

E-5

활성탄 촉매를 이용한 CFC-113의 분해특성에 관한 연구 Decomposition Characteristics of CFC-113 by Activated Carbon Catalyst

이우근 · 정주영

강원대학교 환경공학과

I. 서론

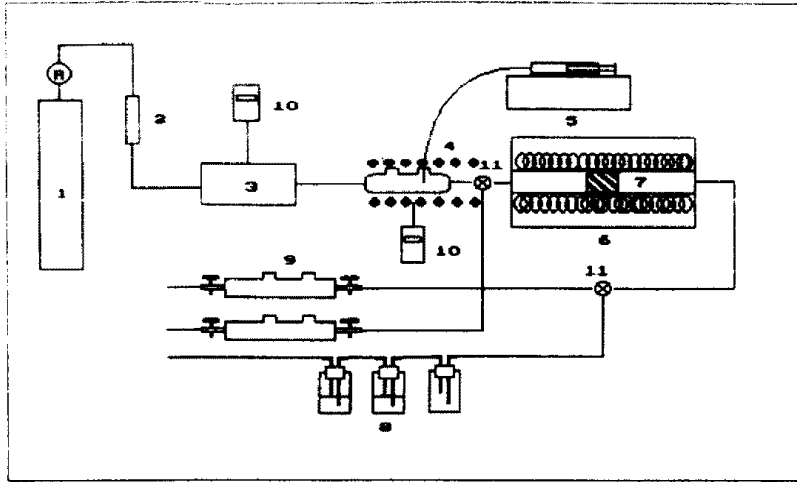
CFC는 화학적으로는 불연성, 저독성, 저부식성인 성질과 물리적으로 적당한 비점과 낮은 표면장력, 선택적인 용해성, 단일성등 물리·화학적으로 매우 우수한 특성을 가지고 있기 때문에 냉매나, 세정제, 발포제, 에어로졸등 산업전반에 걸쳐 광범위하게 사용되어 왔다. 그러나 1974년 미국 California대학의 Rowland가 CFC에 의한 오존층의 파괴가능성을 처음으로 제시하고 1986년 영국의 Farman등이 파괴된 남극의 오존홀을 발견함으로써 CFC는 지구환경을 위협하는 매우 위험한 화합물로 초미의 관심을 집중시켰다. 이에 따라 국제사회에서는 1995년말까지 CFC사용을 전폐할 것을 협약 체결하였고, 대체 CFC도 이미 개발되어 사용되고 있다. 그러나 후진국에서는 아직도 CFC가 사용되고 있고 개발된 대체 CFC도 지구온난화를 유발시킬 가능성이 있으므로 기존의 CFC나 대체 CFC를 효과적으로 처리할 수 있는 기술 개발이 요구되고 있다.

CFC의 제거기술로는 고온소각법, 초임계유체법, 플라즈마 분해법, 약품환원법, 촉매분해법등이 검토되어 오고 있지만, 경제적 기술적 측면을 고려해 볼 때 촉매를 이용한 분해제거가 가장 실용적인 분해기술로서 알려지고 있다. 촉매 분해법은 고체 촉매상에서 CFC와 수소원 등의 수소원을 접촉시켜 분해시키는 방법으로 저온에서 에너지가 그다지 많이 필요하지 않고, 소형의 분해장치로 설치가 가능하며, 저농도 폐가스중의 CFC를 연속처리할 수 있는 장점을 가지고 있다.

따라서 본 연구에서는 비교적 저온에서 특히 유기화합물에 뛰어난 흡착력과 환원력을 가지고 있는 활성탄 촉매를 이용한 CFC-113의 분해제거 실험결과를 보고하고자 한다. 연구방법으로는 반응관내 촉매상에서의 분해반응에 영향을 미치는 반응온도, 공간속도, 수소원 등의 반응조건에 따른 처리특성을 검토하였다.

