

경량 모르터용 건식공정 바텀애시의 입형 개선 효과와 최적 입도 Shape Improvement and Optimum Gradation of Dry Processed Bottom Ash for Lightweight Mortar

최홍범¹ · 김진만^{1*} · 선정수¹ · 한동엽²

Hong-Beom Choi¹ · Jin-Man Kim^{1*} · Jung-Soo Sun¹ · Dong-Yeop Han²

(Received February 23, 2015 / Revised March 17, 2015 / Accepted March 18, 2015)

The aim of this research is suggesting dry processed bottom ash as a new and economical source of lightweight aggregate for mortar and concrete. The dry process of bottom ash is an advance method of water-free and no chloride because only cooled down by double dry conveyer belt systems. Furthermore, because of relatively slow cooling down process helps burning up the remaining carbon in bottom ash. Using this dry process bottom ash, to evaluate the feasibility of using as a lightweight aggregate for mortar and concrete, two-phase of experiments were conducted: 1) improving shape of the bottom ash, and 2) controlling grade of the bottom ash. From the first phase of experiment, additional abrading process was conducted for round shape bottom ash, hence improved workability and compressive strength was achieved while unit weight was increased comparatively. Based on the better shape of bottom ash, from the second phase, various grades were adopted on cement mortar, standard grade showed the most favorable results on fresh and hardened properties. It is considered that the results of this research contribute on widening sustainable method of using bottom ash based on the dry process and increasing value of bottom ash as a lightweight aggregate for concrete.

키워드 : 건식공정, 바텀애시, 경량잔골재, 골재입형, 골재입도

Keywords : Dry process, Bottom ash, Lightweight fine aggregate, Aggregate shape, Aggregate grading

1. 서론

산업부산물의 효율적인 활용은 폐기물 저감을 통한 자연환경 보존 뿐 아니라 기존의 폐기물로 인식되던 자원에 대해 높은 부가가치를 부여하여 고비용의 자재를 저비용의 순환자원으로 대체하는 장점이 있다(Linton et al, 2007). 현재 우리나라 전력생산의 60% 이상을 차지하는 화력발전은 화석연료를 연소하여 전기를 생산하는 시설로서(Korea Electric Power Corporation 2014), 석탄을 연소할 때 발생하는 석탄회는 플라이애시, 신더애시와 바텀애시가 있다(Benavidez et al, 2003). 플라이애시는 이미 포졸란 반응을 일으키는 혼화재료로서 건설산업에서 많은 부분을 재활용하고 있다. 하지만, 바텀애시의 경우는 여전히 많은 양이 폐기되고 있어 바텀애시의 효과적인 재활용 방안이 요구된다.

기존의 바텀애시는 보일러에서 발생하면서 해수를 이용하여 냉각시키는 습식공정으로 배출한다(Park et al, 2012). 이러한 경우에는 함수율이 높고, 미연탄의 함량이 높아 재활용하기 어려운 바텀애시를 배출하게 된다. 특히, 해수를 사용할 경우에는 염화물의 함량도 높기 때문에 더욱더 활용이 어려워지게 된다.

이에 본 연구에서는 기존의 습식 바텀애시의 문제점을 해결하기 위해 건식공정을 통해 얻어진 바텀애시를 활용할 수 있는 방안 등에 대해 제시하고자 한다.

기존의 경량골재는 자연적인 경량골재와 인공적으로 제조하는 인공경량골재가 있으며(Holm et al, 1994) 현재 이들의 가격은 매우 높은 편이다(Clarke, 2002). 이에 본 연구에서 제시하는 건식 바텀애시를 경량골재로 이용함으로써 기존의 폐기되던 산업부산물을 처리함과 동시에 고가의 경량골재를 대체함으로써 친환경

* Corresponding author E-mail: jmkim@kongju.ac.kr

¹공주대학교 건축공학과 (Department of Architectural Engineering, Kongju University, Chungnam, 123-456, Korea)

²청주대학교 산업과학연구소 (Research Institute of Industrial Sciences, Cheongju University, Chungbuk, 234-567, Korea)

적인 재료로의 활용과 저가의 경량골재 및 이를 이용한 경량콘크리트를 얻을 수 있어 건설산업에 매우 큰 이익을 창출할 수 있을 것으로 예상된다.

이에 본 연구에서는 친환경적이고 경제적인 경량골재로 건식공정을 통해 생산된 바텀애시를 제시하고자 한다. 건식공정 바텀애시는 발전소에서 배출된 직후에는 형상이 거칠어 보다 효율적으로 사용하기 위해서는 입형을 개선할 필요가 있다. 본 연구에서는 이러한 특성을 실험적으로 검증하기 위하여 모르터를 대상으로 입형 개선 전후의 특성변화를 평가하고, 입형 개선한 건식공정 바텀애시를 경량 모르터용 경량골재로서 사용하기에 가장 적절한 입도를 평가하였다.

