

매립석탄회 고배합 콘크리트의 특성

An Experimental Study on the Properties of High Volume Reclaimed Coal Ash Concrete

한상목* 이종림** 하재담*** 김태홍****
Sang-Mook Han Jong-Rim Lee Jae-Dam Ha Tae-Hong Kim

ABSTRACT

The amount of coal ash has been increasing and development of effective use is urgently needed. Various by-products and waste are expected to be used as resources from the point of reduction in environmental load.

This is an experimental study to compare the properties of high volume coal ash concrete using the reclaimed coal ash. For this purpose, the mix proportion of concrete according to the content ratio of below 5mm reclaimed coal ash(0.65, 0.70, 0.75 and 0.80). And then air content, slump, compressive strength test were performed.

According to test results, it was found that the compressive strength of reclaimed coal ash concrete was similar to the content ratio of below 5mm reclaimed coal ash. And the slump of reclaimed coal ash concrete decreased as the content ratio of below 5mm.

1. 서론

골재 및 결합재로 사용할 수 있는 물리적, 화학적특성을 지니고 있는 매립석탄회(비정제 플라이 애쉬 + 바텀 애쉬)는 전체 석탄회 발생량 중에서 20~30% 정도로 전량 매립되고 있으며 화력발전소에서 처리를 위한 부지확보 문제로 큰 어려움을 겪고있는 실정이다.

매립석탄회는 해수에 의한 이송 및 해양 매립지에서 채취하기 때문에 염분이 많이 함유되어 있으며 일반 레미콘에 사용할 경우에는 세척을 하여야 하며 이로 인한 단가 상승으로 염분이 함유된 상태에서 사용하기 위한 방안을 강구하여야 한다.

본 연구에서는 염분이 함유되어도 문제가 되지 않는 인공어초 및 소파블록에의 적용을 위하여 매립 석탄회를 잔골재로 전량 치환한 콘크리트에 대하여 특성을 평가하였다. 매립석탄회 고배합 콘크리트의 특성에 중요한 영향을 미치는 5mm 이하분과 5mm 이상분은 탄의 종류, 채취장소 등에 따라 함유율이 달라지기 때문에 이를 변화하여 특성을 평가하여 향후 현장 적용시 함유율 변화에 따른 품질변동에 대처하고자 하였다.

* 정희원, 한국전력공사 전력연구원 구조연구실 선임연구원, 공학박사
** 정희원, 한국전력공사 전력연구원 구조연구실장, 공학박사
*** 정희원, 쌍용양회공업(주) 기술연구소 콘크리트연구실 책임연구원, 공학박사
**** 정희원, 쌍용양회공업(주) 기술연구소 콘크리트연구실 연구원

2. 실험개요 및 방법

2.1 사용재료

본 연구에서 시멘트는 보통 포틀랜드 시멘트를, 혼화제로 비표면적이 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$ 정도인 삼천포산 플라이 애쉬를 사용하였으며 화학혼화제로는 리그닌계 AE감수제를 사용하였다.

또한 본 실험에 사용된 매립석탄회는 삼천포산을 사용하였으며 5mm 이하분이 75%이며 입도분포를 다음 그림 1, 2에 나타내었으며 매립석탄회 및 굵은 골재의 물리적특성을 다음 표 1에 나타내었다.

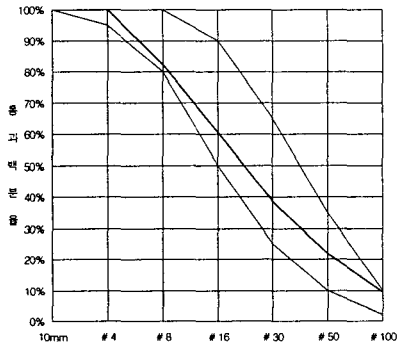


그림 1 매립석탄회(<5mm)의 입도분포

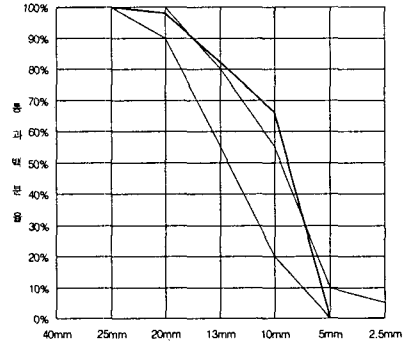


그림 2 매립석탄회(>5mm)의 입도분포

표 1 매립석탄회 및 굵은 골재의 물리적 특성

항목		비중	흡수율 (%)	단위중량 (kg/m^3)	조립률	씻기 손실량 (%)
매립 석탄회	<5mm(RCA_S)	1.50	11.9	949	2.89	2.89
	>5mm(RCA_G)	2.40	7.53	1,210	6.36	8.75
굵은 골재(G)		2.67	1.18	1,550	6.75	0.80

매립석탄회는, 다음 SEM 사진에서 보는바와 같이, 미연탄소부분이 많으며 특히 콘크리트의 특성에 영향을 주는 기공률이 높고 불순물이 높은 재료로서 재료자체 대한 품질관리가 적절히 이루어져야 한다.

