

The Technology of Simultaneous Removal of SOx & NOx

한영욱·이천우·석동찬

(주)이우테크

1. 서론

현재, 전기방전을 이용한 배연탈황·탈질 기술은 이미 전 세계적으로 널리 연구되고 있다.

본사에서는 1996년부터 G7 Project의 일환으로 한국전력과 연계하여, 보령화력발전소 내에 처리용량 3000Nm<sup>3</sup>/hr의 SOx/NOx의 동시제거를 위한 플라즈마 설비(ASEP-3000)를 설치하여, 운영 및 가동실험을 수행하고 있다. 방전조건의 변수, 배출가스의 물리적인 조건변수, 또한 첨가제 주입 등의 다방면의 변수조정 실험을 통해서, 탈황 90%, 탈질 70% 이상의 제거율을 나타내었다.

이제, 한양대학교에 앞서 언급했던 변수들을 더욱 용이하고 다양하게 변화시킬 수 있도록 설계한 처리용량 500 Nm<sup>3</sup>/hr의 SOx/NOx 동시제거 플라즈마 설비(ASEP-500)를 설치하였으며, 이 설비와 보령화력 발전소내의 설비를 통한 병렬적인 연구를 통해 더욱 높은 SOx/NOx 제거율을 얻어냄과 동시에 부생성물의 황산, 질산으로의 재활용 가능성 및 설비에 대한 더욱 세밀한 분석과 운전조건변수들을 확립하고자 한다.

2. 연구방법

보령화력발전소에 설치되어 있는 ASEP-3000의 개략도는 그림 1과 같으며 주 반응기에는 직경 250 mm, 길이 2000 mm의 원통구조로 된 6개의 반응 채널이 있으며, 각각의 반응채널 내부로 튕니형 방전극이 적용되어있다. 처리가스는 반응챔버내로 가스가 유입되기 전에 열 교환기를 거쳐, 특정 온도(60℃ ~ 130℃)로 조절되었고, 설비의 전체유체의 양끝의 유량조절 밸브를 조정하여, 압력과 유량(1000~3500Nm<sup>3</sup>/hr)을 조절하였다. 방전조건은 방전 주파수(600 Hz~2.5 kHz)에 변수를 주었다. 또한 화학적 변수로는 수분, 암모니아, 에탄올을 첨가제로 주입해 보았다. 압력, 온도는 디지털센서를 이용하였고, 유량은 디지털방식과 pitot tube를 이용한 두 가지 방법을 이용하여 측정하였다. 가스분석은 Seres 가스 분석기와 Quintox 연소분석기, Horiba SO<sub>2</sub>분석기를 이용하였고, 공정시험법에 따른 분석도 하였다.

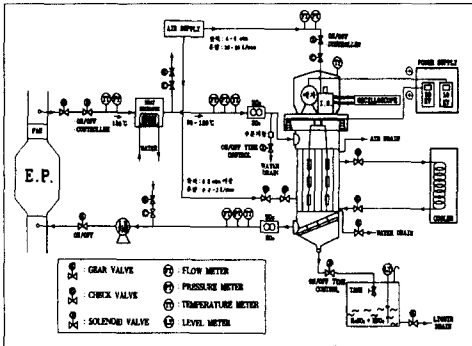


Fig. 1. ASEP-3000 P & ID.

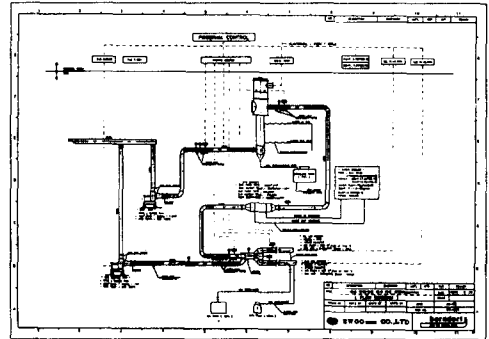


Fig. 2. ASEP-500 P & ID.

한양대학교에 설치된 ASEP-500의 개략도는 그림 2와 같으며, 이 설비는 ASEP-3000과는 달리 증류 연소가스, lpg연소가스와 약간의 공기를 main가스로 사용하였고, SO<sub>2</sub>가스와 NO가스를 일정량 주입하는 모사가스를 이용하였다. 구조는 ASEP-3000과 달리 6개의 반응채널에서 1개의 단일채널로 하였고, ground가 되는 반응관 내벽에 수막을 형성할 수 있도록 하였다. 이 설비는 현재 설치완료단계에 있으며,

본격적으로 실험에 착수할 계획이다.