2. 실험계획 및 방법

2.1 실험계획

본 연구에서는 건식 바텀애시를 모르터용 잔골재로 활용하는데 있어서 양질의 성능을 얻기 위한 실험으로서 2가지 단계로 구성되었다. 실험계획은 Table 1에 나타내었다. 먼저, 첫 번째 단계에서는 입형 개선한 건식 바텀애시의 사용량에 따른 모르터의 특성 변화를 평가하기 위한 것이다. 표준사의 일부를 입형 개선 전후의 건식 바텀애시를 일정한 비율만큼 치환한 모르터의 굳지 않은 상태 및 경화상태에서의 공학적 특성의 변화를 관찰하였다.

두 번째 단계는 첫 번째 단계에서 얻어진 입형이 개선된 바텀애

Table 1. Experimental plan

Phase	Mixture conditions		Tests conducted	
Phase 1	w/c	0.50	Fresh mortar flow unit weight air content Hardened mortar (3, 7, 28 days) compressive strength flexural strength	
	target flow (mm)	over 200 (using SP)*		
	dBA replacement ratio (%)	0, 25, 50, 75, 100		
Phase 2	w/c	0.40	Aggregate gradation curve Fresh mortar flow unit weight air content Hardened mortar (3, 7, 28, 91 days) compressive strength flexural strength	
	target flow (mm)	200 ± 15		
	Grada-tions	C		Control (standard sand)
		S		Standard
		G 1		≥ 1.2 mm
G 2		0.15 mm ≤ and ≥ 1.2 mm		

*different dosages of SP is adopted for over 200 mm of flow

시에 대하여 모르터 성능을 최적화할 수 있는 입도 제안을 목표로 실험을 계획하였다. ASTM에서 규정하는 콘크리트용 잔골재의 표준입도 및 경량 잔골재용 표준입도를 기준으로 바텀애시의 입도를 변화시키면서 모르터 실험을 실시하였으며 이 경우에는 100% 바텀애시를 사용하였다. 모든 모르터 실험에서 모르터의 굳지 않은 상태에서 유동성 및 공기량, 단위용적질량을 측정하였으며, 경화 상태에서 압축강도 및 휨강도를 측정하였다.

2.2 사용재료 및 실험방법

모르터 비빔에 사용된 시멘트는 보통포틀랜드 시멘트를 사용하였으며, 배합수로는 수돗물을 사용하였다. 화학 혼화제로서는 폴리칼보산계 감수제를 사용하였다.

본 실험에 이용된 건식 바텀애시는 Fig. 1에서 보는 바와 같은 건식 과정을 거쳐 얻어졌다. 즉, 보일러 하부의 건식 컨베이어에 안착된 후, 일정한 시간 동안 보일러 내부에 체류하면서 추가적으로 연소되기 때문에 미연소탄소가 거의 모두 연소되어 최종적으로 얻어지기 때문에 미연소탄소를 거의 함유하지 않는다. 이와 같이 연소된 바텀애시는 파쇄, 냉각 공정을 통하여 배출되게 되고, 다공질의 특성을 가지고 있으며 매우 낮은 밀도를 갖게 된다. 건식공정을 거쳐 얻어진 바텀애시에 대하여 물리·화학적 특성을 Table

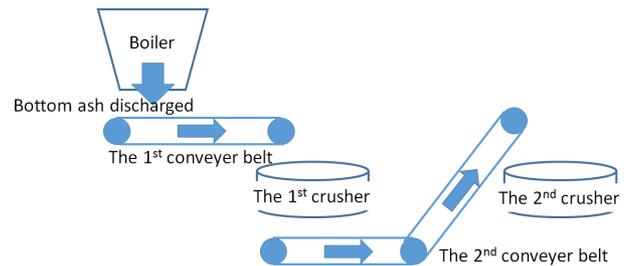


Fig. 1. Schematic idea of dry process for bottom ash

Table 2. Physical properties of aggregate

Category	Density (g/cm ³)		Bulk Density (kg/l)	FM	Absorption rate (%)	Absolute volume (%)
	OD	SSD				
C (Standard sand)	2.57	2.53	1.55	2.61	1.68	61.1
Raw dBA	1.74	1.97	0.94	2.24	13.30	54.0
Processed dBA	S	1.84	1.68	0.91	2.47	9.94
	G1	1.81	1.60	0.99	2.17	13.56
	G2	1.80	1.60	0.91	2.51	12.12

OD: oven dry, SSD: saturated, and surface dry, FM: fineness modulus

2 및 3에 나타내었다. 첫 번째 실험에 사용된 바텀애시의 입형 개선은 Fig. 2에서 보는 바와 같은 중력식 마쇄기를 이용하였다. 중력식 마쇄기는 30분간 가동하였다. 이렇게 생산된 바텀애시의 입형 비교는 Fig. 2와 같다. 즉, 그림에 보는 바와 같이 마쇄과정을 통해 크기가 큰 입자가 마쇄되어 크기가 작은 입자로 되었음을 알 수 있다. 이는 골재의 입형 또한 마쇄되어 개선되었음을 의미한다. 모르타의 비빔은 각각의 입형을 갖는 바텀애시에 대하여 강모래에 대해 0, 25, 50, 75, 및 100%를 치환하여 잔골재를 준비하였으며 모르타는 물-시멘트 비 0.50를 고정하고 시멘트 : 잔골재 = 1 : 3으로 배합하였다. 다만, 목표 플로우 200mm 이상을 만족하도록 고성능 감수제양을 조정하였다.

