

# 바텀 애시를 콘크리트 잔골재로 사용하기 위한 활용성에 관한 연구

## Bottom Ash on the Application for Use as Fine Aggregate of Concrete

김성수<sup>1</sup> · 이정배<sup>2</sup> · 박승호<sup>3\*</sup>

Seong-Soo Kim<sup>1</sup> · Jeong-Bae Lee<sup>2</sup> · Seung-Ho Park<sup>3\*</sup>

(Received May 29, 2014 / Revised September 25, 2014 / Accepted September 26, 2014)

This is an experimental study for recycling coal ash left over from coal use as a potential fine aggregate in concrete. Coal ash is generally divided into either fly ash or bottom ash. Fly ash has been utilized as a substitution material for cement in concrete mixes. On the other hand, bottom ash has the problem of low recycling rates, and thus it has been primarily reclaimed. This study partially substituted fine concrete aggregates with bottom ash to increase its application rate and therefore its recycling rate; its suitability for this purpose was confirmed. The concrete's workability dropped noticeably with increasing bottom ash content when a fixed water-cement ratio of concrete mix was used. Thus, concrete mixes with higher ratio levels are required. To address this problem, concrete was mixed using a polycarboxylate high-range water reducing agent. The fluidity and air entrainment immediately after mixing the concrete and 1 h after mixing were measured, thereby replicating the time concrete is placed in the field when produced either in a ready-mixed concrete or in a batch plant. As a result of this research, the workability and air entrainment were maintained 1 h after mixing for a concrete mixture with approximately 30% of its fine concrete aggregates substituted with the bottom ash. A slight drop in compression strength was seen; however, this confirmed that potential of using bottom ash as a fine aggregate in concrete.

**키워드** : 재활용, 바텀 애시, 잔골재, 콘크리트의 경시 변화

**Keywords** : Recycling, Bottom ash, Aggregate, Elapsed Time Change on Concrete

### 1. 서론

우리나라는 석유중심의 에너지 수급구조로부터 가격이 저렴하고 공급이 안정적인 유연탄을 발전연료로 사용하기 위해 삼천포, 보령 발전소를 건설하고 이 후 하동, 당진, 태안, 영흥화력 등 대용량 유연탄 화력발전소를 운영하고 있다(Park et al., 2012). 이러한 화력발전소의 증설에 따라 석탄의 사용량 과 석탄회의 발생량도 점점 증가하고 있으며, 재활용 되지 못한 잉여 석탄회는 회처리장에 매립하고 있어 처리비용 증가와 환경 피해가 발생되고 있다.

석탄회의 재활용은 주로 고강도 콘크리트, 매스 콘크리트의 제조 시 사용되고 있고 대부분이 레미콘이나 시멘트업체에서 소모하고 있으며 이 중 대부분은 플라이 애시로 석탄 화력발전소를 보유

하고 있는 남동, 중부, 서부, 남부, 동서 5개 발전회사에서 2008년 약 76.2%가 재활용 되고 있다. 반면 바텀 애시의 경우 2008년 28.7%만이 활용되고 많은 양이 회처리장에 매립되고 있는 형편이다. 이는 국내 발전소에서 사용 되고 있는 석탄이 수입 국가별, 탄종별로 그 품질이 다양하여 생산되는 바텀 애시 또한 품질이 일정하지 않으며, 직접처리방식에 의한 습식매립으로 인하여 재활용 시 건조 및 탈수에 많은 비용이 추가되고 바닷모래, 부순 모래 등 국내 골재자원의 공급에 대한 여지가 있어 대체 골재에 대한 수요가 많지 않다는 등의 이유를 들 수 있다(Kwon et al., 2010).

석탄회의 재활용은 경제적 효과 이외에도 환경보전, 에너지절감 및 온실가스 저감 등의 효과를 기대할 수 있어 우리나라에서는 "자원의 절약과 재활용 촉진에 관한 법"을 재정하는 등 적극적으로

\* Corresponding author E-mail: [btsh@nate.com](mailto:btsh@nate.com)

<sup>1</sup>대진대학교 건설시스템공학과 교수 (Department of Civil Engineering, Daejin University, Kyonggi-do, 487-711, Korea)

<sup>2</sup>대진대학교 산학협력단 교수 (Industry-Academic Cooperation Foundation, Daejin University, Kyonggi-do, 487-711, Korea)

<sup>3</sup>대진대학교 토목환경공학과 박사과정 (Department of Civil Engineering, Daejin University, Kyonggi-do, 487-711, Korea)

산업 부산물의 재활용을 독려하고 있고, 환경부 고시에서는 석탄회의 활용률을 70%로 설정하여 화력발전을 운영하는 발전회사에 석탄회의 재활용 촉진을 주문하고 있다(Ministry of Environment, 2013; 2009).

