



오성원

한전 보령화력본부 환경관리부장,  
서울산업대 산업대학원 석사논문

# 미연탄소분 분리를 위한 플라이애쉬의 공기분급 <최종회>

## 목 차

### 1. 서론

### 2. 이론적 배경

- 2.1 석탄회(Fly Ash)의 특성과 용도
- 2.2 석탄회 중 미연탄소의 분리방법
- 2.3 공기분급기에 의한 입도분리

### 3. 실험방법

- 3.1 실험개요와 분석방법
- 3.2 Static Cyclone 분리실험
- 3.3 Dynamic Cyclone 분리실험
- 3.4 상업용 공기분급기 성능시험

### 4. 결과 및 고찰

- 4.1 Static Cyclone 실험결과
- 4.2 Dynamic Cyclone 실험결과
- 4.3 상업용 공기분급기 성능시험결과
- 4.4 분급과 미연탄소분 분리에 관한 고찰

### 5. 결론

#### 4.2 Dynamic Cyclone(classifier) 분리실험결과

실험결과는 cyclone의 입구 유속이 일정할 때 4.4와 같이 대체적으로 rotor의 회전속도가 증가할수록 dynamic cyclone으로 더 많이 포집되어 상대적으로 세분회수율이 감소되었으나 세분에 포함된 미연탄소 함유량은 의외로 rotor의 회전속도 변화에 큰 영향이 없었다. 시료별로는 LOI 4.8%의 시료는 회수율이 72%에서 LOI가 최소 3.7%까지 감소하였고 LOI 13.5%는 회수율 52%에서 LOI 6.2%로 감소하였으며, LOI 14.4%는 회수율 58%에서 LOI가 7.6%까지 감소되었다.

한편 입도분리 전후로 -26 $\mu$ m 입도의 플라이애쉬 회수율과 미연탄소분 함량변화를 표 4.5에 나타내었다. rotor의 회전속도가 증가할수록 파쇄되는 플라이애쉬의 양도 증가하였고 따라서 세분 중에 미연탄소분 함량도 증가하였다. 특히 원분의 입경이 좁은 LOI 4.85%의 시료는 파쇄 현상으로 rotor의 회전속도가 낮았다.

static classifier(cyclone)는 공기의 유속과 회전마찰에 의한 파쇄 현상이 있지만 dynamic classifier에서는 rotor 회전시 충돌에 의한 분체의 파쇄현상이 추가되므로 이번 실험에서도 3%이하의 미연탄소분을 가진 플라이애쉬를 거의 회수할 수 없었다.

[표 4.4] 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

표 4.6는 한국 플라이애쉬(주)가 3종의 플라이애쉬에 대해 자체 실험한 자료로서, 원분의 LOI가 10%이내의 경우에는 LOI 4%이하의 정제 플라이애쉬(세분)의 생산이 가능하나 원료의 LOI가 11%를 넘으면 LOI를 크게

[표 4.5] dynamic classifying 전후 미연탄소 함량변화

feed, LOI	항목	원분 (-26 $\mu$ m)	rotor 회전속도(rpm)						
			400	600	700	1000	1300	1700	
4.8%	wt.%	42.58	46	49	57	-	-	-	
	LOI	1.95	2.9	3.9	5.5	-	-	-	
13.5%	wt.%	45	-	-	-	52	59	61	
	LOI	2.91	-	-	-	3.2	4.5	5.5	
14.4%	wt.%	53.9	-	-	-	56	59	66	
	LOI	3.26	-	-	-	3.8	4.8	6.1	

감소시킬 수 있지만 세분의 LOI가 6%이상이 된다.

[표 4.6] 플라이애쉬별 dynamic classifier 분리실험 결과

feed LOI (%)		5.6	10.4	11.5
product LOI (%)		3.7	3.8	6.1
feed mean size ( $\mu$ m)		34.9	16.0	22.4
product mean size ( $\mu$ m)		21.9	9.0	8.8
yield (%)		90	55	71

### 4.3 상업용 공기분급기 성능시험결과

보령 플라이애쉬(주), 태안 그리고 삼천포화력에서 분급 전후 정제회수율과 미연탄소분의 변화는 표 4.7에 제시하였다. 각각의 1번 시료에 대한 원분에서 정제회수율에 따른 세분의 평균 입경 미연탄소분은 보령 3.57%, 태안 2.53%, 삼천포 3.16%이지만 실제로 공기분급기에서 정제된 세분의 미연탄소분은 보령 6%, 태안 3.87%, 삼천포 4%이고 이때의 조분 제거율이 가장 적은 보령(20%)은 미연탄소분 제거가 잘 되지 못해 미연탄소 함량이 5%를 초과하고 있다.