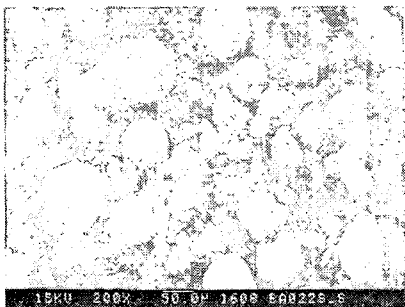


그림 3 매립석탄회(<5mm)의 SEM(200배)

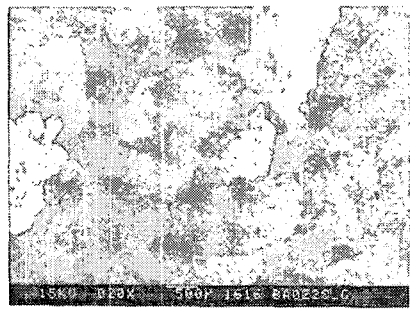


그림 4 매립석탄회(>5mm)의 SEM(200배)

2.2 검토 배합

매립석탄회 고배합 콘크리트의 특성을 평가하기 위하여, 다음 표에서 보는바와 같이, 단위수량, 단위 시멘트량 및 단위 굵은골재량을 동일하게 하고, 플라이 애쉬의 매립석탄회에 대한 치환율을 10 및 15%로 변화하였으며 매립석탄회를 5mm 체로 분류하여 5mm 이하분을 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 및 0.85로 변화하였으며 이는 사전 배합시험을 통하여 설계기준강도 24.0MPa(배합강도 28.8MPa)을 만족하기 위한 수준이다.

표 2 매립석탄회 고배합 콘크리트의 특성평가를 위한 배합표

$\frac{FA}{RCA}$ (%)	$\frac{RCA_S}{RCA}$	G_{max} (mm)	W/C (%)	Unit weight(kg/m ³)						AE 감수제 (C×%)	Temp. (°C)
				W	C	FA	RCA		G		
							RCA_S	RCA_G			
10%	0.65	25	54.9	180	328	72	421	227	998	0.15	20.5
	0.70	25	54.9	180	328	72	454	194	998	0.15	
	0.75	25	54.9	180	328	72	486	162	998	0.15	
	0.80	25	54.9	180	328	72	518	130	998	0.15	
	0.85	25	54.9	180	328	72	551	97	998	0.15	
15%	0.65	25	54.9	180	328	108	398	214	998	0.15	
	0.70	25	54.9	180	328	108	428	184	998	0.15	
	0.75	25	54.9	180	328	108	459	153	998	0.15	
	0.80	25	54.9	180	328	108	490	122	998	0.15	
	0.85	25	54.9	180	328	108	520	92	998	0.15	

2.3 실험항목

매립석탄회 고배합 콘크리트의 기초적인 특성을 평가하기 위하여 굳지 않은 콘크리트에서 슬럼프 및 공기량을 측정하였으며, 굳은 콘크리트에서는 재령 3, 7 및 28일 압축강도를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 매립석탄회 5mm 이하분량에 따른 슬럼프 및 공기량 변화

5mm 이하분량이 증가함에 따라 슬럼프는 플라이 애쉬 치환율에 상관없이 저하하며 이는 5mm 이하분의 흡수율이 높기 때문이며 또한 플라이 애쉬의 치환량에 따라 슬럼프는 증가하는 것으로 나타났다.