선진국에서는 이미 수십 년 전부터 산업부산물의 자원화 또는 재활용의 연구개발을 활발히 진행하고 있으며 유럽연합의 경우 석탄회의 재활용률이 86%에 이르고, 일본의 경우 81% 정도이다. 반면 국내의 경우 선진국의 바텀 애시 재활용률에 미치지 못하고 있으며, 바텀 애시 활용에 대한 연구는 바텀 애시를 사용한 모르타르의 특성(Song et al., 2003), 바텀 애시를 경량골재나 경량기포콘크리트에 사용하기 위한 연구(Jo et al., 2004; Kim, 2009a; 2009b) 및 콘크리트용 골재로 사용하기 위한 연구(Choi et al., 2003; Lee et al., 2002) 등이 일부 진행 중이나 바텀 애시를 콘크리트의 잔골재로서 활용하기 위한 실질적 연구는 미흡한 실정이다. 플라이 애시의 경우 재활용률이 매년 증가하고 있으나, 바텀 애시의 경우 다공성의 특성을 가지고 있어 높은 흡수율과 굳지 않은 콘크리트 내부에서의 연형 공기 흡착 등의 열악한 조건을 가지고 있기 때문에 이에 대한 충분한 검토가 이루어져야 할 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 바텀 애시 치환율 증가에 따른 유동성 저하의 문제점을 물시멘트비의 조절을 통해 보완하고자하였고 콘크리트의 압축강도 특성을 확인하였으며, 콘크리트 생산 후 경시변화를 고려하여 비빔 후 1시간까지 굳지 않은 콘크리트성상을 확인함으로써 바텀 애시의 콘크리트 활용에 대한 실질적 자료를 제시하고자 한다.

## 2. 실험계획 및 실험방법

### 2.1 실험계획 및 배합

본 연구에서는 바텀 애시를 콘크리트용 잔골재로 활용하기 위

한 검토를 위하여 단계별 실험 계획을 Table 1에 나타내었고 콘크리트의 배합사항을 Table 2에 나타내었다.

실험은 총 3단계로 나누어 실시하였고 1단계 실험에서는 바텀 애시의 치환에 따른 유동성 저하를 확인하기 위하여 물시멘트비는 40%, 화학혼화제는 시멘트의 1%로 고정하여 바텀 애시의 치환율을 10% 단위씩 증가시켰으며 굳지 않은 콘크리트의 유동특성과 굳은 콘크리트의 압축강도 특성을 검토하였다. 바텀 애시를 30% 이상 치환할 경우 콘크리트의 타설이 용이하지 않을 정도로 급격히 슬럼프가 낮아졌기 때문에 치환율 30%이상의 콘크리트는 제작

Table 1. Experimental plan

Factor		Levels			
1st Test	W/C (%)	40			
	Target Air (%)	4.5±1.5			
	Bottom-ash replacement ratio (%)	0	10	20	
2nd Test	W/C (%)	Adjustments to ensure slump			
	Target Slump (mm) /1hr after Mixing	100±20			
	Target Slump (mm) /1hr after Mixing	4.5±1.5			
	AD	Manufacturers S			
	Bottom-ash replacement ratio (%)	0	10	20	30
3rd Test	W/C (%)	Adjustments to ensure slump			
	Target Slump (mm) /1hr after Mixing	100±20			
	Target Slump (mm) /1hr after Mixing	4.5±1.5			
	AD	Manufacturers K			
	Bottom-ash replacement ratio (%)	0	10	20	30

