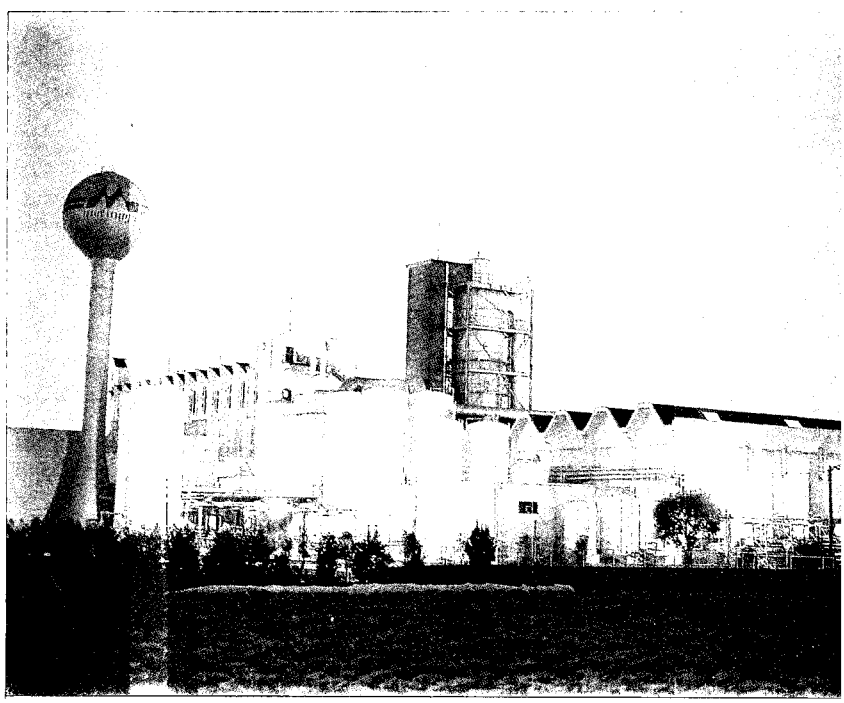
대기오염 물질 처리의 신기술 동향

홍민선 / 아주대 교수



국내외에 걸쳐 제품의 생산 공정 및 종류가 다변화하며 배출되는 대기오염물질도 다양해지고 환경에 대한 인식 증가로 대기오염물질의 배출기준이 점차 강화되고 있는 이즈음 전세계적으로 개발중에 있거나 개발 완료단계에 있는 분진 및 VOCs의 처리에 관한 신기술 몇가지를 소개하고자 한다.

1. E-SOx Process

고정원, 특히 발전소에서 배출되는 SO_2와 분진을 동시에 제거하는 기술로서 기존의 ESP의 첫번째 section을 sorbent spray system으로 대체하고 precharger를 첫번째 section뒤에 설치하여 분진의 집진효율을 높이는 구조를 갖고 있으며 미국의 Air & Energy Engineering Research Lab. (AEERL)에서 Small Scale 실험을 마쳤으며 1,000 acfm, 300°F에서 최대 체제 시간 4초로 lime과 sodium carbonate를 sorbent로 사용하였다. SO_2 제거 효율은 Ca/S 비가 1.4~1.5에서 53~54%를 나타냈고 Na/S 비가 1.8~2.2, 그리고 체제 시간이 4초일 때 80~90%의 높은 제거 효율을 나타냈다. Large scale pilot 실험은 미) Ohio Edison Burger Station (5MW)에서 수행되었는데 유량 15,000 acfm에서 Ca/S가 1.4일 때 55%의 효율을 나타냈다.

본 기술의 full scale 실험은 1993년도에 동유럽에서 러시아와의 협조로 수행될 예정이며 기존의 E.S.P를 개조해 사용할 수 있는 기술로서 기대되고 있다. 본 기술의 효율 증가는 온도와 유속의 분포에 따라 좌우되는데 이에 대한 개선점이 연구중에 있다.

