Bottom Ash골재 사용을 위한 제조기술 및 이를 사용한 경량콘크리트 패널의 난연성능에 관한 실험적 연구

An Experimental Study on the Manufacturing Technology Materials and Incombustible Function of Light-weight Concrete Panel used Bottom Ash

오재훈* · 박선영** · 이재욱** · 박효석** · 문종욱***

Oh, Jae Hoon · Park, Sun Young · Lee, Jae Wook · Park, Hyo Suk · Moon, Jong Wook

Abstract

The higher and bigger buildings are, the huger the scale of fire is. As the height of buildings gets greater, the amount of light-weight concrete increases to be used for dividers and separation wall taking the weight of the building into consideration. In particular, in the case of using only materials for weight lightening, at a fire, expansion, explosive fracture and emission of toxic gas would occur, so damage of life and property is concerned. For this reason, in this research, we studied light weight materials which used Bottom Ash, a byproduct of a thermoelectric power plant, as main materials, instead of imported light weight materials. Through the manufacturing technology coating more than 5 mm Bottom Ash particle with less than 3 mm Bottom Ash particle, the air hole, the advantage of Bottom Ash, is maintained, and the absorption, the disadvantage of it, is improved. As a result, it satisfied all the requirement such as the absorption, compressive strength, and unit weight like the basic light weight concrete panel, and the absorption is improved by more than 50%, compared to Non-Coating Bottom Ash. In the experiment of incombustibility, we also studied great manufacturing technology of light-weight-concrete passed through KS F ISO 1182,2271(incombustible materials)

Key words : Bottom Ash, Coating aggregate, Fire retardant, Lightweight concrete panel

요 지

건물의 고층화 · 대형화에 따라 화재규모 또한 대형화 되고 있다. 고층건물일수록 건물의 하중을 감안하여 경계벽 및 칸막이 벽에 적용하기 위한 경량콘크리트 패널의 사용이 늘어나고 있으나 이에 대한 화재안전 성능은 취약하다고 할 수 있다. 특히 경량화만을 위한 골재를 사용한 경우 화재시 연소의 확대 및 폭발, 유독가스방출 등이 발생되어 인명 및 재산의 피해가 우려 된다. 따라서 본 연구에서는 수입산 경량골재를 대체하여 화력발전소 부산물인 Bottom Ash를 주 골재로 사용하는 경량골재를 연구하였다. 5 mm이상의 Bottom Ash 입자에 3 mm이하 Bottom Ash 입자를 Coating하는 제조기술을 통하여 Bottom Ash의 장점인 기공을 유지하고, 단점인 흡수율을 개선 시켰으며, 난연성능 평가에서 KS F ISO 1182,2271(불연재료시험)을 통과 하는 난연성을 확보한 경량콘크리트 제조기술을 연구하였다. 그리고 흡수율, 압축강도, 단위중량 등에서 기본적인 경량콘크리트 패널의 성능을 만족하였고, Non-Coating Bottom Ash에 비해 흡수율을 50%이상 개선되었다.

핵심용어 : Bottom Ash, 코팅기술, 난연성능, 경량콘크리트 패널

1. 서 론

향후 지어 지게 되는 건물은 고층화를 뛰어넘어 초고층화 되고 있다. 초고층 건물의 경우 층수가 올라갈수록 하부층이 받게 되는 하중이 증가하게 되어 고층의 경량화가 필수 요건이라 할 수 있겠다. 또한 초고층건축물은 주요 구조부인 기둥이나 보 이외의 경계벽 및 칸막이벽의 사용이 많아지게 될

으로 패널의 경량화도 고층건축물의 필수적인 요소라고 판단 된다. 따라서 경량콘크리트패널의 성능이 더욱도 중요시 될 것으로 판단된다.

국내 건축법상의 법규에서 경계벽 및 칸막이벽에 대한 기준은 내화구조로 하도록 되어 있고, 이를 마감하는 재료는 용도별로 규정이 나누어져 있으나 대부분 난연재료 이상으로만 명시하고 있다.