Table 2. Mix proportions

Factor	W/C (%)	Aiming Slum p (mm)	Water Content (kg/m <sup>3</sup> )	S/a (%)	Unit Weight (kg/m <sup>3</sup> )				AD (%×C)	AE (%×AD)	
					C	B/A	S	G			
1-BA00	40.0	100±20	163.0	44.4	407.0	0.0	768.5	954.5	1.0	1.1	
1-BA10	40.0					62.0	691.5		1.0	2.5	
1-BA20	40.0					124.0	614.5		1.0	4.5	
2-BA10	42.5					173.0	61.5	681.0	940.0	1.0	2.5
2-BA20	43.5					177.0	121.5	601.5	934.0	1.0	3.2
2-BA30	44.5					181.0	181.0	523.0	928.5	1.0	3.9
3-BA00	40.0		163.0			0.0	768.5	954.5	0.7	0.3	
3-BA10	43.5		177.0			61.0	676.5	934.0	0.7	1.5	
3-BA20	44.5		181.0			121.0	597.5	928.5	0.7	2.2	
3-BA30	45.5		185.0			180.0	519.5	922.5	0.7	2.9	

하지 않았다.

2단계 실험에서는 바텀 애시의 치환율 증가에 따른 유동성저하를 물시멘트비의 조절로 보완하였다. 또한, 실제 콘크리트 타설 현장까지의 운송시간을 고려하여 초기 슬럼프 및 공기함유량을 높게 설정하고 비빔 후 1시간의 슬럼프와 공기량을 확인하여 적절한 유동성과 공기량을 확보하고자 하였다.

3단계 실험에서는 1, 2단계에서 사용한 S사의 고성능 감수제 대신 K사의 고성능 감수제를 사용하여 2단계 실험과 동일한 실험을 실시하여 감수제의 변동에 따른 콘크리트 품질관리 방법에 대하여 검토하고자 하였다.

## 2.2 사용재료 및 비빔방법

### 2.2.1 시멘트

본 연구에서 사용된 시멘트는 밀도 3.15g/cm<sup>3</sup>의 보통 포틀랜드 시멘트를 사용하였고 별도의 결합재는 사용하지 않았다. Table 3에 사용된 시멘트의 물리적 성질을 나타내었다.

Table 3. Physical properties of cement

Density (g/cm <sup>3</sup> )	Blaine (cm <sup>2</sup> /g)	Stability (%)	Setting time (min)	
			Initial	Final
3.15	3 280	0.06	221	361

### 2.2.2 바텀 애시

본 연구에서는 영흥화력발전소에서 채집한 비중 2.11, 미연탄소에 대한 강열감량은 12%인 바텀 애시를 5mm체로 선별하여 사용하였다. Table 4에 바텀 애시의 화학적 성질을 나타내었고 Fig. 1에 바텀 애시의 입도 분포를 나타내었으며, Fig. 1에 보이는 바와 같이 표준 입도 범위에 비해 150 $\mu$ m 체 통과 미분의 양이 표준 입도 범위를 다소 벗어났으며 1.18mm 체 통과 조분의 양이 적은 입도 특성을 알 수 있었다.

Table 4. Chemical composition of bottom ash

(wt%)

Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O
24.7	49.1	9.8	9.6	1.1	0.88	0.96	0.81

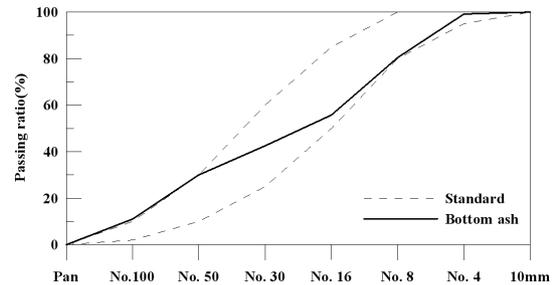


Fig. 1. Grading curve of the bottom ash

### 2.2.3 골재

본 연구에서 사용된 잔골재는 밀도 2.61g/cm<sup>3</sup>의 포천산 부순 모래를 사용하였으며, 굵은 골재는 최대 치수 25mm, 밀도 2.59g/cm<sup>3</sup>인 포천산 화강암질 부순 자갈을 사용하였다.

### 2.2.4 화학혼화제

본 연구에서는 1~2단계 실험에서 S사에서 제조된 폴리카르본산계 고성능 감수제를 사용하였고, 3단계 실험에서 K사의 폴리카르본산계 고성능 감수제를 사용하였으며 적절한 공기연행을 위하여 양질의 공기연행제를 사용하였다.

### 2.2.5 비빔 방법

콘크리트의 비빔은 용량 100ℓ의 강제식 팬타입 믹서를 사용하였으며 비빔 순서는 시멘트, 잔골재, 굵은골재, 바텀 애시를 투입하여 건비빔을 30초 동안 실시한 후 물과 고성능 감수제를 투입하여 3분간 비빔한 후 토출하였다.

