

바텀애시를 잔골재로 사용한 경량콘크리트의 특성에 관한 연구

Study on the Properties of Light-weight Concrete containing Bottom Ash as a part of Fine Aggregate

이진우** 권해원* 박희곤*** 김유진**** 배연기**** 이재삼*****
Lee, Jin Woo Kwon, Hae Won Park, Hee Gon Kim, Yoo Jin Bae, Yeoun Ki Lee, Jae Sam

ABSTRACT

Actuality, amount of electric power is rising together with business expansion. But the most power plant is consisted a thermal power. People have been burning fuel like a coal, and it bring the cinder concrete. Fly-ash is use to the high-degree in construction material, but in case of bottom-ash had been disused the whole quantity. Intermittently, the academic world laid his studies for bottom-ash. Thus, this study contents are a characteristic of be not harden concrete incorporating fine aggregate, a strength of harden concrete, elastic modulus and a unit mass. And there do for the sake to examine utility value of bottom-ash and improve of light weight concrete.

요 약

산업의 발전과 더불어 전력의 사용량은 점차 늘어가고 있으며 전력 생산의 대부분은 석탄의 화력을 이용한 화력발전이 그 주를 이루고 있다. 석탄의 연소 후 석탄재가 발생하는데 크게 플라이애시와 바텀애시로 구분되어진다. 플라이애시는 현재 주요 건설재료로써 그 활용도가 높으나 바텀애시의 경우 전량을 폐기처분하므로 인한 2차 환경오염에 대한 문제를 갖고 있다. 바텀애시에 대한 콘크리트용 재료로써 연구가 간헐적으로 이루어지고 있으나 이에 대한 성과는 크게 나타나지 못했으며 이에 본 연구에서는 천연 잔골재보다 가벼운 바텀애시의 특성을 이용하여 경량콘크리트에 사용 가능성을 검토하고 경량콘크리트의 개발을 위한 기초자료로 활용하고자 바텀애시의 잔골재 치환율에 따른 굳지 않은 콘크리트의 특성 및 굳은 콘크리트의 강도, 탄성계수 및 단위질량 등의 특성에 대한 실험적 연구를 실시하였다. 본 연구의 결과 바텀애시가 갖고 있는 미연탄소분에 따른 공기량의 저하가 발생하였으며 바텀애시 자체의 강도가 천연잔골재에 비하여 낮은 원인으로 발생하는 강도 저하문제가 발생하였으나 약 50% 이하의 사용에 따른 문제는 크게 없으며 단위질량을 감소시키는 장점을 발휘할 수 있을 것으로 판단되었다.

* 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 연구원

** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 전임연구원

*** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 전임연구원, 공학박사

**** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 과장

***** 정회원, (주)렉스콘 연구개발팀 팀장

1. 서 론

산업의 발전과 더불어 국내 전력사용량은 지속적으로 증가하고 있는 추세이며 이의 대부분은 화력 발전을 통한 전력 생산이 대부분이다. 화력발전에서 사용되는 석탄회는 크게 플라이애시와 바텀애시로 구분할 수 있으며 플라이애시는 주요 건설재료로 그 활용도가 점차 증가하였으나 바텀애시의 경우 대부분이 매립 폐기되어 2차적인 환경문제를 발생시키고 있다.

또한 최근 천연골재의 공급이 어려워지고 있으며 특히 환경 문제로 인한 바다모래 채취에 대한 규제에 따라 콘크리트용 골재를 대체할 수 있는 대체재의 개발에 대한 관심이 높아져 가고 있다. 이에 바텀애시를 콘크리트용 잔골재로서 활용하기 위한 연구가 이루어지고 있으나 보통 콘크리트에 대한 적용 가능성에 대한 연구에 국한되었다.

본 연구에서는 바텀애시의 콘크리트용 잔골재로서의 활용을 검토하고자 하였으며 특히 천연잔골재에 비하여 밀도가 다소 낮은 특성을 통한 경량콘크리트용 잔골재로서의 활용방안 및 2중 경량콘크리트에 적용 기술의 개발을 위한 기초자료를 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

2.1 실험계획

기존의 인공경량골재를 굵은 골재로만 사용한 구조용 경량콘크리트의 잔골재로써 바텀애시를 천연 잔골재 대체재로 치환한 경량콘크리트의 특성을 검토하기 위하여 물시멘트비는 가장 일반적인 50% 수준으로 하였으며 슬럼프는 210mm를 기준으로 하였다.

본 연구를 위해서 먼저 바텀애시의 특성을 검토하였으며 바텀애시의 천연 잔골재 치환율을 0%에서 100%까지 5단계로 구분하여 치환율에 따른 굳지 않은 콘크리트의 특성으로 슬럼프 및 공기량의 변화를 측정하였으며 경화 후 특성으로 압축강도, 쪼갬 인장강도 및 탄성계수 등에 대한 고찰을 실시하였다.