*한국국제대학교 소방방재공학과 석사(E-mail : hoony14@nate.com)

**한국국제대학교 소방방재공학과 석사과정

***한국국제대학교 소방방재공학과 교수(교신저자)

내부마감재를 샌드위치패널이나 목재 등으로 사용하거나 저가의 인공경량골재를 사용한 시멘트계 패널을 사용한 칸막이벽의 경우 화재시 화염의 확산 및 콘크리트의 폭발현상, 유독성가스 방출 등으로 인한 인명 및 재산피해가 우려된다. 특히, 수입산 경량골재는 경량화를 위해 열처리에 의한 팽창성 물질이 대부분으로 화재시 열에 의한 변형과 연소의 우려가 크다고 볼 수 있다.

경량콘크리트를 만들기 위해서는 골재의 사용이 핵심이다. 경량화를 위해 건설사들은 일부 건축재 제조업체에서 비구조용 경량골재를 수입하여 쓰거나, ASEM 빌딩 등의 일부 고층건물에 대해서 고가의 수입 경량골재가 적용되는 등 전량 수입에 의존하고 있는 실정이다. 그러나 국내에서도 점차적으로 골재자원의 고갈 및 무분별한 골재채취로 인한 환경훼손에 대한 인식과 각종 건축·토목 구조물에 대한 인공 경량골재의 적용 필요성이 증가하고 있고 정부의 ‘녹색성장’에 부합하기 위해, 대량으로 발생하는 석탄회(Fly Ash), 제지슬러지(Paper Sludge), 쓰레기 소각재, 폐수 슬러지 등과 같은 산업 폐기물을 원료로 저비용으로 인공경량 골재를 제조하려는 연구가 활발히 진행 중에 있다.

화력발전소에서 나오는 폐기물 중 Fly Ash는 유연탄을 연소할 때, 대기 중으로 날아가는 재를 집진장치로 포집한 것이다. Fly Ash는 천연적으로 발생하는 포졸란이나 시멘트와 유사한 성질을 가지고 있어 콘크리트용 혼화재료로 사용한다. 이와 단순 채움재, 도로 기층재, 등에 재활용되고 있고 그에 대한 연구도 활발하다.

하지만 Bottom Ash의 경우 화력발전소 유연탄 연소과정에서 발생하는데 보일러 노벽, 과열기, 재열기 등에 부착해 있다가 자중에 의해 보일러 바닥에 떨어진 Ash로서 Fly Ash에 비해 입도가 굵으며 총 석탄회 발생량의 10~15%를 차지하고 있다. Table 1에서는 재활용률이 70%를 넘음에도 불구하고 Fly Ash에 비해서 Bottom Ash는 도로, 운동장 등에 단순 매립용 자재로만 대부분 활용되고 나머지는 전량 매립되고 있다.

기존의 Bottom Ash를 골재로 사용한 논문들을 보더라도 대부분 단순 대체골재 및 다른 골재들과 혼용으로 사용하는

경우가 많아 실제 Bottom Ash를 골재로 사용한 콘크리트라고 판단하기 힘들다. 또한, 현장적용에도 흡수율 등의 문제점이 있고, 사용하더라도 작은 입자만을 주로 사용하는 형태에 머물고 있다. 따라서, 본 연구에서는 Bottom Ash의 골재로서 활용도를 높이고 난연성을 확보하고자 하였다.

일반적으로 콘크리트는 기공이 많을수록 단열성과 난연성이 우수하고, 수분함유량이 적어야 폭발현상도 예방할 수 있다. 이러한 이론적 연구고찰을 토대로 Bottom Ash의 기공이 많은 특성을 유지시키고 흡수율을 낮추는 실험을 통해 골재 제조 기술을 연구하였고, Coating된 Bottom Ash골재를 사용하여 경량콘크리트 패널형태로 만들어 기본물성 및 난연성능 실험을 통해 실제 건축물에 적용가능성을 연구하였다.

