

미연탄소분 분리를 위한 플라이애쉬의 공기분급 An Air Classifying Study of Unburned Carbon from the Coal Fly Ash

오성원 · 정일래¹⁾

한국전력공사 보령화력본부, ¹⁾서울산업대학교 환경공학과

1. 서 론

석탄화력발전소 보일러에서 석탄연소시 발생하는 대부분 구형의 미세한 플라이애쉬(fly ash)를 전기집진기로 포집하여 이를 매립하지 않고 미연탄소분(LOI, loss on ignition)을 분리함으로써 산업에 유용하게 이용한다는 것은 자원의 재활용뿐만 아니라 환경보전을 위한 선진화된 기술이다. 현재 화력발전소에서 발생하는 플라이애쉬는 가동정지나 부하변동 그리고 저 NOx 연소 등 연소상황에 따라 미연탄소분의 함량이 불균일하고 때에 따라서는 다량의 미연탄소를 함유하기 때문에 직접 산업에 적용한다는 것은 매우 어려운 실정이다. 그러나 발전소의 플라이애쉬는 입자경이 큰 쪽에 미연탄소분이 상대적으로 많이 분포되어 있어, 분급과정을 거쳐 입자경이 굵은 粗粉은 버리고 보다 미세한 細粉을 채취하면 미연탄소분 함량도 저감할 수 있고 입도도 조절할 수 있어, pozzolonic activity가 크고 각종 특성이 우수한 품질의 플라이애쉬를 얻을 수 있다.

따라서 본 연구는 발전소의 플라이애쉬를 두 개의 실험용 건식분급 cyclone을 이용하여 분급실험을 수행하였다. 이 실험결과에서 입도와 미연탄소분의 거동을 실험실적으로 관찰하고, 현재 우리 나라에서 상용화 운전되고 있는 두 형태의 건식분급기를 직접 현장시험에 도입하여 입도분리와 미연탄소분의 저감 효과를 고찰하였다.

2. 실험방법

실험은 먼저 전기집진기에서 채취한 플라이애쉬 시료를 실험용으로 제작한 싸이클론 분리장치인 two-stage cyclone을 이용하여 입도 분리실험을 하였다. 실험용 two-stage cyclone은 vane의 각도를 변경하여 입도를 분리하는 static cyclone과 rotor의 회전속도를 변경하여 입도를 분리하는 dynamic cyclone으로 나누어 각각 실험하였으며, 이들 실험용 cyclone과 비교하기 위하여 현재 상업용 분리장치를 사용하고 있는 보령 Fly Ash(주)와 태안화력, 삼천포화력의 현장 시료를 직접채취 분석하여 분석결과를 검토하였다.

그리고 미연탄소의 분석은 미국 LECO사에서 제작한 Thermogra- vimertic Analyzer 자동분석기(Max. 950℃)로 강열감량(LOI)을 일괄 분석하였다. 입도는 보통 표준 체를 이용하여 체눈금이 큰 체로부터 순서대로 골재를 제거하여 체에 남아 있는 입자의 중량을 측정하여 전체에 대한 비율을 계산하지만, 여기서는 짧은 시간에 많은 시료를 비교 분석하기 편리한 습식 레이저 투과법으로 입도별 질량분율을 바로 구했다.

3. 결과 및 고찰

Static Cyclone 분리실험결과를 표 3.1에 vane의 열림 각도에 따라 플라이애쉬의 분리효율을 나타냈다. vane 열림각도가 작아질수록 유효회전수가 높아져 첫 번째 싸이클론에서 더 많이 포집되어 상대적으로 조분 포집율이 증가되며 결국 세분의 회수율과 미연탄소함량은 감소되었다. dynamic Cyclone(classifier) 분리실험결과를 cyclone의 입구 유속이 일정할 때 표 3.2와 같이 대체적으로 rotor의 회전속도가 증가할수록 조분이 더 많이 포집되어 상대적으로 세분 회수율이 감소되었으나 세분에 포함된 미연탄소 함유량은 의외로 rotor의 회전속도 변화에 큰 영향이 없었다. 그리고 상업용으로 보령 플라이애쉬(주)와 태안 및 삼천포화력의 분급장치에서 분급 전후 정제회의 수율과 미연탄소분의 변화는 표 3.3에 제시하였다.