원분, 세분, 조분의 입도분포와 입도별 미연탄소분 함량을 분석한 결과를 표 4.8에 나타내었고 이 표의 원분에서 입경 26 $\mu$ m이하만 완전히 분급하게 되면 세분의 미연탄소분은 보령 2.8%, 태안 2.3%, 삼천포 3.0%이며 이 경우에 정제회수율은 보령 53%, 태안 61%, 삼천포 63%까지 얻을 수 있음을 의미한다.

[표 4.7] 공기분급기의 정제회수율과 미연탄소 변화

(단위 : %)

구분	운전조건 (Dynamic rotor RPM)	정제회수율(%)	원분 LOI(%) (A)	세분 LOI(%) (B)	조분 LOI(%) (%)	세분의 이론적 LOI(C)	제거율 (%)		이론대비 실제LOI 제거율 (%)	비고 (세분의 입경범 위)
							(A-B)/A	(A-C)/A		
							보령1	80		
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 $\mu$ 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 $\mu$ m
삼천포3	-	78	3.66	3.38	7.56	-	7.7	-	-	
삼천포4	-	72	2.75	2.49	4.5	-	9.5	-	-	

그러나 공기분급기에서 입경 26 $\mu$ m이하만을 선별 분급할 수 없을 지라도 이 분석치는 실제 분급결과를 예측할 수 있기 때문에 아주 중요한 자료이기도 하다. 이 표에서 1번 원분은 적어도 조분을 약 40%정도 제거하지 않으면 세분(정제회)의 미연탄

소분이 3%이하가 될 수 없음을 의미한다.

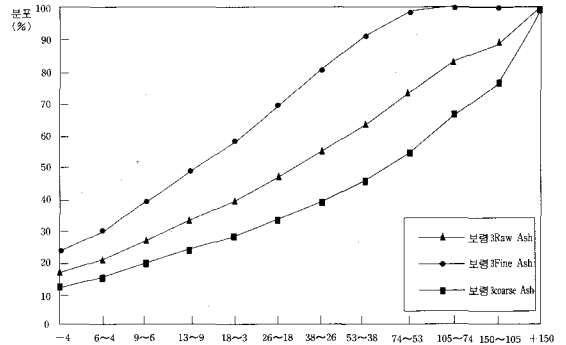
또 표 4.8에서 분급된 세분과 조분의 입도별 미연탄소분을 비교하여 보면 입경 26 $\mu$ m에서 105 $\mu$ m까지의 미연탄소분이 세분은 보령 10.4%, 태안 9.4%, 삼천포 8.5%인데 반해 조분은 보령 7%, 태안 4.5%, 삼천포 6.2%로 dynamic type 중 rotor의 회전수가 적은 보령과 삼천포의 static type classifier에서 조분의 약 1.4~1.5배이고 rotor의 회전수가 높은 태안에서는 2배 이상 많이 분포되었다.

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

한편 실험실에서 bench scale 크기로 제작한 cyclone에서 분리 실험한 세분 26 $\mu$ m이하의 입경이 거의 90%이상 차지한 반면 태안과 삼천포의 상용 공기분급기에서 분리한 세분 중에는 입경 26 $\mu$ m이하의 비율이 각각 70~73% 수준에 지나지 않았다. 이런 현상은 실험실 cyclone에서는 vane과 rotor에 의한 파쇄가 더 심했고 몇가지 공정을 거치는 현장의 대용량 설비보다 실험실의 분리과정이 섬세하게 이루어 졌음을 의미한다.

다음 그림 4.2, 4.3, 4.4는 원분, 세분, 조분의 누적분포 중에서 비교적 좋은 분포를 가진 자료를 한 개씩 택해 누적분포도를 예시한 것이다.

