

## AC+DC 복합 방전형반응기의 특성

우인성\*, 황명환\*, 山隈瑞樹\*\*

\*인천대학교 안전공학과, \*\*일본노동성산업안전연구소

### 1. 서론

방전 플라즈마가 배기 가스 속의  $\text{NO}_x$ · $\text{SO}_x$  나 생산현장으로부터 배출되는 VOC 등의 유해 물질의 분해에 유효하다고 하는 것은 이미 많은 연구에 의해 밝혀지고 있다. 또한 방전 플라즈마의 발생방식으로서 펄스방전, 무성방전 등 여러 방식이 제안되고 있으며 각각 특장을 갖고 있다. 필자 등은 종래부터 컴팩트하고 높은 분해효율을 갖는 세라믹베이스의 연면방전에 주목하여 주로 VOC를 대상으로 그 특성을 조사해왔다<sup>1)</sup>. 즉 이 방식을 이용한 화학적인 처리방식은 처음 増田에 의해 제창되어 SPCP라고 하는 명칭으로도 널리 알려져있다<sup>2)</sup>.

그런데 연면방전전극은 구조적으로 세라믹 기판의 표면에 소결된 가늘고 긴 텅스텐 전극의 근방에서 방전 플라즈마를 발생시키는 것이므로 이것을 이용해서 반응기를 제작할때에는 피처리가스를 가능한 한 전극근방에 따라서 통과시키는 등 구조상의 변화가 처리능력의 향상에 불가결하다. 이렇게 반응영역이 편재하는 것은 시간당 처리량의 증가를 꾀하는 경우의 애로사항이 되는 것으로 사료된다. 그래서 필자들은 스트리머가 공간적으로 퍼지는 코로나 방전을 조합하므로써 반응영역의 확대, 나아가서는 처리효율의 향상이 가능하리라 여겨져 판넬형 연면방전전극과 침 어레이 형 코로나방전전극을 조합시킨 반응기를 시작하여 주로  $\text{NO}_x$ 를 대상으로 그 분해특성을 조사했다.

### 2. 실험장치 및 실험방법

본 연구에서 試作한 연면·코로나 복합형 반응기의 구조를 그림1에 나타낸다. 연면방전 발생용으로는 판넬형 방전전극((주)増田研究所製. 이하 연면전극이라 한다)을 사용하고 코로나방전 발생용으로는 침상전극을 1줄 당 21개를 3줄로 매립한 어레이전극 ((주)春日電機製. 이하 코로나전극이라 한다)을 사용했다. 양전극은 20mm의 간격으로 방전면을 마주보도록 배치되어있다. 방전용 전원으로는 고주파 가변 주파수전원(5~15kHz) 및 직류고전압전원을 사용했다. 또한 직류전원과 코로나전극 사이에 스파크를 방지하기 위해 10M $\Omega$ 의 저항을 직렬로 연결했다.

처리가스는 NO를 질소 또는 공기를 베이스로 해서 브랜드 한 것을 사용했다. NO<sub>x</sub>의 농도측정에는 화학발광식 NO<sub>x</sub>농도계((주)島津製作所製NOA-7000)를 사용했다. 연면방전의 방전전력은 디지털오실로스코프에 전압 및 전류파형을 읽혀 컴퓨터로 그 적을 1주기에 걸쳐 적분해 구했다.

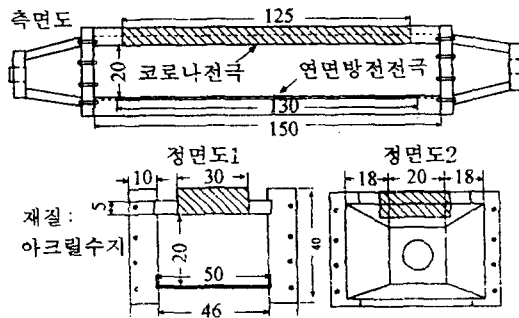


Fig.1 Structure of Surface/Corona Mixed Reactor

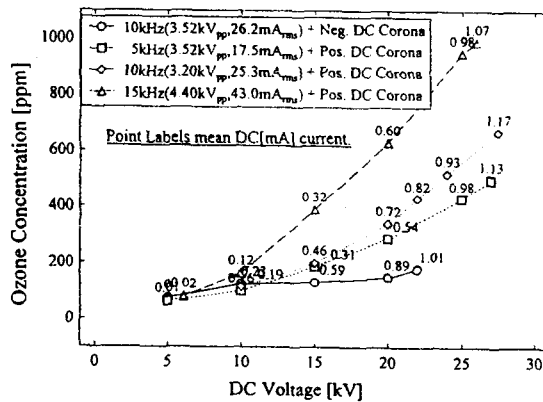


Fig.2 Effect of Corona Discharge on Ozone Production (SPCP+DC Corona, dry air, 2 l/min)

### 3. 실험결과

우선 오존 발생량을 측정하고 연면전극의 구동주파수와 코로나전극의 인가전압 영향을 조사했다. 그 결과를 그림 2에 나타낸다. 이 실험에서는 연면방전 만 인 때에는 거의 오존을 발생하지 않을 저레벨의 전압을 인가하고 코로나 전압만 변화 시켰다. 부극성의 코로나 방전에서는 오존의 발생량은 거의 변화하지 않지만 정극성의 코로나 방전에서는 인가전압의 증가와 더불어 오존 발생량도 증가하고 나아가 연면방전의 주파수가 높을 수록 증가율도 큰 것을 알았다. 상기와 마찬

가지로 부극성코로나의 경우 방전화학반응에는 거의 영향을 미치지 않는 것으로 생각되므로 이후의 실험에서는 부극성코로나는 제외했다.