2. Bottom Ash의 특성

Bottom Ash는 직경 1~10 mm의 비교적 굵은 입자를 형성하고 있으며, 주로 5 mm이상의 굵은 입자의 Bottom Ash가 많다. 색은 연한 황색으로부터 회색에 이르기까지 다양한데 일반적으로 탄소성분이 많을수록 황색에서 황갈색을 나타낸다. 성분은 석탄의 종류(유연탄, 무연탄)에 따라 다르며, 석탄의 질 또한 생산지에 따라 서로 차이를 나타낼 수 있다.

Fig. 2, 3의 Bottom Ash 근접사진과 SEM사진에서 보는 바와 같이 내외부에 기공이 많아 매우 가벼워 경량골재로서의 활용도가 높다고 할 수 있다.

2.1 물리적 특성 평가

함수율 100±5°C에서 측정한 결과 하동화력 제1회사장의 Bottom Ash의 함수율은 31.55wt.%인 것으로 나타났다. 환경부의 “폐기물 관리법 시행규칙”에 따르면 건축·토목 공사에서 성토재·도로기층재 등으로 매립 가능한 무기성 오니의 수분 함량은 70% 이하로서 Bottom Ash를 성토재 및 도로

Table 1 석탄회 발생 및 재활용 전망
(단위:천톤,%)

구분	2009	2010	2011	2012
발생량	6,787	6,920	6,970	6,937
재활용량	4,982	5,074	5,110	5,087
재활용률	73.4	73.3	73.3	73.3

Fig. 1. 화동화력발전소 Bottom Ash 매립지

Fig. 2. Bottom Ash 사진

Fig. 3. Bottom Ash SEM 사진

Table 2. Bottom Ash의 입도 분석 결과

입도 (mesh)	중량 (단위 : wt.%)
+4	8.6
-4 / +8	8.5
-8 / +16	21.9
-16 / +30	12.9
-30 / +50	14.6
-50 / +100	31.2
-100 / +200	1.9
-200 / +270	0.2
-270	0.1
	100.0

기층재 등으로 재활용 할 경우 별도의 건조처리 없이 재활용이 가능할 것으로 보인다.

하동화력 제1회차장 으로부터 채취한 Bottom Ash 5 kg을 잘 혼합한 뒤, 이 중 1 kg을 Dry Oven에서 완전 건조한 후 체가름법으로 입도를 분석하였다.

입도분포 분석결과, 하동화력 제1회차장의 Bottom Ash는 전 중량의 약 80 wt.%가 -8/+100의 입도 범위 사이에 존재하고 있음을 알 수 있었다.

KS F 2527 명시된 콘크리트용 잔골재의 입도 범위와 비교분석한 결과 하동화력 제1회차장의 Bottom Ash는 KS F 2527의 입도 범위를 거의 완벽하게 충족하고 있음을 알 수 있다. 이것은 분쇄 및 체분리 등의 추가적인 가공 없이 잔골재로서 Bottom Ash의 경우 염분 및 수분제거가 효율적으로 이루어질 경우 우수한 골재 대체재로서의 가능성을 가진 것으로 사료된다.

2.2 화학적 특성평가

Bottom Ash에 대한 용출실험 결과를 Table 3의 폐기물 관리법에서 제시하고 있는 유해성 판정기준과 비교하여 보면 구리(Cu)는 0.09 mg/L로 기준치 3.0 mg/L 보다 낮게 나타났으며, 납(Pb)도 0.06 mg/L로 기준치 3.0 mg/L보다 낮게 나타났다.

또한, 크롬(Cr⁶⁺)도 0.06 mg/L으로 낮은 수치를 나타내었다. 이는 흙과의 혼합물에서는 검출되지 않았으므로 발전소 설비 자체에서 오랜 기간 농축된 것으로 판단된다. 따라서 골재로 사용되어 건축물에 적용하여도 인체에는 무해할 것으로 판단된다.