우선 3개의 그림에서 삼천포의 원분이 보령이나 태안의 원분보다 훨씬 미세함을 알 수 있지만 보령의 누적분포도는 조분 제거율이 10%에 지나지 않으므로 세분과 조분의 curve를 크게 참고할 수는 없었다. 태안과 삼천포의 세분과 조분의 입경 분포 curve를 원분과 대비해 보면 삼천포가 태안 보다 선명하게 구분되어 분급효과가 더 양호하였음을 알 수 있다.



(단위 : %)

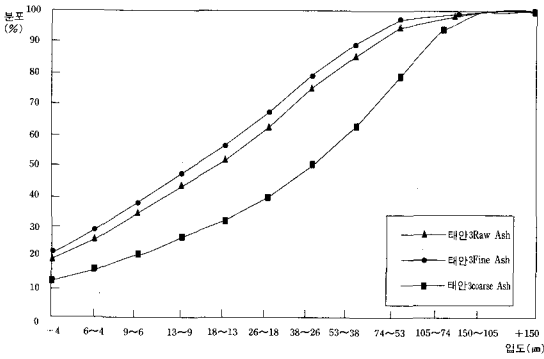
입도( $\mu$ m)	$\Delta$ 4	~6	~9	~13	~18	~26	~38	~53	~74	~105	~150	+150	
보령 1	Raw	14.11	19.38	26.21	34.58	44.5	53.48	62.3	71.05	82.05	90.39	97.52	100
	Fine	15.92	21.4	28.51	36.68	45.6	55.04	62.89	71.07	82.2	89.99	96.62	100
	Coarse	3.63	5.06	7.18	9.99	13.9	18.98	27.02	36.66	51.97	68.66	85.53	100
보령 3	Raw	16.5	21.09	27	33.09	39.22	46.7	54.65	63.14	72.86	82.38	87.59	100
	Fine	23.32	30.07	39.08	48.61	57.94	69.02	80.12	90.71	98.24	100	100	100
	Coarse	12.01	15.4	19.68	23.92	28.01	33.06	38.64	45.28	54.08	65.81	75.49	100
평균	Raw	15.3	20.2	26.6	33.8	41.9	50.1	58.5	67.1	77.5	86.4	92.6	100
	Fine	16.9	22.1	29.0	36.6	44.3	53.1	61.2	69.3	77.1	81.0	83.7	85
	Coarse	1.0	1.28	1.7	2.2	2.8	3.6	4.6	5.9	7.9	10.2	12.3	15

그림 4.2 보령의 입도별 누적분포도

[표 4.8] 보령 플라이애쉬(주)의 입도분포와 미연탄소분

(단위 : %)

입도 ( $\mu$ m)	보령 1						보령 2			보령 3			보령 4		
	원분	LOI	세분	LOI	조분	LOI	원분	세분	조분	원분	세분	조분	원분	세분	조분
+150	2.48	32	3.38	32	14.47	23.8	2.65	27.31	8.32	12.41	-	24.51	0.42	-	2.58
150~105	7.13	16	6.63	18.6	16.88	13.4	7.57	10.27	11.77	5.21	-	9.68	3.78	-	8.32
105~74	8.34	12.5	7.79	14	16.68	6.8	15.02	12.68	19.13	9.52	1.76	11.73	10.95	2.83	16.69
74~53	11	10	11.13	9.5	15.31	4.7	14.39	9.3	14.95	9.72	7.53	8.8	12.65	10.96	12.35
53~38	8.75	6.4	8.18	6.8	9.64	3.7	11.47	6.7	10.17	8.49	10.59	6.64	10.75	14.39	7.93
38~26	8.82	5.4	7.85	4.8	8.04	2.3	9.49	5.33	7.38	7.95	11.1	5.58	9.22	12.20	6.27
26~18	8.98	2.8	9.44	3.0	5.08	1.8	7.02	4.36	5.16	7.48	11.08	5.05	8.33	10.6	6.26
18~13	9.92		8.92		3.91		4.95	3.37	3.5	6.13	9.33	4.09	6.44	7.94	5.0
13~9	8.37		8.17		2.81		4.53	3.39	3.09	6.09	9.53	4.24	6.17	7.31	5.03
9~6	6.83		7.11		2.12		4.43	3.47	3.18	5.91	9.01	4.28	6.44	7.39	5.7
6~4	5.27	5.48	1.43	3.86	3.04	2.74	4.59	6.75	3.39	5.5	6.15	5.07			
$\Delta$ 4	14.11	15.92	3.63	14.62	10.78	10.61	16.5	23.32	12.01	19.35	20.23	18.8			