II. 실험장치 및 방법

본 실험에서 사용된 CFC-113의 촉매분해 장치의 전체적인 공정도는 그림 1에 나타나 있는 것처럼 전기로는 1500℃까지 가열이 가능하고, 로의 중앙에는 활성탄이 충전된 내경이 32mm인 석영관이 수평으로 놓여있다. 본 연구에 사용된 시료는 세정제로 가장 널리 사용되고 있는 CFC-113으로서 상온에서 액상이므로 소형으로 제작된 기화기에 넣어져 water bath로 가열되어 증발되면 운반가스에 의해 이송되고, syringe pump를 통해 주입되는 헥산과 혼합시켜 반응관내로 통과시켰다. 이때 주입된 헥산이 주입되자마자 기화되어 CFC와 혼합될 수 있고, 또한 반응가스를 예열시키기 위해 전기로의 입구를 리본히터를 사용해 200℃로 가열시켰다. 샘플링은 촉매층을 통과하기 전인 전기로의 입구와 촉매층을 통과한 출구부분에서 제작한 가스포집기로 시료를 가스상태로 각각 포집하였다. 특히 촉매층을 통과한 반응가스는 반응생성물로 HF, HCl등 인체에 독성을 지닌 가스를 상당히 함유하고 있으므로 0.1N NaOH수용액에 통과시켜 중화시켰다. 포집한 반응가스의 분석은 6ft의 porapak Q column을 장착한 GC(HP 5890 series II)로 FID검출기를 이용하여 정량분석하였다.

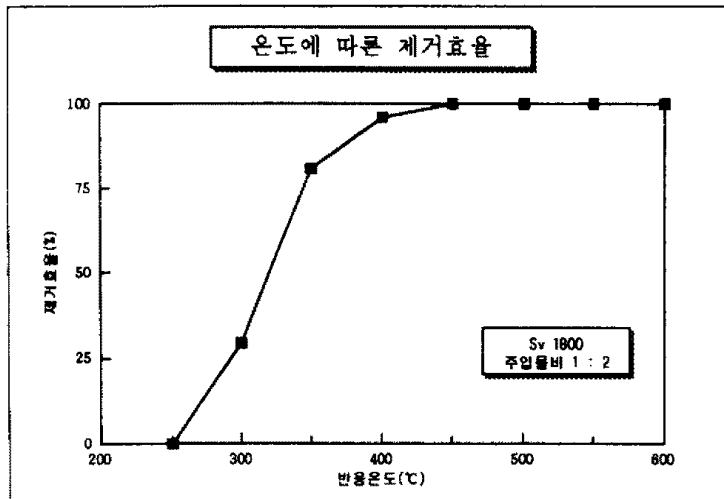


1 : 질소펌페 2 : 유량계 3 : CFC기화기 4 : Heating tape 5 : syringe pump 6 : 전기로
7 : 활성탄 촉매 8 : 알칼리 trap 9 : 가스포집기 10 : 온도조절기 11 : 삼방콕크

그림 1. 실험장치 흐름도

III. 결과 및 고찰

본 실험에서는 반응온도와 공간속도, CFC와 수소원의 몰비등이 각각 CFC분해효율에 미치는 영향을 검토하였다. 수소원으로는 헥산을 사용하였는데 Space Velocity가 1800hr^{-1} 이고, CFC/hexane의 비율 2로 했을 때 CFC의 분해율은 반응온도 $200\sim 500^\circ\text{C}$ 에서는 온도변화에 매우 민감한 것으로 나타났다. 반응온도가 250°C 인 경우는 CFC가 거의 분해되지 않았으나 반응온도를 300°C 로 하면 분해율이 증가하기 시작하며 450°C 이상에서는 거의 완전히 분해가 이루어졌다.



IV. 참고문헌

- 이우근, CFC-113의 촉매분해에 관한 연구, 한국대기보전학회지, 제11권 2호, pp.131~136, 1995
 平岡正勝, フロン等の規制と回収・再利用・破壊の動向, 日本廢棄物學會誌, Vol. 5, No. 4, pp.344~356, 1994
 OKAZAKI S., et al., Decomposition of Chlorofluorocarbons by the Reaction with Water vapor Catalyzed by Iron Oxide Supported on Activated Carbon, Chemistry Letter, pp. 1901~1904, 1989.