## 2.3 실험방법 및 측정항목

### 2.3.1 슬럼프 및 공기함유량 실험

제작된 콘크리트를 KS F 2402 및 KS F 2421에 준하여 비빔 직후, 비빔 후 30분, 비빔 후 60분에 굳지 않은 콘크리트의 슬럼프 및 공기함유량을 측정하였다. 각 측정값은 2회를 측정하여 평균값을 취하였다.

### 2.3.2 압축강도

모든 공시체는 KS F 2403에 준하여 제작하였으며,  $\varnothing$ 10×20cm의 크기로 제작하여 1일 후 탈형하고 23±2℃의 수중에서 양생하여 각 재령별 압축강도를 측정하였다. 압축강도는 KS F 2405에 준하여 실시하였으며 측정값은 공시체 3개의 평균값이다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3.1 바텀 애시 혼합 골재의 입도

Fig. 2~4에 바텀 애시를 각각 잔골재의 10, 20, 30% 치환한 혼합 골재의 입도를 나타내었다. Fig. 1에 나타난 바와 같이 바텀 애시 단독 입도가 표준입도분포를 다소 벗어나는 결과를 나타내었으나 바텀 애시를 잔골재에 일부 치환할 경우 표준 입도분포에 적합한 입도를 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 본 연구에서 사용한 부순 모래나 세척에 의해 미립분의 함량이 적어지는 세척사 등에 활용한다면 콘크리트의 잔골재로서 활용하기 위한 입도분포를 만족할 수 있을 것으로 판단된다.

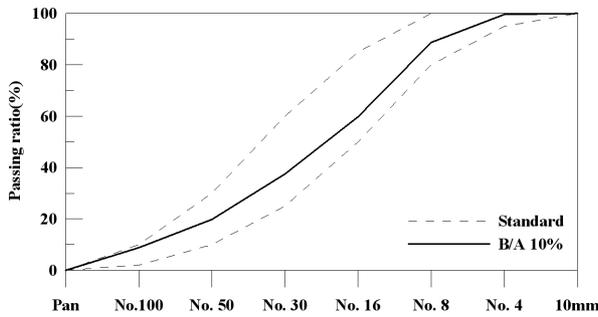


Fig. 2. Grading curve of the mixed aggregate (B/A 10%)

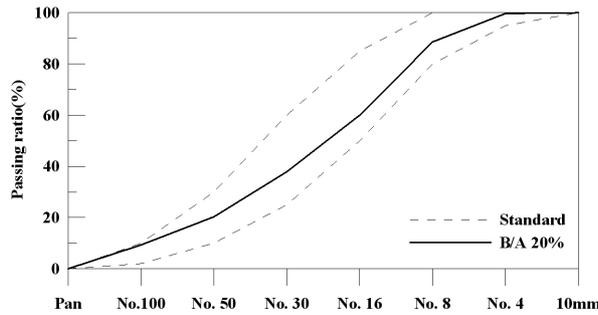


Fig. 3. Grading curve of the mixed aggregate (B/A 20%)

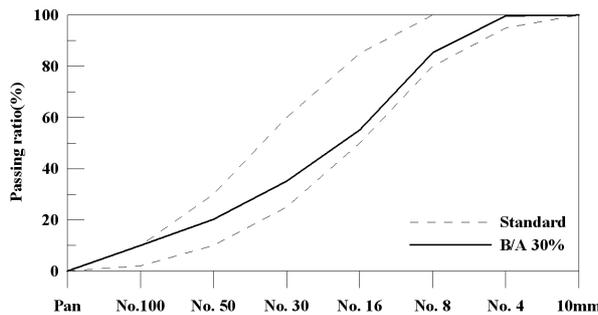


Fig. 4. Grading curve of the mixed aggregate (B/A 30%)

#### 3.2 슬럼프 및 공기함유량

Table 5 및 Fig. 5~7은 각 단계별 실험에서의 슬럼프 및 공기함유량 측정 결과이다. Table 5 및 Fig. 5에 나타난 1단계 실험의 경우 바텀 애시를 치환하여 사용하지 않은 1-BA00의 초기 슬럼프는 90mm 이고 1-BA10의 경우 55mm, 1-BA20의 경우 25mm로 바텀 애시를 치환할 경우 사용량 증가와 비례하여 급격한 유동성 저하를 확인 할 수 있었다. 이러한 이유는 기존 연구(Choi et al., 2003)에서와 같이 천연잔골재에 비해 흡수율이 높은 바텀 애시를 사용할 경우 단위 수량의 일부를 흡수하여 유동성 저하가 나타난 것으로 판단되며, 이러한 유동성 저하를 방지하기 위해서는 고성능 감수제의 첨가량이나 단위 수량을 높이는 등의 대책이 필요할 것으로 판단된다.

