

화력발전소연재의 탈규에 미치는 영향인자들에 대한 연구

문명, 리덕승, 심학철

연재는 화력발전소의 보이라실에서 나오는 분말상태의 재로서 매일 다량적으로 생겨나는 고체폐기물이다. 이 고체폐기물을 건재, 농업, 환경 등 여러 부문에서 재자원화하기 위한 연구[1-3]가 진행되었다.

본문에서는 석회알카리법으로 연재를 처리할 때 SiO_2 성분을 추출하기 위한 방법을 제시하고 탈규작용에 영향을 미치는 인자들에 대하여 평가하였다.

시 료 준 비

시료로는 화력발전소의 연재를 리용하였다. 일반적으로 연재에서 미분탄의 함량은 대략 15%정도이지만 시료로 리용한 연재에서 미분탄의 함량은 30~40%정도이다.

연재의 회분화학조성은 표 1과 같다.

표 1. 연재의 회분화학조성

성분	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO
함량/%	65.8	22.9	4.1	2.9	2.94

표 1에서 보는바와 같이 연재회분속의 SiO_2 함량은 비교적 높으며 CaO 함량은 4.1%로서 저칼시움질연재에 속한다. 시료의 반규비($m_{\text{Al}}/m_{\text{Si}}$)는 0.34로서 매우 낮다.

연재의 X선구조분석결과는 그림, 표 2와 같다.

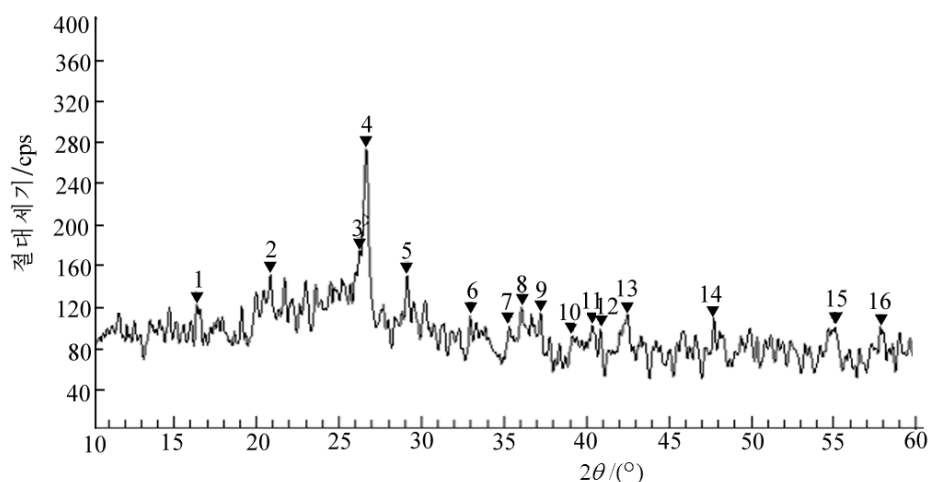


그림. 연재의 X선회절곡선

2, 4, 11, 13, 15—석영, 1, 3, 6, 7, 9, 10, 12, 16—몰리브

표 2. 연재의 X선구조분석결과

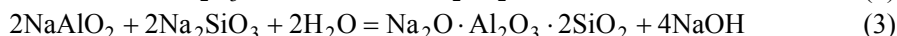
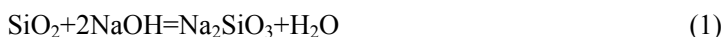
No.	$2\theta/(^{\circ})$	$d/(\times 10^{-1}\text{nm})$	절대세기/cps	No.	$2\theta/(^{\circ})$	$d/(\times 10^{-1}\text{nm})$	절대세기/cps
1	16.36	5.414	122	9	37.24	2.412	114
2	20.84	4.259	151	10	39.16	2.298	92
3	26.24	3.383	174	11	40.36	2.233	102
4	26.64	3.343	273	12	40.84	2.208	98
5	29.12	3.064	150	13	42.48	2.126	112
6	32.96	2.751	111	14	47.72	1.904	109
7	35.32	2.539	101	15	55.08	1.666	100
8	36.08	2.487	120	16	57.84	1.593	101

그림, 표 2에서 보는바와 같이 연재의 광물조성을 보면 결정상으로 석영(36.3%)과 물리트(63.7%)가 들어있다.

실험 방법

석회알카리법을 리용하여 연재를 처리하면 반규비가 낮은데로부터 SiO_2 과 반응하는 CaO 량이 많아지게 된다. 또한 석회알카리법에서는 산법에서와는 달리 연재속의 SiO_2 을 회수하지 못하는 결함이 있다. 석회알카리법에서의 이러한 결함을 극복하기 위하여 연재를 석회알카리법으로 처리하기 전에 NaOH 용액으로 상압에서 침출시킨다.

연재와 NaOH 용액의 주요화학반응은 다음과 같다.



반응 (1)에 따라 탈규가 진행된다.

반응 (2)와 (3)은 부반응으로서 될수록 반응들이 일어나지 않도록 반응조건들을 설정하여야 한다.

50g의 시료를 각이한 농도(12, 15, 18, 21%)의 NaOH 용액, 여러 고액비(1:2.5, 1:3, 1:3.5, 1:4), 각이한 온도(70, 80, 90, 95 $^{\circ}\text{C}$)에서 각이한 시간(0.5, 1, 2, 3, 4, 5h)동안 침출시켰다.

실험은 단인자실험법으로 진행하였다. 표준실험조건으로 NaOH 농도 15%, 고액비 1:3, 온도 90 $^{\circ}\text{C}$, 침출시간 3h로 정하고 한 인자씩 변화시키면서 침출실험을 진행하였다. 침출을 일정하게 보장하기 위하여 120r/min의 속도로 교반을 진행하였다.