2.2 사용 재료 및 배합

(1) 구조용 인공경량골재

본 실험에 사용한 구조용 인공경량골재는 점토를 약 1,200℃에서 소성하여 제조한 것으로 표 2에 나타난 바와 같이 최대골재 크기는 15mm이며 표건밀도가 1.85g/cm³인 구조용 인공경량골재를 사용하였다.

(2) 바텀애시

본 실험에 사용한 바텀애시는 유연탄을 사용연료로 하는 화력발전소에서 채취한 것을 사용하였다. 채취된 바텀애시의 기초적 물성시험을 실시하였으며 이에 따라 콘크리트 배합에 적용하여 실험을 실시하였다.

표 1 실험계획 및 인자

요인	슬럼프 (mm)	W/C (%)	바텀애시 치환율(%)
인자	210±25	55.0	0, 25, 50, 75, 100
수준	1	1	5



그림 1. 경량골재 및 바텀애시

표 2. 구조용 인공경량골재의 물리적 특성

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	단위질량 (kg/m ³)	조립률
경량골재	1.85	26.5	1,060	6.8

표 3. 천연 잔골재 및 바텀애시의 물리적 특성

구분	밀도 (g/cm ³)	흡수율 (%)	단위질량 (kg/m ³)	조립률
천연 잔골재	2.59	0.94	1,546	2.84
바텀애시	1.95	22.5	1,131	3.02

3. 실험 결과

3.1 굳지 않은 콘크리트의 특성

(1) 슬럼프

바텀에시는 흡수율이 높아 콘크리트의 잔골재로 사용시 바텀에시의 함수상태에 따른 물성변화가 크게 작용할 수 있으나 바텀에시의 치환에 따른 슬럼프의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다. 다만 바텀에시의 경우 입형이 거칠고 조립률이 높아 치환율이 증가할수록 거친 물성을 나타내었다.

(2) 공기량

바텀에시의 경우 플라이애시와 마찬가지로 미연 탄소분의 함량이 높아 공기량의 감소가 큰 것으로 나타났다. 다만 50% 이상의 치환에 따른 공기량의 감소는 크게 발생하지 않는 것으로 나타났다.

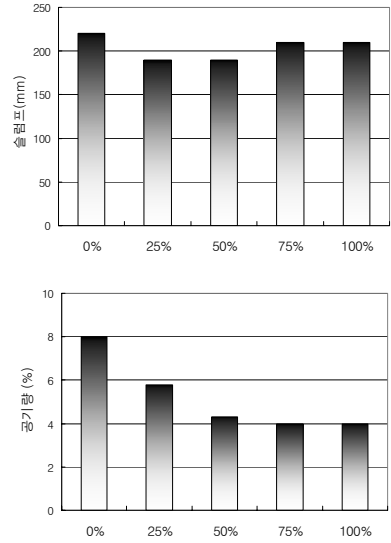


그림 2. 슬럼프 및 공기량 시험결과

3.2 굳은 콘크리트의 특성

표 4. 실험 결과

구 분	치환율 (%)	슬럼프 (mm)	공기량 (%)	압축강도(MPa)			조깅인장(MPa)		탄성계수 (MPa)	단위질량(t/m ³)	
				3일	7일	28일	7일	28일		경화전	기건
I	0	220	8.0	12.3	16.8	21.6	1.84	2.18	9,750	1.90	1.86
II	25	190	5.8	13.2	17.6	24.1	1.95	2.00	7,566	1.86	1.83
III	50	190	4.3	9.6	14.6	19.6	1.38	1.94	6,850	1.81	1.75
IV	75	210	4.0	6.2	11.6	15.3	1.40	1.67	3,801	1.76	1.66
V	100	210	4.0	5.4	8.9	13.4	1.10	1.53	4,365	1.72	1.57

(1) 압축강도 및 조깅 인장강도

바텀에시의 잔골재 치환율에 따른 경량콘크리트의 압축강도 및 인장강도는 표 4와 그림 3, 4에 나타난 바와 같이 20% 치환시 플레인에 비하여 오히려 높은 강도값을 나타내었으며 50%이상 치환시 강도가 다소 떨어지는 경향을 나타내었다. 특히 바텀에시를 100% 치환한 경우 플레인의 50% 수준의 강도발현을 나타내었다.