두 번째 실험에서는 입형이 개선된 바텀애시에 대하여 입도를 조절하여 모르타를 배합하였다. 입형이 개선된 건식 바텀애시의

Table 3. Chemical properties of bottom ash

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	others
3.70	56.0	26.9	7.00	1.40	5.00

OD: oven dry, SSD: saturated, and surface dry, FM: fineness modulus



Photo 1. Gravity abraser

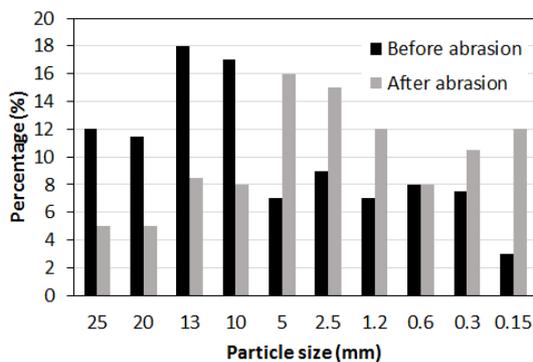


Fig. 2. Shape improvement by gravity abraser

물리적 특성을 입도별로 Table 2에 나타내었다. 모르타의 물-시멘트 비는 0.40, 시멘트 : 잔골재 = 1:3을 만족하고, 목표 플로우는 천연잔골재를 사용한 경우에 200±15mm를 만족하게 배합설계하여 모든 배합에 동일하게 적용하였다. 바텀애시를 활용한 입도는 세 가지를 준비하였는데, 표준입도곡선을 만족하도록 조정된 경우 (S)와 1.2mm 이하 크기의 (G1), 그리고 1.2mm 이하 크기이면서 0.15mm 이하의 골재를 제거한 (G2)를 준비하였다.

모든 단계에서 굳지 않은 모르타의 특성으로 플로우, 단위용적 질량 및 공기량을 측정하였으며, 경화 모르타의 특성으로는 압축 강도와 휨강도 및 단위용적질량을 측정하였는데, 첫 번째 단계에서는 3, 7, 28일간 재령에서, 두 번째 단계에서는 3, 7, 28, 91일 재령에서 측정하였다. 각 시험은 KS규격에 의거하여 실시되었다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 건식공정 바텀애시의 입형 개선 효과

1) 굳지 않은 모르타 특성

Fig. 3은 입형이 개선된 바텀애시를 여러 비율로 치환한 굳지 않은 모르타의 플로우 시험 결과를 나타낸다. 다만, 목표 플로우 200mm를 만족하기 위해 고성능 감수제를 다르게 사용하였는데, control인 천연잔골재의 경우 0%, 건식 바텀애시 25 및 50%를 치환한 경우 0.2%, 75 및 100% 치환한 경우에 0.4%를 사용하였다. 즉, 입형 개선 여부와 관계없이 바텀애시를 잔골재로 사용할 경우 유동성 저하는 불가피한 것으로 나타났다. 그러나 입형 개선 전과 비교하여 입형 개선을 실시한 잔골재의 경우 유동성이 모두 증진된 결과를 볼 수 있었다. 이는 기존의 각진 형태의 바텀애시와 비교하여 중력식 마쇄과정을 거친 입형 개선 바텀애시의 경우 원형에

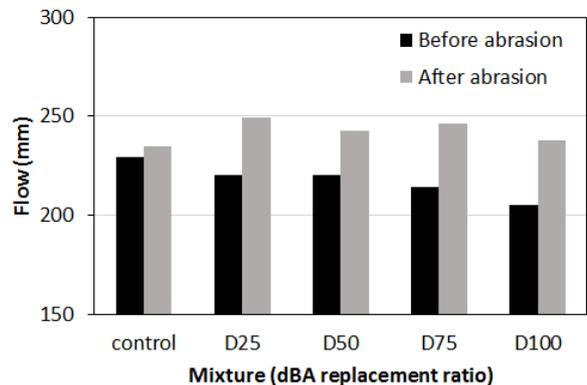


Fig. 3. Effect of improved particle shape on fresh mortar flow depending on the replacement ratio

가까운 입형을 갖게 되어 유동성 증진에 기여한 것으로 생각된다. 또한, 치환율이 증가할수록 미세하게 유동성이 감소되는 경향에 대해 입형을 개선한 경우에는 유동성 감소의 정도가 매우 적었다.