위의 두 가지 설비의 실험조건은 표 1과 같다.

Table 1. ASEP-3000,500 실험조건.

	peak voltage	base voltage	주파수	제거율		실험조건					소요전력	첨가제	부산물
				SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	유속	유량	온도	SO <sub>2</sub> 농도	NO농도			
ASEP-3000	70kV	30kV	Max. 2.5kHz	90~95%	60~70%	2m/sec	3,000 Nm <sup>3</sup> /hr	60~130 °C	190~290 ppm	100~200 ppm	6~12 Wh/m <sup>3</sup>	수분, NH <sub>3</sub> , 에탄올	황산, 질산 유산, 초산
ASEP-500	70kV	-	0.2~1.5 kHz	-	-	2m/sec	500 Nm <sup>3</sup> /hr	60~120 °C	300~500 ppm	150~220 ppm	5Wh/m <sup>3</sup> 이하	-	황산, 질산

### 3. 결과 및 토의

ASEP-3000에 대한 실험결과를 표 2에 나타내었다.

Table 2. ASEP-3000 실험결과.

반응첨가제		제거율(%)		에너지공급량 (W/m <sup>3</sup> )	비고
		SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>		
미주입		30	50	9.0	IG 주파수 : 1~1.33kHz 유량 : 1,100~2,000Nm <sup>3</sup> /hr 온도 : 65°C SO <sub>2</sub> : ~350 ppm NO <sub>x</sub> : ~150 ppm
주입	에탄올(500ppm)	47	77	11.9	
		35	75	7.2	
	암모니아(0.9당량) 및 에탄올	90이상	70	5.9	

위에서와 같은 결과를 나타낸 것은 여러 번의 또 다른 많은 실험과, 분석을 거쳐보아야 하겠지만, 반응기내에서 첨가제를 주입하지 않았을 경우에 제거율이 낮은 것은 scavenging agent의 부재에 따른 소량의 역반응과 전기적으로 상당히 불안한 상태의 반응 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>성분들이 아주 미세한 에어로졸 상태로 그대로 대기로 배출된 것이라고 추측된다. 실제로 공정시험법 상의 SO<sub>x</sub>측정은 SO<sub>2</sub> 가스상태이든, SO<sub>3</sub> 상태의 미스트 상태이건 간에 구분하지 않고, 흡수 측정한다. NDIR법(Horiba SO<sub>2</sub> analyzer)을 사용하여 분석한 결과와 공정시험법에 나타난 실험결과에 차이를 보이는 것은 이때문인 것으로 추측한다. ASEP-500에 대한결과는 기술하지 않는다.

### 4. 결론 및 제언

ASEP-3000 가동 실험에서 본 설비는 최고전압 80kV, 전류 0.51mA, 주파수 1kHz, rising time 220ns 등으로 국내의 타연구기관에서의 연구결과와 비교해 볼 때 양호함을 확인하였고, 첨가제를 주입하지 않은 상태에서의 방전실험에서 SO<sub>x</sub>에 대해서는 30%, NO<sub>x</sub>에 대해서는 50%의 제거율을 보였고, 암모니아와 에탄올을 첨가하였을 경우 SO<sub>x</sub>에 대해서는 90%, NO<sub>x</sub>에 대해서는 70%이상의 제거가 가능하였다.

새로 설치한 ASEP-500 과의 병렬적인 실험을 통해서, 방전간에 발생할 수 있는 주요 제거물질(O<sub>3</sub>, OH 등)들에 대한 더욱 세밀한 분석과 그러한 물질들이 방전 효율과 조건에 따라 얼마나 발생하는지, 그리고, 이러한 물질들이 실제로 오염가스들과 실제로 어떠한 반응을 하게되는지에 대한 연구와 포집되지 않고 대기로 배출될 수 있는 에어로졸의 포집문제를 규명하고, 미반응된 황산화물과 질소산화물의 제거율을 높이는 연구를 진행할 계획이며, 부생성물에 대한 성분분석과 이 생성물들의 상업성에 대한분석도 이루어져야 할 것이다.