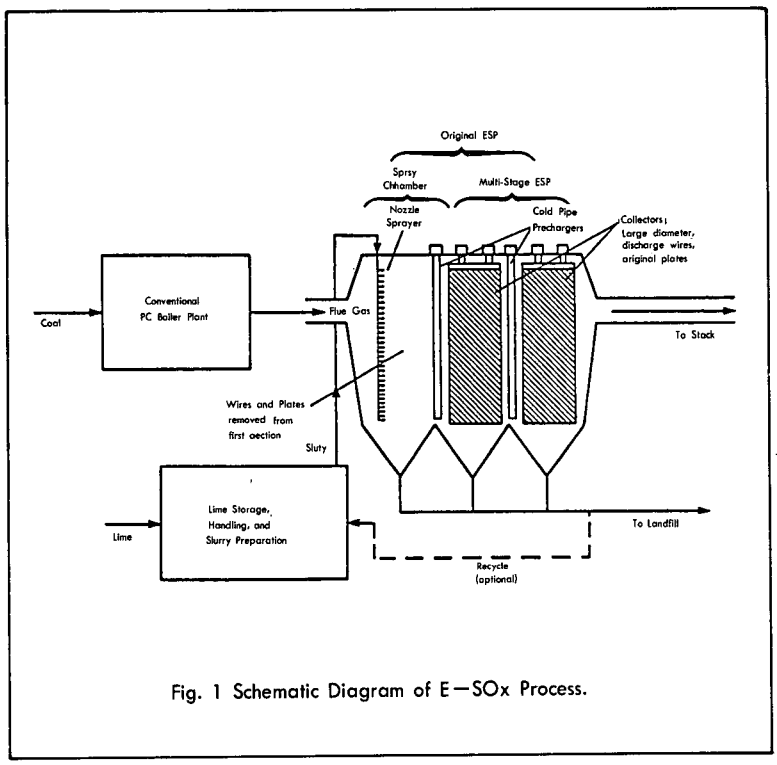


Fig. 1 Schematic Diagram of E-SOx Process.

2. Retrofit Electrostatic Filtration (REF)

본 기술은 전기집진기의 마지막 section에 ESFF(Electrostatically Stimulated Fabric Filtration)를 설치하여 분진을 효율적으로 포집함으로서 분진의 비저항이 낮거나 높을 경우에도 배출기준에 부합할 수 있는 고효율 집진을 보장한다. 그림 2에 나타나 있는 REF는 기존의 섬유집진기보다는 압력손실이 적고 연료의 성상 및 연소 조건등에 E.S.P보다 민감하지 않으며 가스처리를 위해 sorbent등을 주입시킬 경우에도 효율적으로 분진을 포집할 수 있어 향후 기대되는 기술중의 하나이다.

본 기술은 기존의 E.S.P를 쉽게 개조하여 사용할 수 있으며 탈황 시설에 의한 분진의 비저항(resistivity) 변화에 상관없이 미세 분진을 포집할 수 있으며 Bag filter 설치시보다 저렴한 가격으로 설치 운용할 수 있고 낮

은 압력 손실로 동력비도 적게 드는 장점이 있다.

탈진은 기존의 섬유집진기와 같이 reverse air, shake deflate, pulse jet 3가지 방식이 다 적용될 수 있으며 A/C ratio가 커질 경우는 2 section을 ESFF로 대체하거나 직경이 작은 백을 사용하거나 길이를 크게 하여 조절할 수 있어 다양한 설계가 가능하다. Bag 내부 포집방식(Reverse air, shake deflate)은 1990년 U.S. Patent를 획득하였으며 Bag 외부 포집방식(Pulse-Jet)은 small scale pilot 실험을 수행중에 있다.

본 기술의 남은 과제는 dustcake과 nondustcake에 따른 탈진 방식의 최적화, Bag Array의 최적화 및 모델 개발을 통한 성능 입증등이 남아 있다.

3. Corona Destruction

본 기술은 코로나 방전을 이용하여 VOCs(Volatile Organic Compounds)와 Air Toxics를 분해하는 기술로서 기존의 유해가스 처리 방식인 흡착, 흡수, 촉매소각(Catalytic Incineration), 열 소각(Thermal Incineration) 등에 비해 가격이 저렴하고 여러가지 장점을 갖고 있어 향후 탈취 및 유해가스 처리에 응용이 될 것으로 사료된다.