결과 및 해석

① NaOH 농도의 영향

각이한 농도의 NaOH 용액과 연재를 반응시키고 반응후의 용액에서 SiO_2 농도를 측정하여 탈규반응의 정도를 평가하였다.

각이한 농도의 NaOH 용액에서 SiO_2 농도는 표 3과 같다.

표 3. 각이한 농도의 NaOH 용액에서 SiO_2 농도

$\text{NaOH}/\%$	12	15	18	21
$\text{SiO}_2/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	29.6	33.3	39.6	47.4

표 3에서 보는바와 같이 NaOH농도가 커지는데 따라 용액에 추출되는 SiO_2 의 농도도 증가한다. 그러나 NaOH의 농도를 지나치게 크게 하면 용액의 점성이 높아져 다음단계의 고액분리가 힘들게 되며 SiO_2 이 석출될 때 SiO_2 침전물안에 많은 양의 NaOH가 섞이게 되므로 이것을 세척하는데 품이 많이 든다. 따라서 NaOH농도는 20%를 넘지 않는 것이 좋다.

② 고액비의 영향

표준조건에서 액체량을 고정하고 고액비를 변화시켜 반응시킨 용액에서 SiO_2 농도는 표 4와 같다.

표 4. 각이한 고액비에 따르는 SiO_2 농도

고액비	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4
$\text{SiO}_2/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	31.7	33.3	31.9	26.4

표 4에서 보는바와 같이 고체함량이 적을 때(1:4) 탈규한 용액에서 SiO_2 의 농도는 작으며 고체함량이 많아짐(1:3)에 따라 SiO_2 농도는 커진다. 그러나 고체함량이 더 많아지면 SiO_2 농도는 작아진다. 이것은 고체함량이 지나치게 많으면 용액의 점성이 높아지고 그것에 따라 SiO_2 추출량이 적어지기때문이다. 따라서 합리적인 고액비는 1:3으로 설정할수 있다.

③ 침출온도의 영향

연재와 NaOH용액을 반응시킨 용액에서 침출온도에 따르는 SiO_2 농도는 표 5와 같다.

표 5. 침출온도에 따르는 SiO_2 농도

침출온도/°C	70	80	90	95
$\text{SiO}_2/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	25.3	27.7	33.3	42.3

표 5에서 보는바와 같이 상압조건에서 침출온도를 높이면 추출되는 SiO_2 의 농도는 높아진다. 따라서 침출온도는 상압조건에서 95°C로 하는것이 좋다.

④ 침출시간의 영향

연재를 탈규한 용액에서 침출시간에 따르는 SiO_2 농도는 표 6과 같다.

표 6. 침출시간에 따르는 SiO_2 농도

시간/h	0.5	1	2	3	4	5	6
$\text{SiO}_2/(\text{g} \cdot \text{L}^{-1})$	21.8	32.7	35.4	33.3	32.9	29.7	23.5

표 6에서 보는바와 같이 표준실험조건에서는 2h에서 SiO_2 의 농도가 최대값에 도달하며 시간이 지남에 따라 낮아진다. 이것은 시간이 지남에 따라 Na_2SiO_3 의 형성과 함께 다른 부반응들이 일어나 용액의 SiO_2 농도가 낮아지기때문이다.

⑤ 탈규후의 반규비

위의 실험결과로부터 연재에서 탈규의 최적조건은 NaOH농도 20%, 고액비 1:3, 온도 95°C, 침출시간 2h라는것을 알수 있다. 최적조건에서 연재를 탈규한 용액에서 SiO_2 농도는 50.8g/L였다.

표준조건과 최적조건에서 탈규한 연재의 SiO_2 , Al_2O_3 함량, 반규비, 탈규률은 표 7과 같다.

표 7. 탈규한 연재의 SiO_2 , Al_2O_3 함량, 반규비, 탈규률변화

시료	$\text{SiO}_2/\%$	$\text{Al}_2\text{O}_3/\%$	Al/Si	탈규률/%
원시료	65.8	22.9	0.34	0
시료(표준조건)	59.5	26.6	0.5	23.4
시료(최적조건)	55.8	29.3	0.59	35.6

표 7에서 보는바와 같이 연재를 석회알카리로 처리하기 전에 탈규를 진행하면 반규비가 높아진다. 따라서 연재속의 SiO_2 함량을 낮추어 소성과정에 리용하는 석회량을 줄일 수 있다.

맺 는 말

화력발전소연재속의 SiO_2 성분을 추출하기 위한 최적조건은 NaOH농도 20%, 고액비 1:3, 온도 95°C , 침출시간 2h이다.

연재를 NaOH용액으로 처리할 때 탈규률은 35.6%에 달하는데 이때 반규비는 0.34로부터 0.59까지 높아진다.

참 고 문 헌

- [1] 김성호; 건재공업, 4, 18, 주체94(2005).
- [2] 高晓云; 能源环境保护, 26, 4, 5, 2012.
- [3] 杨权成; 矿产综合利用, 6, 3, 2012.

주체109(2020)년 7월 5일 원고접수

The Factors Affecting Desiliconization of Fly Ash in Thermal Power Plant

Mun Myong, Ri Tok Sung and Sim Hak Chol

Optimized condition of desiliconization on fly ash in thermal power plant includes 20% of NaOH solution, solid-liquid ratio 1:3, temperature 95°C , leaching time 2h, and Al/Si ratio increases from 0.34 to 0.59.

Keywords: fly ash, desiliconization