본 연구에서는 바텀 애시의 치환에 따른 유동성 저하에 대한 대책으로 단위수량을 증가시키는 방법을 채택하였고, Table 2에 나타난바와 같이 단위수량의 증가시켜 초기 슬럼프를 높게 설정함으로써 경시변화를 고려한 목표 슬럼프를 확보할 수 있음을 확인하였다. 다만, 2단계의 실험에서는 110~140mm의 초기슬럼프에서 1시간 경과 후 목표 슬럼프 범위에 적합하였고, 3단계 실험에서는 초기 슬럼프 145~180mm의 슬럼프를 확보하여야 1시간 후 목표 슬럼프 범위에 적합한 것으로 나타나 고성능감수제의 감수능이나 유동성의 유지능에 따라 차이가 있는 것을 알 수 있었다. 하지만 각 고성능 감수제의 유동성 유지능을 파악하여 적절히 대처한다면, 타설 현장까지의 운송시간을 고려한 콘크리트 제조가 가능할 것으로 사료된다.

또한, 콘크리트의 공기량 확보를 위한 AE제의 사용량과 공기함유량 측정결과를 나타낸 Table 2, 5 및 Fig. 6~7을 살펴보면 콘크리트 내부 연행 공기를 확보하기 위해서는 바텀 애시의 증가와 비례하여 공기연행제 사용량이 증가함을 알 수 있다. 이러한 이유는

Table 5. Slump and air content

Factor	Slump (mm)			Air (%)		
	0min	30min	60min	0min	30min	60min
1-BA00	90	75	60	4.2	2	1.7
1-BA10	55	55	30	4.6	2.5	2.5
1-BA20	25	25	20	4.0	2.9	2.5
2-BA10	120	115	110	7.8	5.8	4.4
2-BA20	140	110	110	6.6	5.0	3.8
2-BA30	110	95	85	6.5	4.7	3.3
3-BA00	130	80	50	6.2	4.1	3.3
3-BA10	170	105	90	7.0	5.6	5.0
3-BA20	180	110	90	6.4	4.8	4.1
3-BA30	145	105	85	7.0	5.5	4.1