본 장치는 Packed-bed type과 관형 E.S.P(Tubular E.S.P)와 같은 Tube-in-Reactor type의 두가지가 있다. 코로나 방전 처리기술의 화학적, 전기적 메카니즘은 명확히 규명되어 있지 않으나 코로나에 의해 생성된 자유전자가 충분히 빠른 속도가 되면 가스 분자와 충돌하여 가스 분자를 이온화시키거나 bond를 분리시켜 CO_2, CO, H_2O로 분해한다는 것이 가장 지배적이다.

이 기술은 그림 3에 나와 있듯이 기존의 유해가스 처리기술에 비해 30~60% 저렴한 비용으로 동량의 유해가스를 처리할 수 있고 상온, 상압에서 운전되며 전기 이외의 보조 연료를 필요로 하지 않고 흡착, 흡수와 같은 2차 오염물질을 유발하지 않아 향후 막대한 수요가 예상된다. 산업용으로는 페인트, 반도체 전기부품 제조공장 또, 식료품 및 의약품 제조 공정의 탈취 및 VOCs제거에 사용될 수 있으며 소형일 경우 음식점, 세탁소, 가구점등에 사용될 수 있다.

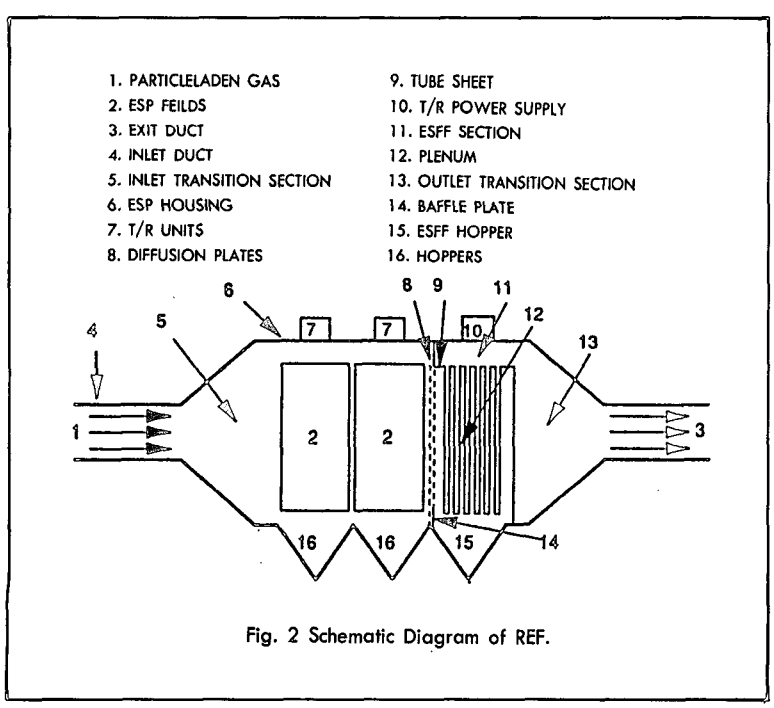


Fig. 2 Schematic Diagram of REF.

4. 분진 처리 기술

전세계적으로 기술개발에 박차를 가하고 있는 PFBC (Pressurized Fluidized Bed Combustion), IGCC(Integrated Coal Gasification Combined) Cycle System의 Hot Gas

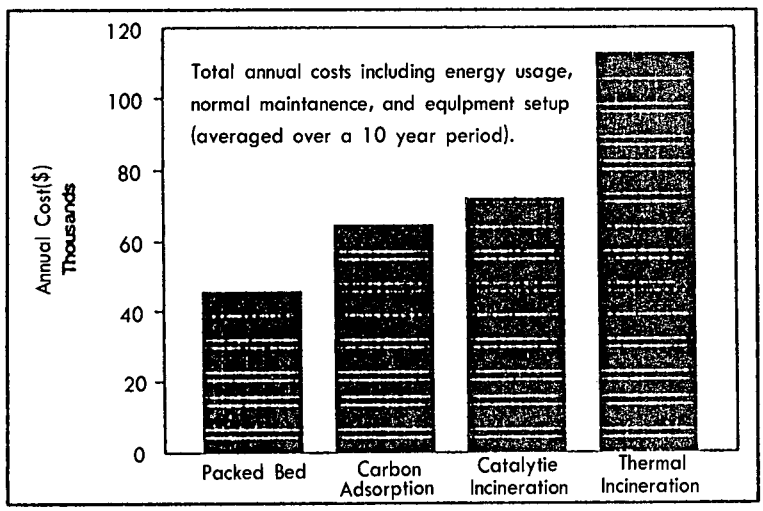


Fig. 3 Estimated Costs of Corona Process and Conventional VOC Control Technologies.