(단위 : %)

입도(μm)	Δ4	~6	~9	~13	~18	~26	~38	~53	~74	~105	~150	+150
태안 1	Raw	19.56	27.06	36.91	45.49	54.87	61.21	72.48	76.97	84.07	90.51	96.04
	Fine	23.17	31.94	42.34	53.31	65.08	77.19	86.74	90.42	95.63	97.26	99.53
	Coarse	7.92	11	15.01	20.13	26.2	33.05	43.01	52.24	67.14	78.96	90.01
태안 3	Raw	18.78	25.96	34.15	42.71	50.96	61.17	73.05	83.82	92.97	98.4	99.84
	Fine	20.81	28.65	37.31	46.44	55.3	65.91	77.46	87.42	95.58	99.6	100
	Coarse	12.21	16.23	20.78	25.85	31.08	38.43	49.07	61.27	76.81	91.83	98.09
태안 4	Raw	21.51	28.61	37.22	47.02	56.52	67.92	79.84	88.87	95.64	99.46	100
	Fine	23.13	29.33	37.69	46.67	55.46	67.42	78.85	87.97	95.31	99.48	100
	Coarse	15.73	21.05	27.15	34.1	41.29	50.94	62.57	73.81	86.03	96.15	99.6
평균	Raw	20.0	27.2	35.8	45.1	54.1	63.4	75.1	82.9	90.9	96.1	98.6
	Fine	13.6	18.2	23.8	29.7	35.7	42.7	49.1	53.8	57.9	60.6	60.7
	Coarse	4.8	6.5	8.5	10.8	13.2	16.4	20.6	25.0	30.5	35.3	37.9

그림 4.3 태안의 입도별 누적분포도

[표 4.9] 태안화력의 입도분포와 미연탄소분

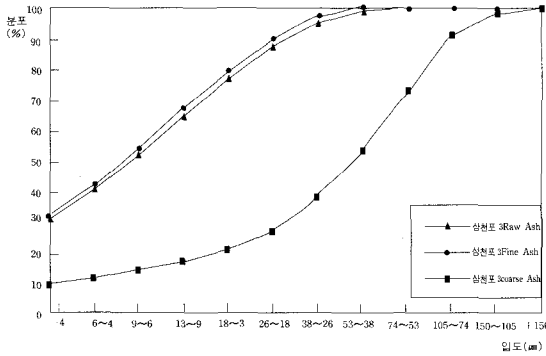
(단위 : %)

입도 (μm)	태 안1						태 안2			태 안3			태 안4			태 안5		
	원분	LOI	세분	LOI	조분	LOI	원분	세분	조분	원분	세분	조분	원분	세분	조분	원분	세분	조분
+150	3.96	37	0.47	41	9.99	44	0.22	-	3.19	0.16	-	1.91	-	-	0.4	-	-	0.27
150~105	5.53	21	2.27	25	11.05	19.7	2.27	-	6.3	1.44	0.4	6.26	0.54	0.52	3.45	-	0.59	2.49
105~74	6.44	11	1.73	24	11.82	10.3	8.23	0.97	14.19	5.43	4.02	15.02	3.82	4.16	10.12	0.61	5.1	7.86
74~53	8.1	8.5	5.11	11.5	14.9	5.1	10.91	8.47	14.95	9.15	8.16	15.54	6.77	7.35	12.22	7.15	8.94	10.24
53~38	3.49	8	4.68	9.8	9.23	4.2	11.27	11.61	12.45	10.77	9.96	12.2	9.03	9.12	11.24	13	10.02	10.38
38~26	11.27	5	8.55	5	9.96	2.7	12.51	11.86	10.98	11.88	11.55	10.64	11.92	11.43	11.63	12.53	11.8	11.49
26~18	6.34	2.3	12.11	2.4	6.85	2.3	8.68	10.71	7.25	10.21	10.61	7.35	11.4	11.96	9.65	10.89	10.51	9.85
18~13	9.38		11.77		6.07		7.32	8.53	5.31	8.25	8.86	5.23	9.5	8.79	7.19	9.11	8.38	7.54
13~9	9.58		10.97		5.12		7.99	9.08	5.29	8.56	9.13	5.07	9.8	8.98	6.95	8.95	8.49	7.53
9~6	8.85		10.4		4.01		7.36	8.87	4.77	8.19	8.66	4.55	8.61	8.36	6.1	8.05	7.73	6.99
6~4	7.5		8.77		3.08		6.79	7.96	4.18	7.18	7.84	4.02	7.1	6.2	5.32	7.31	6.92	6.05
Δ4	19.56		23.17		7.92		16.45	21.94	11.14	18.78	20.81	12.21	21.51	23.13	15.73	22.4	21.52	19.31