Table 3. 국내 폐기물 용출시험법상의 유해성 판정기준 및 실험결과

오염물질 항목	기준치 (단위 mg/L)	실험결과 (mg/L)
납 (Pb)	3.0	0.06
카드뮴 (Cd)	0.3	검출안됨
구리 (Cu)	3.0	0.09
비소 (As)	1.5	검출안됨
시안 (CN)	1.0	검출안됨
수은 (Hg)	0.005	검출안됨
6가 크롬 (Cr ⁶⁺)	1.5	0.07

3. 실험과정

Bottom Ash가 골재로서 사용시 주요특성은 많은 기공으로 인한 경량성과, 높은 흡수율이다. 기공이 많은 골재를 사용할 경우 화재시 열을 차단하는 좋은 효과를 기대할 수 있으나 높은 흡수율 때문에 시공상의 문제를 일으킬 수 있다. 또한 콘크리트로 제조되어 수분을 흡수하고 있을 경우 화재시 고온에 노출되어 폭발현상을 유발 할 수 있다. 따라서 내부기공과 표면의 기공을 유지시키는 가운데 흡수율 감소를 위한 제조 기술이 요구된다고 판단된다.

3.1 Coating Lightweight Aggregate 제조

Fig. 4와 같이 5 mm이상의 Bottom Ash입자에 2 mm이하의 입자와 시멘트페이스트를 Coating시키는 가공기술을 이용하였다. 그 결과 흡수율에서 아무런 처리를 하지 않은 Non-Coating Bottom Ash보다 좋은 결과를 얻을 수 있었는데 이는 Bottom Ash입자 자체가 다공질이고 특히 표면에 기공이 많으며, 동일 발전소에서 채취한 경우라도 각각 기공의 형태나 크기가 차이가 나기 때문에 Coating을 하는 것이 골재로서의 사용성이 더욱더 향상될 것이라는 판단을 하고 Coating 제조 실험을 실시하였다.

Bottom Ash 현장 채취하여 건조 및 세척과정을 통해 불순물 제거 → 입자를 5~10 mm, 2~3 mm(5 mm이하)로 2종류 크기별로 분류 → Bottom Ash, Cement, Flyash, 기포슬러리, 황토 등의 코팅소재 배합비 계획 및 Mixing → Bottom Ash 입도분포 결정 → Coating 배합비별 1차 코팅 및 습윤양생 → Coating 배합비별 2차 코팅 및 습윤양생 → Coating 처리된 골재 종류별 물성 평가 → 골재의 물성 평가 항목 : 밀도, 건비중, 흡수율, 단위중량 → 최종 선별 처리된 Coating 경량골재의 혼입율별 Cement Matrix 제작 평가 순으로 Fig. 5와 같이 진행하였다.

3.2 Cement Matrix 제조

본 실험에서는 Cement Matrix 실험과 Bottom Ash 경량 콘크리트 예비실험을 거쳐 최종 정립된 배합으로서, 난연성 경량콘크리트 패널 제조를 위한 실험계획이다. 또한, Coating Lightweight Aggregate를 제작하여 흡수율, 비중, 단위중량 실험을 거쳐 재활용 소재(Bottom Ash)를 활용한 인공경량골재를 제조하여 경량콘크리트패널의 골재로 사용하였다. 경량

Fig. 4. Bottom Ash 코팅기법

Fig. 5. Coating Bottom Ash Lightweight Aggregate 제조과정

Table 4. Cement Metrix 최종 배합계획 설계

No	W	C	GE	SE	BT-5	BT-2	코팅 BT-5	발포 기포	슬러리 비중
NC	234	460	860	810	-	-	-	-	2.44
NC-1	270	460	860	810	-	-	-	10.0	1.92
BC	322	460	-	-	509	456	-	6.7	1.94
CBC	276	460	-	-	-	-	1057	6.7	1.80

NC : 일반콘크리트, NC-1 : 일반콘크리트 + 기포슬러리, BC : Bottom Ash를 첨가한 콘크리트, CBC : 코팅 Bottom Ash를 첨가한 콘크리트, W : 물, C : 시멘트, GE : 굵은 골재, SE : 잔골재, BT-5 : Bottom Ash 5mm 골재, BT-2 : Bottom Ash 5mm 골재

Fig. 6. Coating Bottom Ash Lightweight Aggregate로 제조된 시험체 완성사진

콘크리트 패널의 비교평가를 위해 일반콘크리트(NC), 기포슬러리가 첨가된 일반콘크리트(NC-1), 아무런 처리가 되지 않은 Bottom Ash골재를 사용한 콘크리트와 함께 실험을 하였다. 최종 배합설계 결정을 위해 예비실험 총 68회를 실시하였으며, 실험 결과치를 도출하기 위해 각 배합별로 실험체 3

개씩 제작하여 총 배합 10배합으로 공시체를 제작하였다. 최종 경량콘크리트 패널의 배합계획은 Table 4와 같고, 제작된 공시체 및 패널의 모습과 그 표면상태는 Fig. 6과 같이 나타났다.