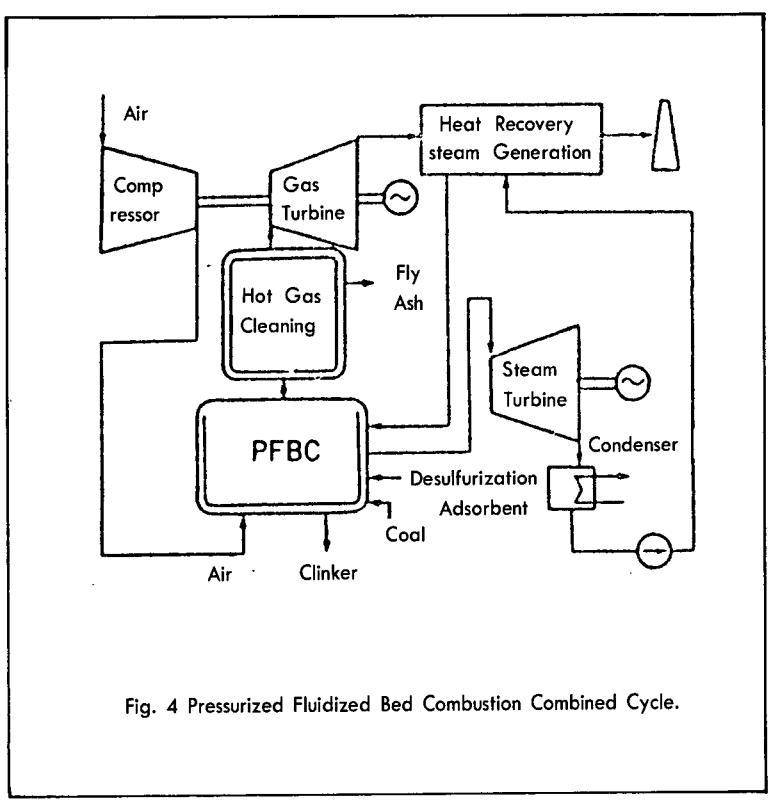


Fig. 4 Pressurized Fluidized Bed Combustion Combined Cycle.

Cleaning과 방사능 소각로, 유동층 촉매 cracking, 쓰레기 소각로 등에 사용이 가능한 ceramic 가스 필터는 독일, 미국, 일본 등에서 Pilot test를 끝낸 상태로 머지 않아 상기 각 분야에 응용이 될 것으로 사료된다. 기존의 Bag Filter가 260℃ 이하에서만 운전 가능한데 반하여 고온 세라믹 가스 필터는 고온(800℃~1,000℃)고압(~20기압)에서도 운전이 가능하여 에너지 회수 및 효율 증대 그리고 환경개선 측면에서도 향후 널리 적용될 것으로 사료된다.

그림 4는 PFBC에 적용된 고온가스처리 시스템의 공정도를 나타내는 데 이 기술의 경제성 및 적용성은 고온 세라믹 필터의 제조 기술과 고온, 고압에서 세라믹 필터를 안전하고 효율적으로 운전할 수 있는 부품 및 장치의 개발이 선행되어야 한다. 본 기술은 국내에서 수행중인 G-7 project의 고효율 집진중 소과제로 수행중에 있다.

앞에서 소개한 4가지 대기오염 방지 기술은 구미 및 일본에서 활발한 연구가 진행중이며 향후 상용화될 시 국내 방지 시설업에도 많은 영향을 끼칠 것으로 사료되며 국내에서도 이러한 기술개발에 대한 정부의 지원과 기업의 노력이 뒤따라야 할 것으로 사료된다.