[표 4.10] 삼천포화력의 입도분포와 미연탄소분

(단위 : %)

입도 (μm)	삼 천 포1						삼 천 포2			삼 천 포3			삼 천 포4		
	원분	LOI	세분	LOI	조분	LOI	원분	세분	조분	원분	세분	조분	원분	세분	조분
+150	2.24	39.3	1.55	43.0	16.59	35.0	-	-	8.21	-	-	1.9	-	0.17	3.02
150~105	4.08	24.0	3.7	24.0	17.32	15.0	-	-	9.76	-	-	7.13	1.12	1.89	8.4
105~74	4.38	18.0	4.76	13.0	18.47	5.0	-	-	19.39	-	-	17.88	8.03	7	18.21
74~53	9.22	7.61	7.32	5.4	22.33	3.3	0.63	0.71	18.82	0.95	0.08	19.38	11.72	9.83	18.1
53~38	8.13	5.0	6.74	4.9	9.56	2.5	3.29	3.44	13.81	4.2	2.7	15.21	10.92	10.12	12.31
38~26	8.64	4.35	8.44	4.6	7.41	2.4	6.63	6.87	9.35	7.45	7.49	11.22	10.52	10.77	8.14
26~18	2.03	3.0	10.58	2.9	2.93	2.1	8.91	9.34	4.57	10.72	10.44	6.25	8.25	9.13	5.03
18~13	19.4		9.9		1.41		10.26	10.36	2.36	11.82	11.85	3.64	6.27	6.86	3.4
13~9	9.48		10.45		1.1		12.43	12.4	1.8	12.55	12.99	2.9	6.0	6.95	3.05
9~6	8.43		9.33		0.82		13.13	13.83	1.67	11.48	12.09	2.47	6.4	7.61	3.04
6~4	6.53		7.46		0.55		11.58	12.77	1.68	9.67	10.29	2.17	6.33	7.31	2.86
Δ4	17.44		19.77		1.51		33.14	30.28	8.58	31.16	32.07	9.85	24.44	22.36	14.44



(단위 : %)

입도(μm)	Δ4	~6	~9	~13	~18	~26	~38	~53	~74	~105	~150	+150
삼천포 1	Raw	17.44	23.97	32.4	41.88	61.28	63.31	71.95	80.08	89.3	93.68	100
	Fine	19.77	27.23	36.56	47.01	56.91	67.49	75.93	82.67	89.99	94.75	100
	Coarse	1.51	2.06	2.88	3.98	5.39	8.32	15.73	25.29	47.62	66.09	83.41
삼천포 3	Raw	31.16	40.83	52.31	64.86	76.68	87.4	94.85	99.05	100	100	100
	Fine	32.07	42.36	54.45	67.44	79.29	89.73	97.22	99.92	100	100	100
	Coarse	9.85	12.02	14.49	17.39	21.03	27.28	38.5	53.71	73.09	90.97	98.1
삼천포 4	Raw	24.44	30.77	37.17	43.17	49.44	57.69	68.21	79.13	90.85	98.88	100
	Fine	22.36	29.67	37.28	44.23	51.09	60.22	70.99	81.11	90.94	97.94	100
	Coarse	14.44	17.3	20.34	23.39	26.79	31.82	39.6	52.27	70.37	88.59	96.98
평균	Raw	24.4	31.9	40.6	50.0	62.5	69.5	78.3	86.1	93.4	97.5	99.3
	Fine	18.5	24.7	31.9	39.4	46.5	54.0	60.5	65.3	69.4	72.3	73.6
	Coarse	2.2	2.7	3.2	3.8	4.6	5.8	8.0	11.2	16.4	21.1	24

그림 4.4 삼천포의 입도별 누적분포도

#### 4.4 분급과 미연탄소분 분리에 관한 고찰

다음 표 4.11에 나타난 결과에 의하면 삼천포와 태안에서 원분의 입경이 비슷한데 비해 분급 후 태안의 조분 입경이 훨씬 적은 것은 static classifier보다 dynamic classifier의 분급효과가 떨어지거나 조분의 입자파쇄가 심했던 것으로 추정할 수 있다.