static cyclone은 공기의 유속과 회전마찰에 의한 파쇄현상이 있지만 dynamic classifier에서는 rotor

회전시 충돌에 의한 분체의 파쇄현상이 추가되므로 이번 실험에서도 3%이하의 미연탄소분을 가진 플라이애쉬를 거의 회수할 수 없었다.

Table 3.1 vane 각도에 따른 분리율 변화.

(단위 : wt.%)

feed, LOI		vane angle							
		30°		40°		50°		60°	
		yield	LOI	yield	LOI	yield	LOI	yield	LOI
6%	coarse	73	6.8	64	7.2	45	9.3	24	11.7
	fine	25	4.3	34	4.1	51	3.9	73	4.4
9%	coarse	66	11.3	50	11.7	35	15.9	21	18.9
	fine	30	5.2	43	7.4	57	6.0	77	6.5
11%	coarse	71	14.9	57	16.8	38	20.6	24	27.3
	fine	28	4.3	42	6.2	56	7.0	67	7.5

Table 3.2 rotor 회전속도와 분리효율

rpm	LOI 4.8%				rpm	LOI 13.5%				rpm	LOI 14.4%			
	세분(%)		조분(%)			세분(%)		조분(%)			세분(%)		조분(%)	
	율	LOI	율	LOI		율	LOI	율	LOI		율	LOI	율	LOI
400	88.8	4.8	11.2	8.2	1000	54.4	6.1	44.6	22.8	1000	64.1	8.6	35.9	24.8
600	82.1	3.7	17.9	6.9	1300	51.7	6.2	48.3	21.3	1300	57.9	7.6	42.1	23.8
700	72.2	3.7	27.8	6.7	1700	47.3	5.7	52.7	20.5	1700	52.3	8.4	47.7	21.0

Table 3.3 공기분급기의 정제회 수율과 미연탄소 변화

(단위 : %)

구 분	운전조건 (Dynamic rotor RPM)	정제회 수율 (%)	원분 LOI(%) (A)	세분 LOI(%) (B)	조분 LOI (%)	세분의 이론적 LOI (C)	제거율 (%)		이론 대비 실제 LOI 제거율 (%)	비고 (세분의 입경범위)
							(A-B)/A	(A-C)/A		
보령1	80	80	6.5	6	7.81	3.57	7.7	45.1	17.1	-53 μ m
보령3	70	90	5.34	4.53	6.0	-	15.2	-	-	
태안1	400	67	5.72	3.87	8.78	2.53	32.3	55.8	57.9	-32 μ m
태안3	300	61	6.19	4.81	7.3	-	22.3	-	-	
태안4	400	55	3.65	3.56	5.72	-	2.5	-	-	
삼천포1	-	72	4.78	4	8.91	3.16	17.9	33.9	52.8	-38 μ m
삼천포3	-	78	3.66	3.38	7.56	-	7.7	-	-	
삼천포4	-	72	2.75	2.49	4.5	-	9.5	-	-	

이런 결과는 분급시 로터의 회전속도를 빠르게 운전하면 굵은 입경 측에 부착되어 있던 미연탄소 덩어리가 충돌에 의해 더 많이 파쇄된 것으로 앞의 cyclone 실험결과와 유사하였다.

참고 문헌

- 오병환, "석탄회를 이용한 콘크리트의 특성 및 토목분야 이용기술", 석탄회 및 탈황석고활용 국제워크숍 (1997)
- 오성원, "플라이애쉬 활용기술" 엔지니어 vol. 145 한국엔지니어 클럽 (1996)
- J.G. Groppo, et al, "A Selective Beneficiation Process for high LOI Fly Ash", Ash Utilization Symposium, Lexington, Oct (1995)