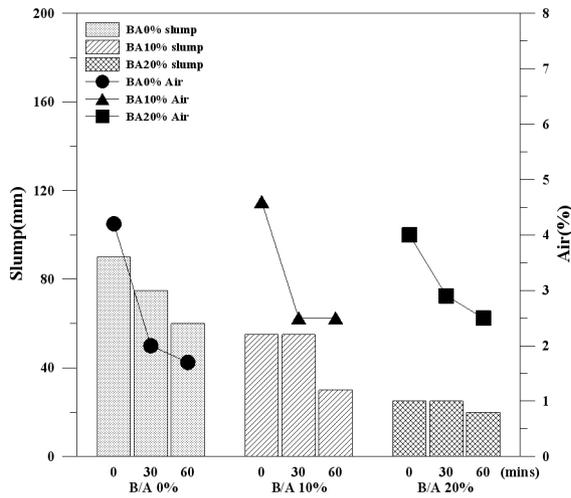


Fig. 5. Slump and air content of 1st Test

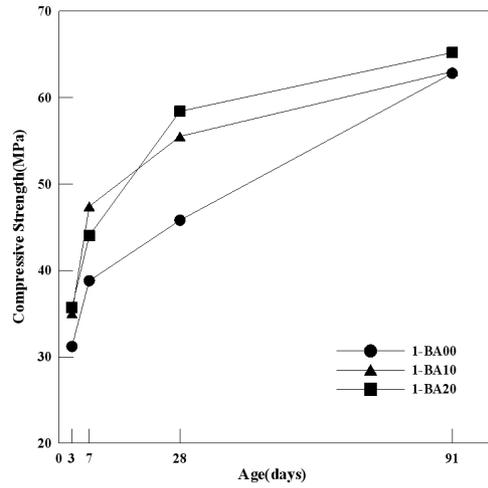


Fig. 8. Compressive strength of 1st Test

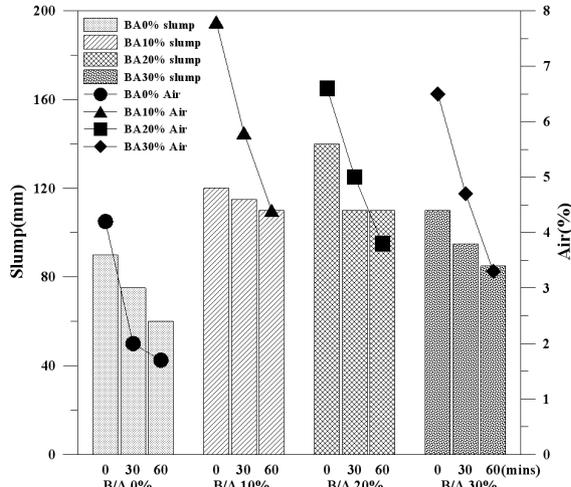


Fig. 6. Slump and air content of 2rd Test

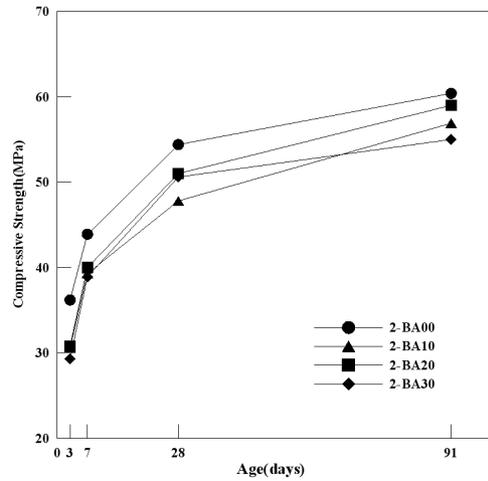


Fig. 9. Compressive strength of 2rd Test

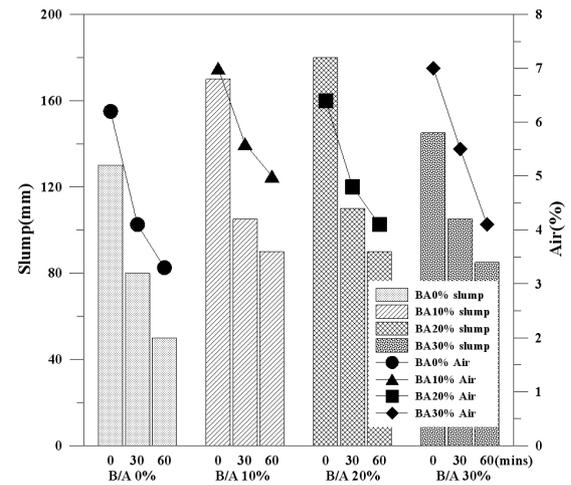


Fig. 7. Slump and air content of 3rd Test

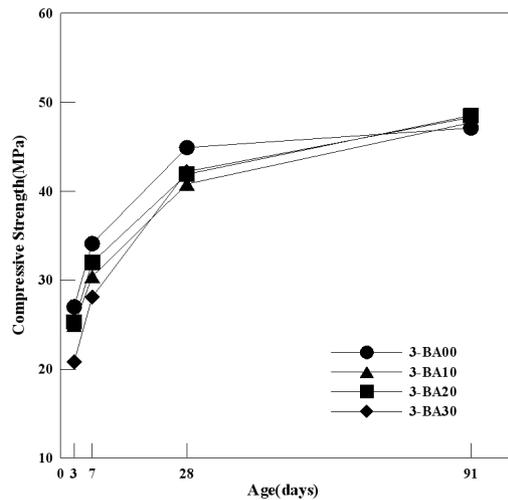


Fig. 10. Compressive strength of 3rd Test

바텀 애시의 강열감량이 12%로 미연탄에 의한 공기흡착에 의하여 공기연행제 사용량이 증가한 것으로 판단된다.