건식 바텀애시의 치환율에 따른 공기량 추이는 Fig. 4에 나타내었다. 전반적으로 굳지 않은 모르터의 공기량은 입형의 변화와 관계없이 바텀애시 치환율이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보였다. 이러한 경향은 바텀애시 25% 증가함에 따라 공기량이 약 2%씩 증가하는 경향을 보였다. 이는 다공질성의 바텀애시에 의해 굳지 않은 모르터의 공기량이 증가하는 것으로 생각되었다. 다만, 공기연행제를 사용하지 않았기 때문에 이렇게 확보된 공기는 갇힌 공기로서 동결융해에 대한 대안으로는 보다 추가적인 연구가 필요할 것으로 판단된다.

건식 바텀애시 치환율에 따른 굳지 않은 모르터의 단위용적질량 결과를 Fig. 5에 나타내었다. 전반적으로 건식 바텀애시의 치환율이 증가함에 따라 단위용적질량이 감소하는 경향을 보였으며, 입형 개선 전의 바텀애시를 사용하였을 때 모르터의 단위용적질량이 더 크게 감소하였다. 이는 천연잔골재 보다 밀도가 낮은 바텀애

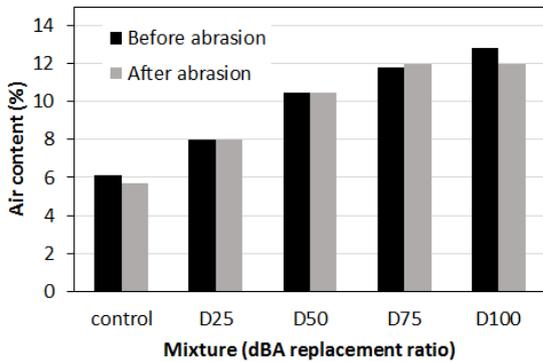


Fig. 4. Effect of improved particle shape on fresh mortar air content depending on the replacement ratio

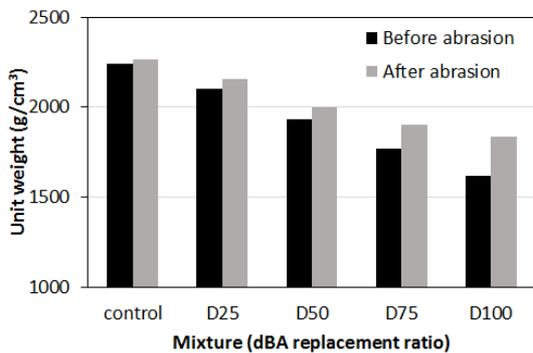
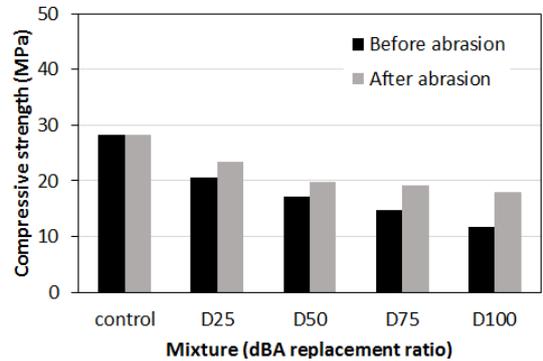


Fig. 5. Effect of improved particle shape on fresh mortar unit weight depending on the replacement ratio

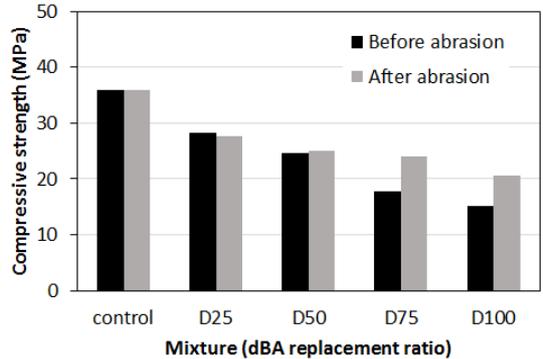
시에 의한 모르터의 단위용적질량감소로 판단되며, 입형 개선 전 바텀애시의 밀도가 더 낮아 모르터의 단위용적질량의 감소가 더 크게 나타난 것으로 판단된다.