4. 실험결과

4.1 Bottom Ash 경량골재 결과분석

아래 Table 5는 Coating 처리된 굵은 입자의 Bottom Ash와 Non-Coating Bottom Ash, 일반적으로 판매되는 경량 골재인 팽창혈암의 밀도 및 흡수율을 비교한 표이다.

Coating처리로 인해 Bottom Ash의 가장 큰 단점인 흡수율을 50%이상 개선시켜 시공상의 단점을 극복할 수 있게 되었다. 밀도는 2.08로 팽창혈암과 비슷한 수준을 나타내었다. 이로서 Coating제조 기술을 통해 굵은 입자의 Bottom Ash가 경량콘크리트 패널에 사용될 골재로서의 기본조건을 갖췄다고 판단되었다.

Table 5 골재의 밀도 및 흡수율 비교

종류	바탕애쉬	Coating 바탕애쉬	팽창 혈암
샘플
밀도 (g/cm ³)	1.84	2.08	2
흡수율(%)	10.03	4.22	13.91

4.2 경량콘크리트 패널의 실험 결과분석

경량콘크리트 패널의 기본적인 물성실험을 위하여 KS규정에 맞는 공시체를 제조하여 항목별로 실험을 실시하였다. 중요하다고 판단되는 압축강도 및 흡수율에 대해서는 공인인증 기관에 시험을 의뢰하여 결과를 분석하여 Table 6에 나타내었다.

실험결과 단위중량에서 Coating Bottom Ash는 단위중량에서 1.73으로 기포슬러리를 첨가한 콘크리트패널보다 더 낮은 결과를 나타냈으며, 아무런 처리를 하지 않은 Non-Coating Bottom Ash에 비해 길이변화와 Flow값이 개선된 것을 알 수 있다. 압축강도 또한 10%가량 증가한 것을 알 수 있다.

Table 6. Cement Matrix 실험결과 값

No	단위중량 (t/m ³)			길이변화			Flow	압축강도 (Mpa)		
	3일	7일	기건	3일	7일	기건		3일	7일	28일
NC	2.00	1.98	2.17	0.06	0.25	-	5.3	15.5	22.6	23.6
				0.06	0.25	-				
				-0.06	-	0				
NC-1	1.72	1.71	1.84	-0.06	0.06	-	6.2	4.2	5.5	9.9
				-0.06	0.06	-				
				-0.37	-	-0.37				
BC	1.72	1.67	1.76	0.25	0.38	-	6.2	11.5	12.2	12.8
				0	0.06	-				
				-0.06	-	-0.13				
CBC	1.66	1.68	1.73	0	0.06	-	7.3	12.9	14.9	14.5
				0	0.13	-				
				0	-	-0.13				

기포슬러리를 첨가한 경량콘크리트 패널은 단위중량은 2.17 이하로 나타났으나 압축강도에서 낮은 값을 나타내어 건축물에 적용시 화재 및 충격에 취약할 것으로 판단되었다.

4.3 경량콘크리트 패널의 불연재료실험 결과분석

아래 표는 불연재료 실험의 종합결과 이다. 불연성 실험의 경우 최고온도와 최종평형온도와의 온도차(°C)가 3개의 실험체 평균 11.8°C로 20°C를 넘지 않았고, 질량 감소율(%)은 평균 14.8%로 나타나 기준인 30%를 넘지 않았다. 실험체를 연소시켜 주 8마리의 평균행동정지시간으로 측정하는 가스유해성 실험의 경우에는 2개의 실험체 모두 9분 이상을 만족하여야 기준에 합격할 수 있다. 그 결과, 12분과 14분을 훨씬 넘는 결과를 보여 기준에 만족함을 Table 7에서 확인할 수 있다.