또한, 슬럼프의 경시변화에 대한 대책으로 초기 슬럼프를 높게 설정한 것과 같이 경시변화를 고려하여 초기의 공기함유량을 높게 설정하는 방법으로 목표 공기함유량을 확보할 수 있었는데, 일반적으로 공기연행제를 감수제와 함께 투입하는 방법으로 콘크리트를 제조하게 된다면 바텀 애시의 치환에 따라 발생하는 공기함유량의 변화에 대응하기 어려울 것으로 사료된다. 따라서 바텀 애시를 콘크리트 잔골재로 사용하기 위해서는 공기연행제의 투입방법을 감수제와 별도로 사용하는 것이 적절할 것이다.

### 3.3 압축강도

각 실험 단계별 압축강도 결과를 Fig. 8~10에 나타내었다. 물시멘트비를 고정하고 잔골재의 일부를 바텀 애시로 치환한 1단계 실험의 결과를 나타낸 Fig. 8을 살펴보면 바텀 애시의 치환율 증가함에 따라 압축강도가 감소하지 않았고 바텀 애시를 사용하지 않은 1-BA00의 콘크리트와 유사한 압축강도를 발현하는 것을 확인할 수 있었는데, 이는 바텀 애시 중의 미분에 의한 충전효과 때문으로 판단된다.

Fig. 9~10은 2~3단계 실험의 압축강도를 나타낸 것으로 바텀 애시의 치환율이 증가할수록 재령 28일까지의 압축강도는 다소 감소하는 경향을 확인할 수 있었다. 이는 바텀 애시의 치환율이 증가할수록 동일 시공성을 만족하기 위한 물시멘트비가 증가하였고 바텀 애시의 강도가 부순잔골재에 비하여 낮기 때문에 압축강도에 영향을 미친 것으로 사료된다. 하지만, 91일 재령의 압축강도는 각 단계별실험에서 바텀 애시의 치환율에 따른 강도 차이가 미미한 것을 확인할 수 있었다. 이러한 이유는 바텀 애시의 포졸란 반응에 의한 장기강도 개선에 의한 영향으로 사료된다. 다만, 2단계의 압축강도에 비해 3단계 실험에서의 압축강도가 낮았던 이유는 공기함유량의 영향과 2단계의 콘크리트에 비해 단위수량이 증가하였기 때문으로 판단된다. 이상의 결과와 같이 본 연구에서 실시한 바텀 애시 치환율 30%정도까지는 콘크리트의 잔골재로서 치환하여 사용하였을 경우 강도에 대한 영향이 적어 바텀 애시를 콘크리트용 잔골재로 활용하기 위한 가능성을 확인할 수 있었다.

## 4. 결론

본 연구에서는 바텀 애시를 콘크리트의 잔골재로 활용하기 위하여 바텀 애시를 잔골재로 치환한 콘크리트를 제작하여 유동성

및 공기함유량에 대한 경시변화를 검토하였고 압축강도를 측정하였으며 이를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 영흥화력발전소에서 채취한 바텀 애시의 경우 0.6mm 이하의 미분이 다량 함유되어 있어 미분이 부족한 모래에 사용 할 경우 미립분을 보충할 수 있을 것으로 판단된다.
2. 물시멘트비를 고정한 상태에서 바텀 애시를 적용할 경우 치환율이 증가할수록 작업성이 크게 저하되는 것을 확인할 수 있었으며, 콘크리트 제조 시 이에 대한 대책으로 고성능감수제 및 단위수량의 증가가 필요할 것으로 판단된다.
3. 콘크리트의 잔골재로서 바텀 애시를 사용하기 위해서는 바텀 애시의 치환율이 증가할수록 단위수량을 증가시키는 방법을 통해 유동성 저하를 방지할 수 있었고 감수제의 종류에 따라 경시변화에 의한 유동성 저하 정도는 상이하게 나타났으나 감수제의 성능을 파악하여 적절히 사용한다면 바텀 애시를 콘크리트의 잔골재로 사용 가능함을 확인할 수 있었다.
4. 바텀 애시의 강열감량은 12%로서 공기함유량 확보를 위하여 공기연행제의 사용량은 바텀 애시의 치환율에 비례하여 증가하였고, 바텀 애시의 사용에 따른 공기함유량 확보 대책으로 공기연행제를 감수제와 별도로 사용하는 방법을 통해 콘크리트를 제조하는 것이 품질관리에 용이할 것으로 판단된다.
5. 바텀 애시의 치환율이 높아짐에 따라 콘크리트의 유동성 확보를 위하여 물시멘트비가 증가하였고 콘크리트의 압축강도를 다소 저하 시키는 요인으로 작용되었으나, 일반잔골재와 달리 포졸란 반응을 기대할 수 있어 장기 강도 발현에 기여할 것으로 예상되어 이에 대한 장기적 관찰이 필요할 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구는 한국에너지기술평가원의 지원으로 수행된 “분급 석탄회를 활용한 해양구조물의 내구성 향상 기술개발(과제번호: 20131020102300)”에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