2) 경화 모르터 특성

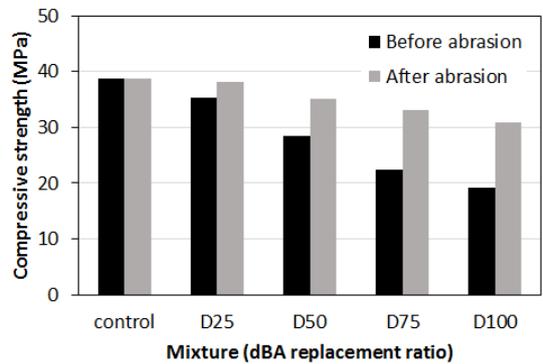
Fig. 6에서는 재령 3, 7, 28일에서 바텀애시 치환율에 따른 입형 개선 전·후의 압축강도를 비교하여 나타내었다. 전체적으로 바텀애시의 치환은 압축강도의 저하로 이어졌다. 이는 다공질인 바텀



(a) 3 day



(b) 7 day



(c) 28 day

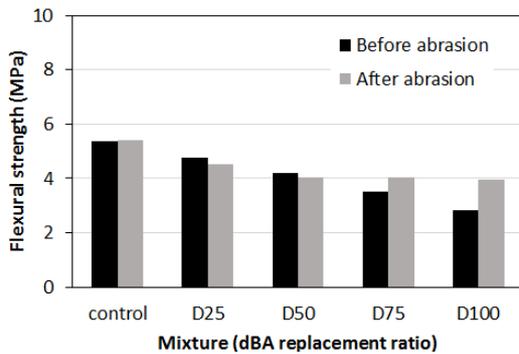
Fig. 6. Effect of improved particle shape on compressive strength depending on the replacement ratio at given ages

애시의 압축강도가 천연골재보다 낮아 경화 모르타의 압축강도의 저하에 기여한 것으로 판단된다. 재령의 증가에 따라 압축강도는 증가하였으며 이는 천연골재 및 입형 개선 전·후 바텀애시 모두에서 관찰되어 바텀애시에 의한 압축강도 증진에 악영향은 없는 것으로 판단되었다. 바텀애시의 입형에 대해서는 대부분의 재령 및 치환율에서 입형이 개선된 바텀애시의 경우 압축강도가 증진되는 결과를 나타내었다. 특히, 바텀애시를 100% 치환한 경우에 입형이 개선된 경우는 입형 개선이 이루어지지 않은 바텀애시 50% 치환된 모르타의 압축강도와 유사하여 입형을 개선함으로써 동일

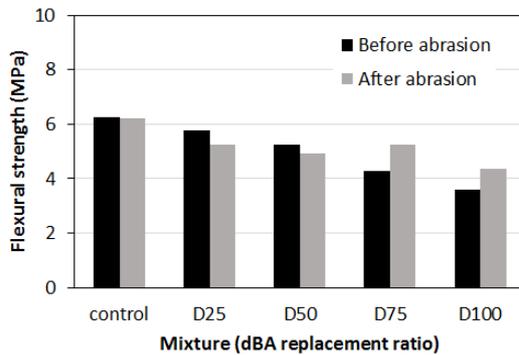
압축강도 성능 기준을 더욱 많은 바텀애시를 치환할 수 있음을 알 수 있다.

입형 개선에 따른 경화 모르타의 휨강도 결과를 Fig. 7에 나타내었다. 압축강도 결과와 유사하게 바텀애시 치환율이 증가함에 따라 휨강도가 감소하는 경향을 보이고 있으며 바텀애시에 의한 휨강도 증진에 대한 악영향은 보이지 않았다.

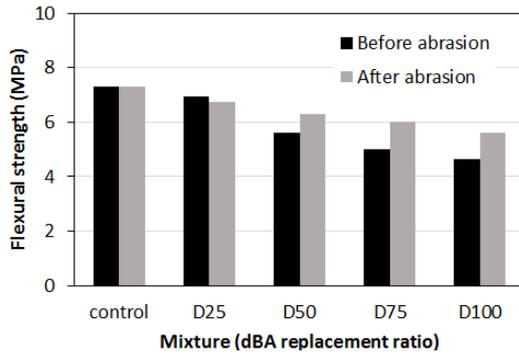
다만, 입형이 개선된 경우에는 재령 3일과 7일에서는 치환율 75% 이상부터 재령 28일에서는 치환율 50% 이상에서 휨강도 증진효과를 보이고 있었다. 다만, 입형변화에 따른 감소 및 증진되는 휨강도의 정도는 그리 크지는 않았다.