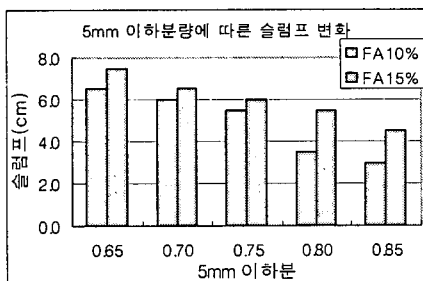


그림 5 5mm 이하분량에 따른 슬럼프 변화

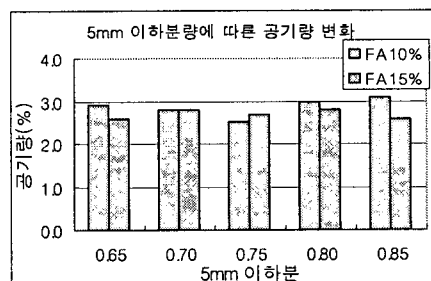


그림 6 5mm 이하분량에 따른 공기량 변화

AE감수제를 동일하게 첨가하였음에도 불구하고, 공기량은 매립석탄회 5mm 이하분량 및 플라이 애쉬 치환율에 관계없이 2.6~3.1%으로 나타났으며 이는 매립석탄회의 물리적 특성으로 인한 간헐 공기량으로 예상되며 연행 공기량을 확보하기 위한 적절한 대책이 필요할 것으로 사료된다.

3.2 결합재 종류별 압축강도 특성

사전 배합시험을 통하여 플라이 애쉬를 10% 이상 치환하지 않으면 목표 슬럼프인 8.0±2.5cm 및 배합 강도인 28.8MPa를 만족하지 못하기 때문에 10 및 15% 치환한 배합에 대하여 재령별 압축강도를 평가하였다. 모든 재령에서 5mm 이하분량 0.85인 경우를 제외하곤 플라이 애쉬 치환율 10 및 15%에서 거의 동등 수준의 압축강도가 발현되었으며 또한 플라이 애쉬의 치환율이 15%인 배합이 10%인 배합에 비하여 10% 정도의 압축강도 증진 효과가 있었다.

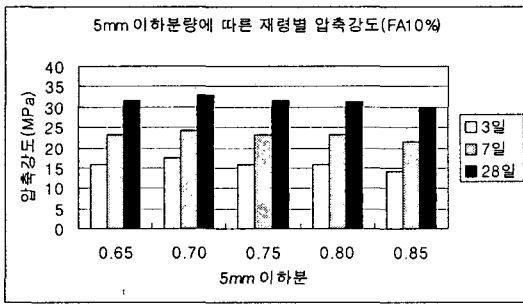


그림 7 5mm 이하분량에 따른 재령별 압축강도(FA10%)

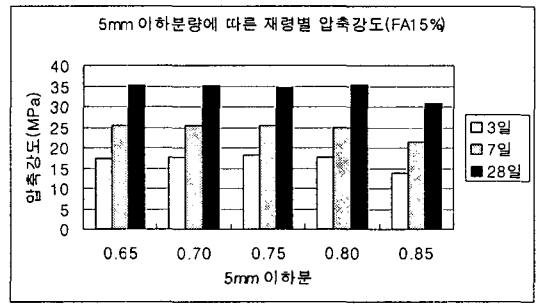


그림 8 5mm 이하분량에 따른 재령별 압축강도(FA15%)

4. 결론

본 연구에서는 플라이 애쉬를 매립석탄회에 10 및 15% 치환한 매립석탄회 고배합 콘크리트에서 5mm 이하분량을 0.65, 0.70, 0.75, 0.80 및 0.85로 변화하여 콘크리트의 특성을 평가하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 슬럼프는 5mm 이하분이 증가함에 따라 저하하며 이는 5mm 이하분이 공극 및 흡수율이 높기 때문이며 플라이 애쉬 치환율이 높으면 상대적으로 매립석탄회량이 적기 때문에 슬럼프는 증가한다.
- 2) 공기량은 AE감수제를 사용함에도 불구하고 연행이 되지 않는 것은 AE제가 매립석탄회의 공극에 흡착하여 역할을 하지 못하는 것으로 사료되며 연행 공기량을 확보하기 위한 방안이 필요하다.
- 3) 사전 배합시험을 통하여 소요 슬럼프 및 배합강도를 만족하기 위해서는 플라이 애쉬를 10% 이상 치환하여야 하며, 5mm 이하분량이 0.65, 0.70, 0.75 및 0.80에서는 동등수준의 압축강도가 발현되나, 0.85에서는 압축강도가 저하하기 때문에, 매립석탄회 고배합 콘크리트의 압축강도 관리 측면에서 물-시멘트비를 하향 조정하여야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. 齊藤 直 外, “石炭灰を多量に使った新素材コンクリートの開發, 電力土木 No.285, 電力土木技術協會, 2000.1.
2. “廢棄物のコンクリート材料への再資源化研究委員會報告書”, 日本コンクリート工學協會, 2003.6.