## References

- Choi, S.J., Jeong, Y., Oh, B.J., Kim, M.H. (2003). An Experimental Study on the Engineering Properties of Concrete according to W/C and Replacement Ratio of Bottom Ash, Journal of Korea Concrete Institute, **15(6)**, 840-847 [in Korean].
- Jo, B.W., Park, S.K., Kwon, B.Y. (2004). Alkali-Activated Coal

- Ash(Fly Ash, Bottom Ash) Artificial Lightweight Aggregate and Its Application of Concrete, Journal of Korea Concrete Institute, **16(6)**, 751-757 [in Korean].
- Kim, J.M., Kwak, E.G., Cho, S.H., Kang, C.(2009). Decision of Optimized Mix Design for Lightweight Foamed Concrete Using Bottom Ash by Statistical Procedure, Journal of Korea Concrete Institute, **21(1)**, 3-11 [in Korean].
- Kim, S.C., Ahn, S.K. (2009). Mix Design and Characteristics of Compressive Strengths for Foam Concrete Associated with the Application of Bottom Ash, Journal of Korea Concrete Institute, **21(3)**, 283-290 [in Korean].
- Kwon, K.J.(2010). Utilization of Fly & Bottom Ash as Concrete Materials, Architectural Institute of Korea, **54(2)**, 46-49 [in Korean].
- Lee, J.H., Kim, J.H., Kim, Y.R., Kang, S.P., Choi, S.J., Kim, M.H. (2002). "An Experimental Study on the Properties of Concrete using Bottom Ash according to Water-Cement Ratio," Journal of The Korea Institute of Building Construction, **2(1)**, 57-60.
- Ministry of environment, (2009). Recycling of Steel Slag and Coal ash Discharge Company Guidelines.
- Ministry of Environment. (2013). Act on the Promotion of Saving and Recycling of Resources.
- Park, S.G.(2012). Present Status and Recycling Technology for Bottom Ash in Korea, Journal of the Korean Recycled Construction Resource Institute, **7(1)**, 9-12 [in Korean].
- Song, M.S., Kim, Y.D., Na, C.S., Choi, K.R., Kim, J.H., Kim, M.H.(2003). "An Experimental Study on Properties of Mortar using Bottom Ash," Journal of The Korea Institute of Building Construction, **3(1)**, 61-65.

### 바텀 애시를 콘크리트 잔골재로 사용하기 위한 활용성에 관한 연구

본 연구는 석탄을 사용하여 발전한 후 남은 폐기물인 석탄회를 콘크리트의 잔골재로 재활용하기 위한 실험적 연구이다. 석탄회는 크게 플라이 애시와 바텀 애시로 구분될 수 있다. 플라이 애시의 경우 콘크리트의 배합 시 시멘트를 대체하는 재료로 많이 활용되고 있는 반면 바텀 애시의 경우 대부분이 매립되고 있는 등 재활용률이 낮은 실정이다. 본 연구에서는 재활용률이 낮은 바텀 애시의 활용률을 증대시키고자 콘크리트의 잔골재로 일부 치환하였으며 활용성을 확인하였다. 콘크리트 배합 시 물시멘트 비를 고정한 상태에서 바텀 애시의 사용량을 증가 시키게 되면 작업성이 현저히 떨어지게 되므로 일정 수준이상 사용하기 위한 대책이 필요하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 폴리카르본산계 고성능 감수제를 사용하여 콘크리트를 배합하였고 콘크리트 비빔 직후 및 비빔 1시간 후 유동성 및 공기연행성을 비교하여 실제 레미콘이나 배치 플랜트에서 생산된 콘크리트가 현장에 타설되는 시간을 모사하였다. 연구 결과 바텀 애시를 잔골재의 30%정도 치환한 콘크리트 비빔 1시간 후 작업성과 공기연행성을 확보할 수 있었고, 압축강도는 다소 감소하였으나 바텀 애시를 콘크리트 잔골재로 사용할 수 있는 가능성을 확인할 수 있었다.