(a) 3 day



(b) 7 day



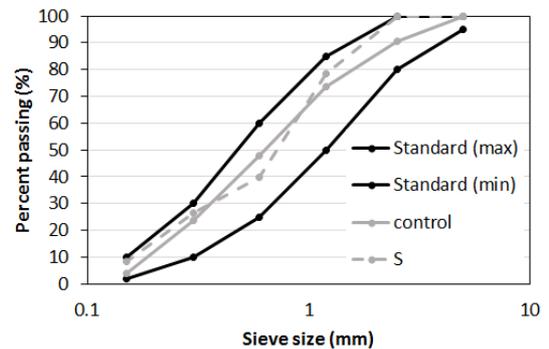
(c) 28 day

Fig. 7. Effect of improved particle shape on flexural strength depending on the replacement ratio at given ages

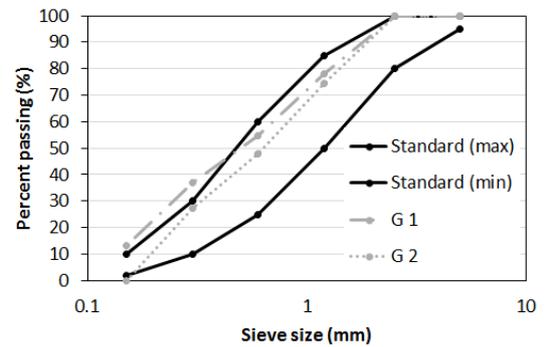
3.2 최적 성능을 위한 입도 조정

1) 경량골재의 입도분석

건식 바텀애시를 활용한 경량 잔골재 생산을 위하여 세가지 입도를 준비하였고, 천연잔골재와 세 가지 경량 잔골재의 입도곡선을 Fig. 8에 나타내었다. 천연잔골재의 경우는 KS F 2526(Korea Standard Association 2012)의 표준입도곡선 내를 만족하고 있었으며 대체적으로 모든 크기의 입자가 고루 포함되어 있음을 알 수



(a) Control, S gradations



(b) G1 and G2 gradations

Fig. 8. Gradation curves for various gradings of lightweight fine aggregate

있었다. 표준입도를 맞춘 S의 경우 0.6mm에서 1.2mm 크기의 입자가 다소 많이 포함되어 있으나 대체적으로 표준입도곡선 범위에 들어왔다. 1.2mm 이하의 입자로 이루어진 G1의 경우는 크기가 큰 입자의 경우는 표준입도 범위에 들어왔으나, 0.3mm이하의 크기에서 표준입도 범위를 벗어나 다소 많은 양의 미립자가 포함되어 있음을 알 수 있었다. 또한, G2의 경우는 0.15mm 이하의 미립자를 제거하여 G1과 비교하여서는 다소 양호한 입도를 나타내었으며 전체적으로도 표준입도범위에 들어오는 분포를 보였다.

2) 굳지 않은 모르터 특성

바탕애시의 입도별 굳지 않은 모르터의 플로우 결과를 Fig. 9에 나타내었다. 전체적으로 목표 플로우를 모두 만족하였다. 유동성은 천연잔골재의 경우 가장 우수한 유동성을 나타내었으며 바탕애시의 경우는 모든 경우에서 유동성이 저하하는 현상을 나타내었다. 이는 바탕애시의 높은 흡수율에 기인하여 유동성에 기여할 자유수를 흡수해 버리는 현상에 기인한 것으로 판단된다. 입도에 따른 유동성 변화는 G1 입도의 모르터가 가장 좋은 유동성을 나타내