다음으로 질소바란스 NO(534ppm)를 반응기에 도입해서 실험했다. 정극성 코로나 만의 경우 및 연면방전을 일정하게 하여 코로나를 중첩한 경우의 결과를 그림3에 나타낸다. 코로나만에 있어서는 NO는 거의 분해되지 않지만 연면과 코로나를 중첩한 경우에는 코로나 전압의 상승과 더불어 분해율이 개시시의 68%로부터 84%까지 향상했다. 나아가 NO농도는 일정하게 유지하고 모의 가스중의 산소농도를 4.2%~16.8%까지 변화시켜 연면방전 만 그리고 연면·코로나중첩(연면방전 주파수를 10kHz, 코로나 전압을 10kV 로 고정)인 경우의 분해율을 그림4에 나타낸다. 산소농도가 높을수록 분해율이 저하하는 경향이 있지만 이것은 측정기가 NO 외에 NO<sub>2</sub>를 동시에 계측하기 때문에 NO의 산화에 의한 NO<sub>2</sub>의 생성분이 가미된 결과로 사료된다. 어느조건에서나 코로나방전을 중첩하면 분해율이 향상하는 것 및 코로나 중첩의 효과는 연면방전의 방전전력이 작은 영역에서 더 높다고 하는 결과가 얻어졌다.

#### 4. 고찰 및 앞으로의 전망

방전상태를 관측하면 코로나 방전의 효과가 있다고 여겨지는 영역이라도 스트리머가 반응기를 채우는 일없이 오히려 연면방전을 강하게한다(방전전류가 증가한다)고 하는 현상이 나타났다. 이 경향은 주파수가 높을수록 현저하게 되므로 이것이 그림2에서 보이는 주파수 영역에서의 방전화학반응의 활발화에 기여하고 있는 것으로 사료된다.

본 방식이 시스템전체의 전력효율(소비전력에 대한 분해량의 비율)의 향상에 기여하는 것인지 앞으로 전원계통의 투입전력 등을 측정하므로써 조사할 예정이다. 또한 이번에는 전원문제상 직류에서의 코로나방전 만이었지만 앞으로는 교류 또는 펄스와의 중첩을 시도할 예정이다.

#### 5. 결론

연면방전과 코로나 방전을 조합시킨 혼합방전형 플라즈마 반응기를 試作하여 그 특성을 실험적으로 조사하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

- (1)연면방전의 구동주파수가 높을수록 정극성 코로나방전 중첩시의 오존 발생량의 증가율은 크다. 부극성 코로나는 오존 증가에 거의 기여하지 않는다.
- (2)정극성 코로나 방전을 연면방전과 동시에 발생하므로써 NO의 분해율을 향상시킬 수 있었다. 분해율향상에 대한 기여도는 연면방전의 방전에너지가 작을수

특 큰 경향이 있다.

참고문헌

- (1)山隈瑞樹他, 放電プラズ마化學反應を用いた有害物質の無害化, RIIS-RR-92 (1993),157-166.
- (2)S.Masuda, et al., ACeramic-Based Ozonizer Using High Frequency Discharge, IEEE Trans. on IA(1988),223-231.

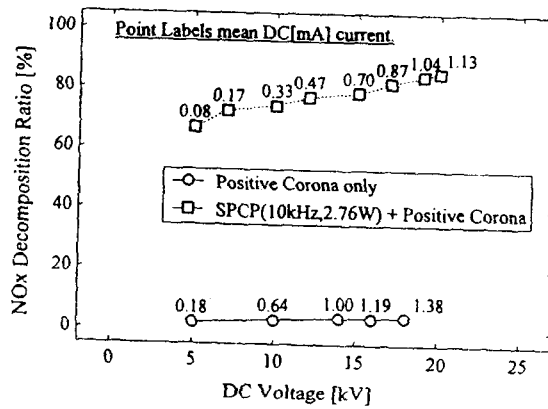


Fig.3 Effect of corona on NO Decomposition (N<sub>2</sub> balance, 34ppm, 2 l/min)

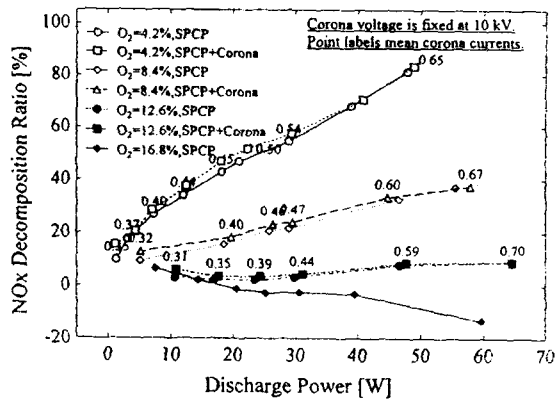


Fig.4 Effect of O<sub>2</sub> on NO Decomposition (10kHz, 534ppm, 2 l/min)