그리고 static type인 삼천포의 세분 평균 입경이 22.8 μm이고 이때의 평균 미연탄소가 3.29%인 것은 원분 중에 26μm이하의 미연탄소 함량이 3.0%로 분석된 점과 비교해 볼 때 보령이나 태안보다는 분급효과가 양호하였음을 알 수 있다.

또한 보령과 태안에서 분급된 조분의 미연탄소 함량이 예상보다 적고, 분급 후 원분에 대한 세분 회수율과 평균 입경 감소율을 삼천포와 비교해 보면 dynamic type의 분급기에서 조분의 파쇄가 더 심했음을 알 수 있다. 특히 dynamic classifier 중에서도 보령이 태안보다 조분 제거

율이 적는데 비해 입경 감소율이 더 큰 것은 보령의 원분 입경이 태안 원분보다 유난히 커서 굵은 조분이 쉽게 분리되었거나 아니면 파쇄가 그만큼 많았음을 시사하고 있다.

(표 4.11) 원분과 분급후 평균 입경과 LOI변화

설비	정제회수율(%)	구분	Raw Ash (A)	Fine Ash (B)	Coarse Ash	감소계율 (A-B)/A(%)
보령	85	입경(μm)	45.4	30.1	75.9	33.8
		LOI(%)	5.92	5.27	6.91	11.1
태안	61	입경(μm)	28.6	22.9	46.7	19.9
		LOI(%)	5.19	4.08	7.6	21.3
삼천포	74	입경(μm)	24.5	22.8	65.3	7.0
		LOI(%)	3.73	3.29	6.99	11.8

그러나 보령이 태안에 비해 rotor의 회전수를 낮게 운전한 점인데 dynamic classifier에서 조분의 파쇄현상은 rotor의 회전수 외에도 회분의 특성과 다른 운전조건들에 의해 많은 영향을 받을 수 있음을 의미한다. 또한 static type인 삼천포는 분급 후 세분과 조분의 입경차가 dynamic type인 보령이나 태안보다 훨씬 크고, 앞 그림 4.4의 입경누적 분포 curve에서 보는 바와 같이 분급효과가 양호하였다.

이번 상업용 공기분급기의 성능시험결과에서 미연탄소분의 제거율을 고찰해 보면, 우선 태안에서 LOI 제거율이 21.3%로 가장 높았으나 태안의 원분 특성은 26μm이하 미세입경의 미연탄소 함량이 2.3%로 아주 낮기 때문에 분급시 미연탄소분의 저감효과가 높게 나타날 수 있었다. 그러나 보령 플라이애쉬(주)는 상업적 목적으로 정제회수율을 높이기 위해 조분 제거량이 너무 적게 운전하여 미연탄소분 제거율이 11.1%로 가장 좋지 못하였고 미연탄소 함량도 5% 초과하여 분급의 목적을 달성할 수 없었다.

## V. 결론

본 연구는 석탄회 중 플라이애쉬를 두 개의 실험용 소규모 건식 공기분급장치(cyclone)를 이용하여 미연탄소분의

분리효율을 비교 분석하고 상용 공기 분급기의 입도 분리 시 미연탄소분의 저감성능을 고찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Dynamic type classifier는 rotor의 회전수 조절 등 운전조건에 따라 세분과 조분의 비율을 쉽게 조절할 수 있어 원분의 품질변화에 신속하게 대응할 수 있지만 문헌에서 고농도 분체의 정밀분급이 가능하다고 알려진 바와 달리 부서지기 쉽고 미연탄소분이 많은 플라이애쉬의 분급에서는 입자의 파쇄현상이 심하여 분급이 정교하게 되지 못하고 미연탄소분 저감효과도 떨어졌다.