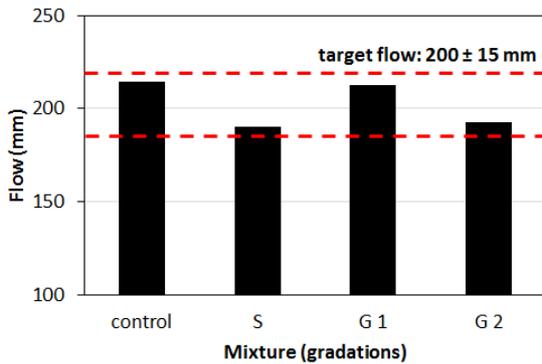


Fig. 9. Effect of gradations of lightweight fine aggregate on flow

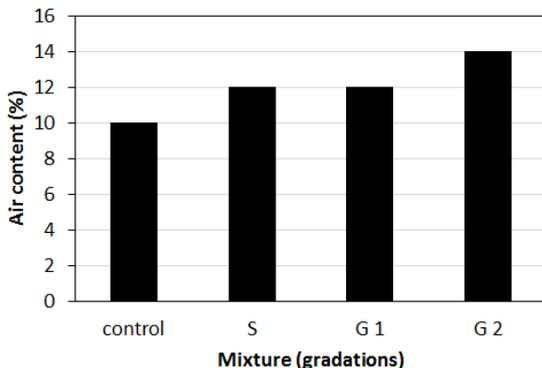


Fig. 10. Effect of gradations of lightweight fine aggregate on air content

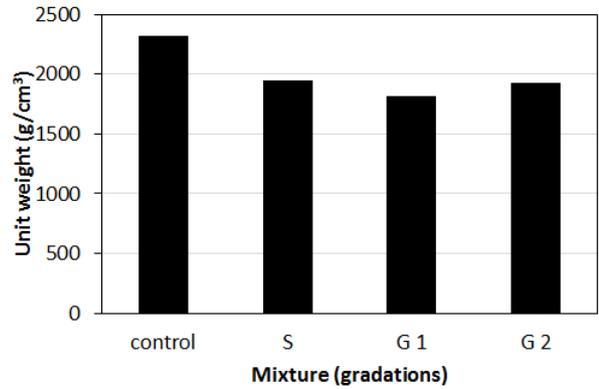


Fig. 11. Effect of gradations of lightweight fine aggregate on unit weight

었는데, 이는 미립분이 많이 포함되어 내부에서 베어링 작용을 함에 따라 유동성이 좋아진 것으로 생각된다. 이에 대한 증명으로 G2 입도는 0.15mm이하 입자가 제거되어 유동성이 낮게 측정되었다. 표준입도를 맞춘 S입도의 경우 역시 유동성이 낮게 측정되었는데, 이는 1.2mm에서 0.6mm 사이의 입자가 다소 많아 고른 연속 입도를 이루지 못함에 의한 것으로 생각된다.

입도변화에 따른 공기량 및 단위용적질량 측정 결과를 Fig. 10, 11에 나타내었다. 공기량의 경우 바탕애시를 포함함에 따라 증가하였고, 단위용적질량은 동일한 경향으로 감소하였다. 이는 바탕애시의 낮은 밀도에 기인하는 것으로 다공질성의 바탕애시의 갇힌 공기가 공기량을 증가시키고 단위용적질량을 감소시킨 것으로 판단된다. 하지만, 입도변화에 따른 공기량 및 단위용적질량의 변화는 다소 있으나 큰 변화는 없다고 판단되어 진다.

3) 경화 모르터 특성

경량잔골재의 입도에 따른 압축강도 결과를 Fig. 12에 나타내었다. 전반적으로 천연잔골재와 비교하여 바탕애시를 사용한 경우에 압축강도가 저하하는 것을 볼 수 있었다. 이는 경량골재로서 바탕애시가 다공질성으로서 골재 강도 측면에서 천연골재보다 낮아 일반 강도영역인 경화 모르터의 압축강도를 낮추는 데에 영향을 미친 것으로 판단된다. 다만, 표준입도인 S입도의 경우는 천연골재와 매우 유사한 정도의 압축강도를 보이고 있어, 양호한 성능을 발휘한다고 할 수 있다. G1과 G2입도의 경우 G1이 가장 낮은 압축강도를 보이고 있다.

이는 상대적으로 크기가 작은 입자가 많은 G1이 압축강도 측면에서는 불리한 성능을 보였다고 할 수 있다. 이러한 결과를 통해 비록 강도가 낮은 경량잔골재의 경우라도 적절한 입도를 갖춤으로

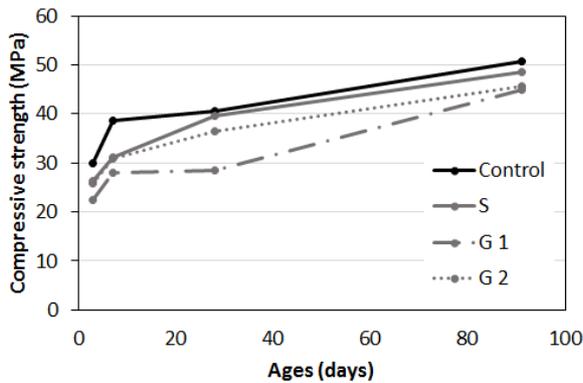


Fig. 12. Effect of gradations of lightweight fine aggregate on compressive strength development

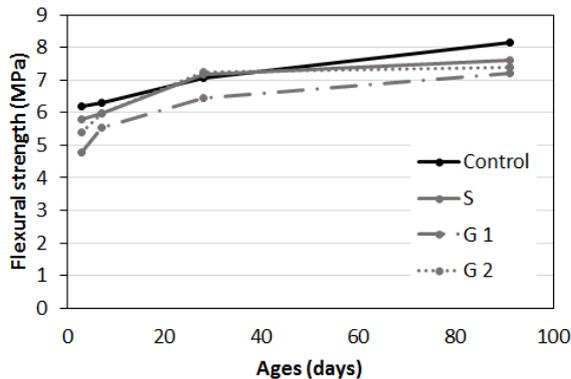


Fig. 13. Effect of gradations of lightweight fine aggregate on flexural strength development

서 어느 정도 공학적 성능을 확보할 수 있음을 알 수 있었다.