Table 7. 불연재료 종합 실험결과

실험항목		실험체번호			판정	기준
		1	2	3		
불연재료	불연성	최고온도와 최종평형온도와의 온도차 (°C)	5.1	18.8	11.6	적합
		질량 감소율 (%)	15.4	14.4	14.6	적합
	가스 유해성	평균행동정지시간(분,초)	12분 40초	14분 19초	-	적합

4.3.1 불연성 시험(KS F ISO 1182)

① 실험 체의 구성

- 실험 체의 밀도 : 1,756.1 kg/m³

② 실험결과표

불연성 실험은 실험체 총 3개를 대상으로 가열감량, 질량감소율 실험체의 온도차 등을 나타내는 실험이다.

Fig. 7에서 보는바와 같이 경량콘크리트 패널의 질량 감소율은 가열전보다 14.4~15.4% 범위에서 감소율을 보여 3실험체 모두 불연재료(난연 1급) 합격기준 30% 이하의 범위에 모두 만족하는 결과 값을 보였다. 또한 실험체의 최고온도는

Table 8. 불연성 실험결과

구분		KS F ISO 1182		
시험체 번호		1	2	3
두께 (mm)		50.5	50.3	51.3
가열 전 무게 (g)		141.6	138.9	146.4
가열 후 무게 (g)		119.8	118.9	125.0
가열감량 (g)		21.8	20.0	21.4
질량감소율 (%)		15.4	14.4	14.6
로 온도 (°C)	최고 온도	773.5	806.5	787.7
	최종 온도	768.4	787.7	776.1
	온도차	5.1	18.8	11.6

Fig. 7. 온도차 및 질량 감소율별 불연성 시험결과 비교차트

773.5°C, 최종온도는 768.4°C로서 최고온도와 최종평형 온도와의 온도차(°C) 5.1의 값을 보여 20이하의 실험기준에 만족하였다.

4.3.2 가스유해성 시험(KS F ISO 2271)

① 실험체의 구성

- 실험체의 밀도 : 1,650.0 kg/m³

② 실험결과표

가스유해성은 회전바구니 속에 흰쥐 8마리를 넣은 다음 가열로 속에 시험체를 넣고 6분간(프로판 3분, 전열선 3분) 가열 후, 시험체가 타면서 나온 연소가스가 교반상자를 거쳐 회전바구니 상자까지 가서 흰쥐에게 끼치는 영향을 보는 실험이다.

가열개시 후 15분간 개개의 시험용 흰쥐의 행동정지시간을

Table 9. 가스유해성 시험결과

구분	단위	KS F 2271	
		1회	2회
두께	mm	45.4	44.4
무게	g	3305.0	3608.2
8마리 행동정지시간 (평균)	분, 초	13분 52초	14분 39초
표준편차	분, 초	01분 12초	00분 20초
평균행동정지시간	분, 초	12분 40초	14분 19초

Fig. 8. 가스유해성 시험결과 비교차트

측정한다. 그 결과 2개의 실험체에서 평균정지시간이 12분 40초, 14분 19초로 시험기준인 9분을 모두 만족하는 결과를 Fig. 8에서 확인할 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서 개발된 경량콘크리트 제조기술은 기존의 Bottom Ash를 단순한 골재대체로의 사용을 위한 연구에서 최근 문제가 되고 있는 고층건물 화재의 대형화에 대비한 결과라 할 수 있다.

Coating제조 기술을 통해 Bottom Ash가 가지는 장점인 기공은 유지시키고, 단점인 흡수율은 개선 시켰다. 이로 인해 화재시 문제가 될 수 있는 인공경량골재의 변형 및 연소를 Bottom Ash라는 소재자체의 특성으로 방지하고 폭발현상을 유발할 수 있는 조밀한 구조와 높은 흡수율을 Bottom Ash의 Coating기술을 통해 해결하게 되었다. 그리고 코팅에 사용되는 재료 또한 Bottom Ash를 사용함으로써 100% 폐자원의 재활용 기술을 실현하였다.