2. 반면, Static classifier는 입자의 분급효과가 크고 기계적인 구동장치가 없어 동력비가 적게 든다. 또 입자의 파쇄현상도 비교적 적으나 한번 고정된 출구 오리피스를 가동 중에 교체가 불가하므로 세분과 조분의 비율 조절이 제한된다. 그러나 원분의 입도별 미연탄소 분석치 등을 사전에 검토하고 출구 오리피스의 직경과 이송 공기를 적절하게 배분하여 보다 섬세한 분급이 이루어 질 수 있다.

3. 26 $\mu$ m이하의 미세입경 중에 미연탄소 함량이 높은 플라이애쉬는 공기분급으로 미연탄소분을 저감시키기에 부적합한 점이 있다. 실제로 삼천포화력의 플라이애쉬는 미세 입경의 미연탄소분이 높고 파쇄가 용이한 아역청탄 석탄회입으로 앞서 현장 성능시험결과(표 4.11)와 같이 평균 입경감소율이나 미연탄소분 저감율만으로 분급효과의 미연탄소분 저감효과를 간단하게 비교해 본다면 삼천포화력이 분급효과가 가장 좋지 못한 것으로 간과할 수 있는 결과가 도출되었다. 그러나 분석자료를 세밀히 검토하여 보면 삼천포화력의 조분이 파쇄가 가장 적었고 입도의 분급효과가 가장 좋았음을 알 수 있다.

4. 석탄 화력발전소에서는 제반 연소조건이 다소 좋지 못하더라도 발전원가를 저감시키려는 목적으로 여러 산지에서 저렴한 석탄을 더 많이 수입 사용할 것이고 이는 결과적으로 발생될 플라이애쉬의 품질을 더욱 나쁘게 한다. 즉 원분의 미연탄소분이 너무 높아지면 공기분급기에 의한 미연탄소분 저감효과를 기대하기 곤란해진다. 더욱이 원분의 미세입경(-26 $\mu$ m)중에 미연탄소분이 높을 때에는

공기분급기의 성능이 아주 우수하여 입도를 정교하게 분리한다 하여도 플라이애쉬는 공기 분급 중에 입자의 파쇄 현상이 동반되므로 미연탄소분의 저감효과를 충분히 얻을 수가 없다. 이런 경우 공기분급법과 공정은 유사하지만 보다 진보된 정전분리방법 등 새로운 기술이 실용화되어야 한다.

한편 최근 미국과 영국에서 제작되어 상업화된 공기분급기의 분급성능과 미연탄소분 저감성능이 우리가 실험실에서 간단하게 제작하여 실험한 결과를 크게 벗어나지 않아 그 성능을 유추할 수 있음이 확인되었다.

5. 앞으로 석탄의 사용량이 증가함에 따라 발생하는 석탄회의 양도 그 만큼 증가되고, 점차 부지 확보가 곤란하여 매립지를 조성하기 위한 비용 또한 급증할 것이다. 좁은 국토와 부존자원이 빈약한 우리나라에서 발생한 석탄회의 매립량을 줄이기 위하여 유용한 부산물로 많이 이용할수록 자원활용과 환경보존의 일석이조의 효과가 있다. 플라이애쉬의 입도를 분리하여 미연탄소분 함량을 3~5%범위로 저감시키면 레미콘 혼화재로서 포틀랜드 시멘트의 7~10%정도를 직접 대체할 수 있으므로 실제 거레가격도 벌크 시멘트 가격의 50%를 상회하고 있다. 최근 건설 경기가 회복되고 있고 정제된 플라이애쉬의 이용되는 양도 급격하게 증가하고 있다.

6. 이상과 같은 결론에서 신설 중인 당진화력, 영흥화력 그리고 태안화력 후속기 등에 공기분급 방법에 의하여 플라이애쉬의 입도조정과 미연탄소분을 저감시키고자 한다면 동익에 의해 플라이애쉬에 부착된 미연탄소분의 파쇄 현상으로 정교한 분급이 어려운 dynamic type classifier 보다, 운전조건은 다소 까다롭지만 파쇄현상이 비교적 적고 결과적으로 입도분급이 더 정교하게 이루어 질수 있는 static classifier에 보다 많은 관심을 가져야 할 것이다. ◀