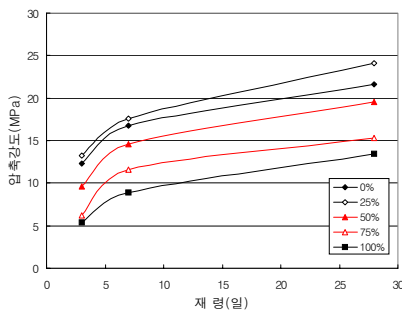


그림 3. 압축강도 시험결과

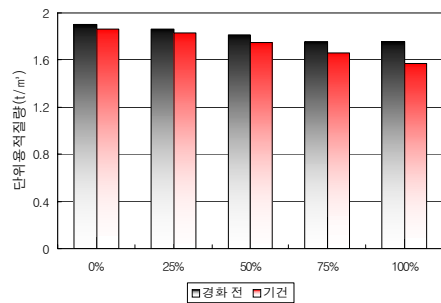


그림 4. 단위용적질량 시험결과

(2) 단위용적질량

바텀애시의 잔골재 치환율에 따른 경량콘크리트의 단위용적질량을 경화전 프레쉬 상태와 경화 후 기건상태에서 측정하였다. 그 결과 25%치환에 따라 프레쉬 상태의 콘크리트 단위질량은 약 2% 감소하였으며 경화 후 기건상태의 단위질량은 25%치환에 따라 약 4~5% 정도 감소하는 것으로 나타났다.

(3) 탄성계수

바텀애시의 잔골재 치환율에 따른 경량콘크리트의 탄성계수를 측정한 결과 표 4 및 그림 5, 6에서 보는 바와 같이 탄성계수가 크게 감소하는 것으로 나타났다.

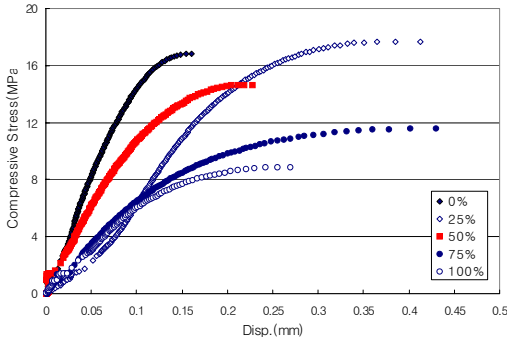


그림 5 7일 탄성계수

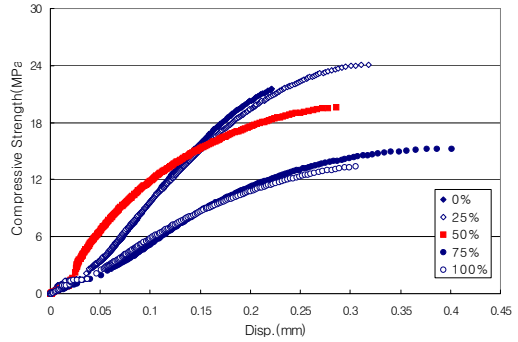


그림 6 28일 탄성계수

4. 결 론

바텀애시의 경량콘크리트용 잔골재로서의 활용성을 검토하기 위한 본 연구의 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

(1) 바텀애시의 잔골재 치환율에 따른 유동특성은 큰 변화가 없었으나 바텀애시의 입형 및 입도에 따른 콘크리트의 성상이 다소 거친것을 유관으로 관찰되었으며, 특히 공기량의 경우 급격한 감소 현상이 발생하는 것을 알 수 있었다.

(2) 경량콘크리트의 강도 특성은 바텀애시의 치환율에 따라 25% 증가할수록 약 15~20%의 강도 저하가 발생하였으나 25% 치환시 오히려 강도의 증진이 이루어졌으며 50% 이하로 사용할 경우 큰 영향이 없을 것으로 기대되었다.

(3) 경량콘크리트의 주요 특성인 콘크리트의 단위용적질량의 경우 바텀애시의 치환에 따라 25% 증가 시 프레쉬 상태에서 약 2% 정도의 감소와 경화시 약 4~5% 수준으로 감소하는 것으로 나타났다.

(4) 바텀애시의 치환율이 증가함에 따라 탄성계수는 약 15~20% 정도로 감소하는 것으로 나타나 실제 구조물의 적용에 대한 검토가 반드시 필요할 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 조병완, “알칼리 활성화에 의한 Fly ash와 Bottom ash의 경화 특성”, 대한토목학회논문집, Vol. 25, No. 2, pp. 289~293, 2005
2. 이동운, “바텀애시를 잔골재로 부분 치환한 콘크리트의 강도특성에 관한 연구”, 대한건축학회논문집, Vol 22, 6, pp. 79~86, 2006
3. Nader Ghafoori, Yuzheng Cai, Laboratory-Made Roller Compacted Concretes Containig Dry Bottom Ash, ACI Material Journal, pp224~251, 1998. 5