Fig. 13은 입도변화에 따른 휨강도 측정결과를 나타낸다. 휨강도의 경우도 압축강도와 유사하게 바텀애시를 사용한 경우는 휨강도가 저하하는 경향을 보이고 있다. 하지만, 표준입도로 조정된 S입도의 경우에는 천연잔골재의 Control과 비교하여 대등한 정도의 휨강도를 보이고 있어, 고른 입도가 휨강도 저감에 있어서 어느 정도 보완을 하고 있다고 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 기존의 습식공정에서 얻어진 바텀애시가 재활용이 까다로운 것을 착안하여 새로운 건식공정을 통해 얻어진 바텀애시를 경량 잔골재로서 활용하는 것을 목적으로 일련의 실험을 실시하였다. 첫 번째로 바텀애시의 입형을 개선하여 바텀애시를 사용한 모르타의 성능을 평가하였으며, 이러한 양호한 입형의 바텀애시에 대하여 입도를 조정하여 가장 양호한 모르타 성능을 발

휘하는 입도를 제안하고자 하였다. 본 연구에서 실시한 일련의 실험을 통해 건식 바텀애시를 고부가가치의 경량잔골재로 활용하는 방안을 제시하고자 하였으며, 본 실험의 범위 내에서는 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 건식 바텀애시는 그 고유의 특성으로 인하여 전반적으로 유동성이 저하하고 공기량이 증진되는 측면이 있었으며 압축강도에 있어서도 저하하는 경향을 나타내어 이에 대한 개선이 필요하다고 판단되었으며, 그에 따른 입형 개선을 실시하였다.
2. 입형을 개선한 건식 바텀애시는 유동성 저하 효과를 저감하면서 압축강도에도 상당히 유리한 성능을 보여주었다. 특히, 입형 개선되지 않은 바텀애시를 50% 치환한 경우의 압축강도와 입형 개선이 된 바텀애시를 100% 치환한 경우의 압축강도가 유사하게 나타나 이는 바텀애시를 동일 강도 조건에서 많은 양을 치환할 수 있는 결과로 판단된다. 즉, 입형 개선을 통해 모르타의 밀도를 동일 강도 조건에서 더욱 낮출 수 있을 것으로 기대된다.
3. 바텀애시 입도의 변화는 굳지 않은 모르타에 있어서 큰 영향을 주지는 않았다. 하지만, 경화 모르타에 있어서 압축강도 및 휨강도가 표준입도를 이룬 바텀애시를 사용한 경우에 천연잔골재를 사용한 경우와 유사한 정도의 성능을 나타내어 앞으로 바텀애시를 구조용 콘크리트 경량골재로 사용함에 있어 매우 긍정적인 결과로 판단된다.

감사의 글

본 논문은 차세대 에코이노베이션 기술개발 사업의(과제번호: 2013000150009) 연구비 지원에 의해 수행되었으며 이에 감사드립니다.

References

Benavidez, E., Grasselli, C., Quaranta, N. (2003), Densification of ashes from a thermal power plant, *Ceramic International*, **29(1)**, 61–68.

Clarke, J.L. (2002). *Structural lightweight aggregate concrete*. Blackie Academic & Professional, London, UK.

Holm, T.A., Ries, J.P. (1994). *Lightweight concrete and aggregates*. ASTM Special Technical Publication 169, 522–532.

Korea Electric Power Corporation. (2014). *The monthly report on major electric power statistics*, 434, Korea Electric Power

Corporation, Seoul, Korea,
Korea Standard Association, (2012). KS F 2526, Concrete Aggregate, Korea Standard Association, Seoul, Korea,
Linton, J.D., Klassen, R., Jayaraman, V. (2007). Sustainable supply chains: An introduction, Journal of Operations

Management, **25(6)**, 1075–1082.
Park, S., Kim, J. (2012). [Special Articles] Present status and recycling technology for bottom ash in Korea, Korea Recycled Construction Resources Institute, **7(1)**, 9–12.

경량 모르타용 건식공정 바텀애시의 입형 개선 효과와 최적 입도

본 연구의 목적은 건식공정을 통해 생산된 바텀애시를 이용하여 친환경적이고 저렴한 경량콘크리트의 잔골재로 활용하는 것이다. 기존의 습식공정과 비교하여 건식공정은 물에 닿지 않고, 염분이 없으며, 다소 느린 공정으로 완전연소를 통해 미연소탄소성분이 거의 없다. 이러한 건식공정 바텀애시를 경량 모르타용 잔골재로서 타당성을 평가하기 위해 골재의 입형 개선 효과와 최적 입도분포의 두가지 단계로 나누어 실험을 실시하였다. 첫 번째 실험에서 추가적인 마쇄과정을 통해 얻어진 양호한 입형의 바텀애시는 유동성과 강도 측면에서 양호한 결과를 나타내었으며 다소간의 단위용적질량 증가를 보였다. 두 번째 실험에서 다양한 입도를 구성하여 실험을 실시하였고, 그 결과 표준입도에 맞추어진 입도에서 굳지 않은 상태 및 경화상태에서 양호한 성능을 나타내었다. 본 연구의 결과를 통해 차후 건식 공정을 통한 바텀애시의 활용방법이 확대되고, 바텀애시를 경량 잔골재로 활용함으로써 부가가치 상승에 기여할 것으로 예상된다.