

## CSCWO와 타 공정들과의 비교 경제성 비교

화학공장이나 정유공장에서는 매년 수백만 톤의 폐수가 필연적으로 발생된다. 이러한 폐수들은 대부분 탄화수소가 부분 산화된 형태의 화합물로서 페놀류 (Phenols), 환형 화합물 (Cyclics), polynuclear aromatics, 다환 화합물 (heterocyclics) 그리고 카르복실산 (carboxylic acid) 등을 포함한다. 이러한 폐기물을 처리하는 방법으로는 소각 (Incineration), 생물학적 처리 (Biological Treatment), 습식공기산화법 (Wet Air Oxidation) 및 초임계수산화법 (Supercritical Water Oxidation) 등이 개발되어 이용되고 있다. 각각의 방법은 서로 장단점을 가지고 있으며 대개는 폐수내의 유기물 농도에 따라 적합한 처리방법을 선택할 수 있다.

소각은 유독한 유기화합물을 다량 함유한 폐수의 처리에 이용되며 주로 펄프 및 종이 슬러지 처리에 쓰인다. 그러나 시설이 대형화되어야 하고 이에 따른 넓은 부지 확보 문제와 건설비용 및 운전비용이 높고 다량의 공기주입이 요구되며 열효율이 낮다. 또 수분이 많이 함유한 음식물 쓰레기 등과 같은 예기하기 못한 폐기물이 투입되는 경우에는 연소온도가 급격히 낮아지면서 폐기물이 불완전 연소되어 일산화탄소, 질소화합물, PCBs 다이옥신 등의 유독물이 생성되는 단점을 지닌다. 습식공기산화법 (Wet air oxidation)은 폐기물과 공기를 액체상태에서 온도를 높여가며 처리하는 방법으로 오염농도가 비교적 낮을 때 적용되나 기상생성물에는 이산화탄소, 물이 생성되고 액상 생성물에는 산화 중간 생성물인 카르복실산 (carboxylic acids) 및 암모니아 ( $\text{NH}_3$ ) 등이 남게 되는 단점이 있다. 생물학적 처리 (Biological oxidation)은 미생물이 감당할 수 있는 1% 미만의 유기물을 함유한 폐기물의 처리에 적합하나 반응이 비교적 느리며, 일부 고농도로 오염된 폐기물 처리에는 사용될 수 없으며, 오염농도에 따라 반응기 운전을 하는데 있어서 적절하게 대응할 수 없기 때문에 폐수의 농도가 심하게 흔들리는 경우에는 적용하기가 어렵다.

최근에 수행된 연구에 따르면 초임계수 산화 공정은 (supercritical water oxidation, SCWO) 유기물의 농도가 비교적 적은 수준에서부터 높은 범위까지 적용가능하다는 것을 입증하고 있다. 특히 1~30%의 유기물을 함유한 폐수를 보다 경제적으로 처리하는 데에는 가장 적절한 공정으로 보고하고 있다. 경제성 분석에서도 SCWO가 소각보다 경제적이며 wet air oxidation 보다 효율적이라 서술하고 있다. SCWO 과정에서는 500°C 이상의 온도와 250~350 기압의 압력에서 폐수 속의 유기물들은 무해한 물질로 산화시키며,  $\text{NO}_x$  및  $\text{SO}_x$  등도 발생되지 않으며, 500°C 이상에서는 99.99% 이상의 높은 제거효율을 보여준다.

본 논문에서는 heterogeneous catalyst를 이용하여 SCWO의 처리 효율을 전반적으

로 향상시키는 CSCWO (Catalytic Supercritical Water Oxidation)공정을 소개하고 있다. 특히 heterogeneous catalyst로서 Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 촉매가 매우 효율적임이 증명되었다. 무촉매 산화반응의 경우에는 폐수 속의 pyridine을 90% 이상 제거를 위하여 460°C 이상의 고온이 요구되나, 2.05g의 Pt/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>를 첨가하면 370°C에서의 낮은 온도임에도 불구하고 99%이상의 분해효율 (Destruction Efficiency)을 얻을 수 있었다. 반응생성물을 분석한 결과 이산화탄소, nitrous oxide 및 질소 이온 등이 생성되었으며, 암모니아, nitric oxide 또는 nitrogen dioxide 등은 발생하지 않았다. 고체촉매를 사용하는 초임계수산화반응 폐수처리공정의 경제성이 반응속도식으로부터 계산하여 보면 다른 폐수처리공정들과 비교하여 액상 유기 폐기물의 처리에 가장 유리한 방법임을 보여주었다.

source: Environmental Process, Vol.17(4), pp.246-255, 1998