이러한 난연성능과 자원의 재활용 기술뿐만 아니라 경량콘크리트 패널이 갖춰야 할 기본물성도 우수한 성능을 확보하였다. Coating Bottom Ash 경량콘크리트 패널의 압축강도는 21 Mpa, 단위중량 1.68 t/m³으로 난연성이 요구되는 건축물의 내·외부 벽체로 Coating Bottom Ash 경량콘크리트 패널사용 가능성을 입증 하였다.

이러한 결과 값은 일반콘크리트 패널의 단위중량 2.17 t/m³에 비해 약 30% 단위중량 값이 감소하는 결과 값으로서 건물의 장스팬화, 경량화, 고층화 되고 있는 현 건설시장의 추세에 매우 적합한 소재라고 판단되며, 패널의 성형성 문제에서는 플로우 값이 일반콘크리트에 비해 약 2 cm 높아 패널의 제조에도 매우 우수할 것이라 판단되었다. 또한 패널의 압축강도 결과 값도 일반콘크리트 패널의 23.5 Mpa에 근접한 값을 보여 내구성 확보 및 부재의 장수명화가 충분히 가능할 것이라 사료된다.

불연성실험결과 3개의 시험체에서 질량감소율 14.4~15.4%, 최고온도와 최종평형온도의 온도차 5.1로 모두 기준을 만족하였고, 가스유해성실험결과 2개의 실험체에서 평균정지시간 12분 40초와 14분 19초의 값을 얻어 기준에 만족하여 불연 재료로서 사용이 가능함을 알 수 있었다.

본 연구는 Bottom Ash의 장점인 기공을 유지하고, 단점인 흡수율을 개선 시켰으며, KS F ISO 1182(불연성시험)과 KS F ISO 2271(가스유해성시험)에서 요구하는 난연성능(불연재료)을 확보한 경량콘크리트 제조기술을 연구하였다. 그 결과 난연성능, 압축강도, 단위중량 등에서 경량콘크리트 패널의 성능을 만족하였고, Non-Coating Bottom Ash에 비해 흡수율이 50%이상 개선되었다.

향후 Coating Bottom Ash골재가 가지는 많은 기공이 폭열현상에 어떠한 영향을 미치는 지에 대한 연구와 칸막이벽으로 사용되기 위한 패널 시공공법과 내화성능시험이 추가적으로 이루어 져야 할 것으로 판단됩니다.

감사의 글

이 논문은 2011 산학연 공동기술개발사업으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- 이승한 (1995) Bottom Ash를 이용한 경량기포콘크리트의 절전도 특성, **콘크리트학회 학술발표 논문집**, 제7권, 제2호.
- 문종욱 (2002) 고강도 플라이애쉬 경량모르타르 개발에 관한 연구, 건국대학교 대학원 박사학위 논문
- 최세진 (2003) Bottom Ash를 잔골재 대체재로 사용한 콘크리트의 특성에 관한 실험적 연구, **학술발표논문집**, pp. 19-24.
- 조병완 (2004) 알칼리 활성화 석탄회(Fly Ash, Bottom Ash) 인 공경량골재 및 콘크리트 적용, **콘크리트학회 논문집**, 제16권, 제6호 pp. 751-757.
- 김형두 (2006) 화재시 고강도 콘크리트의 폭열현상에 관한 고찰, **한국화재소방학회 논문지**, 제20권, 제2호.
- 박대오 (2007) 경량골재 종류 변화에 따른 경량콘크리트의 특성 연구.
- 정진연 (2007) 축소시편을 이용한 Bottom Ash 경량콘크리트 패널의 치음성능평가.
- 김강덕 (2007) 석탄 바닥재와 점토를 이용한 인공경량골재 제조, **한국결정성장학회지**, 제17권, 제6호, pp. 277-282.
- 권인규 (2009) 건축물 내화성능평가 표준화 로드맵 개발, **한국화재소방학회 논문지**, 제23권, 제4호.

- ◎ 논문접수일 : 11년 10월 20일
- ◎ 심사의뢰일 : 11년 10월 21일
- ◎ 심사완료일 : 12년 03월 19일