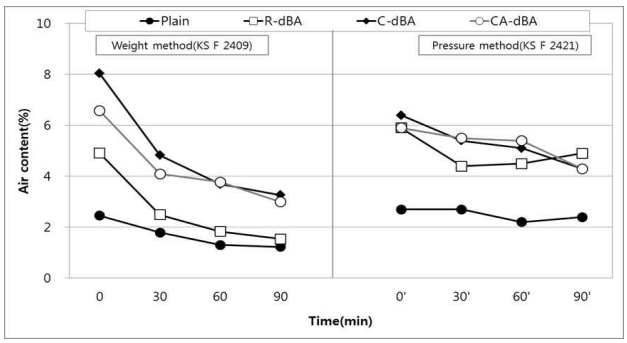

그림 2. Air content of lightweight dBA

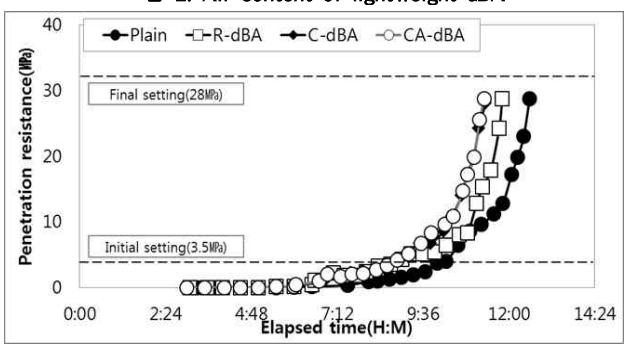

그림 3. Setting time of lightweight dBA

4. 결 론

바텀애시를 사용한 배합의 경우 30분에서 1시간이내에 급속한 수분의 흡수가 이루어져 슬럼프에 영향을 주는 것으로 판단되어져 추후 수분의 이동과 관련된 연구가 필요하며, 공기량 측정 및 예측 방법에 대한 검토가 필요할 것으로 판단되어진다.

또한 본 논문은 바텀애시를 경량골재로서 활용하기 위한 가공 효율에 대한 기초적 연구로서 추후 입형 및 표면 개질을 통하여 골재의 실적율 향상을 통한 최적 배합설계연구를 진행할 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은2014년 환경부 차세대에코이노베이션 사업(과제번호 : RE201303232)과 동서발전 기업위탁과제(과제번호: 2013-0370)의 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. 심재일 외, 굳지 않은 경량골재 콘크리트의 공기량, 유동성 및 블리딩 특성, 한국콘크리트학회지, 제22권 제4호, pp.559~566, 2010.8
2. 성종현, 건식공정 바텀애시를 사용한 경량골재의 특성에 관한 기초연구, 석사학위논문, 2014