

EA3) 덩크 소각기에서 CCl₄/C₃H₈ 분해특성에 관한 연구

A study of CCl₄/C₃H₈ destruction characteristics in a dump combustor.

전영남*, 채중선, 송형운, 이세행**

*조선대학교 환경공학부, 조선대학교 환경공학부 대학원

**광주광역시 보건환경연구원

1. 서론

산업의 발달로 인하여 유해폐기물의 양과 종류가 날로 증가하고 있다. 특히 본 연구에서 사용한 CCl₄는 염화탄화수소(chlorinated hydrocarbons, CHC_s)(Elizabeth 와 Catherine) 계통의 대표적인 유해폐기물이며 플라스틱제조업, 제초제와 살충제를 제조하는 농약제조업, 유기용제 제조업 등에서 다량 배출되며 해마다 발생량이 증가하는 추세이다. 최근까지 대부분의 유해폐기물을 처리가격의 저렴성과 기술적으로 어려움이 적은 매립 및 밀봉등의 방법과 물리화학적 방법으로 처리하였으나 앞으로는 소각에 의한 처리방법이 증가되리라 예상된다. 소각은 전체 폐기물의 부피를 감소시키고, 많은 양의 에너지를 회수할 수 있을 뿐만 아니라 특히 유해폐기물의 독성을 제거할 수 있어서 여러 종류의 유독성 폐기물을 처리하기 위한 매력적인 방법이다.

기존의 CH₄를 보조연료로 사용한 연구와는 달리 본 연구에서는 C₃H₈을 보조연료로 사용하여 유해폐기물을 소각시키기 위하여 C₃H₈/CH₄ 분해에 관한 새로운 수치해석 프로그램을 개발하여 소각기 설계 및 최적운전 조건을 밝혀내고 또한 실제 실험을 통하여 개발된 프로그램의 타당성을 평가하고자 한다.

2. 수치해석

일반적인 2차 편미분 지배방정식의 해를 얻기 위해서 검사체적에 기초한 유한차분법(control volume based finite difference method)과 power law scheme을 이용하여 이산화 방정식을 유도하였다. 본 논문에서 사용한 수치해석은 Patanker(1980)방법을 사용하였으며 차분화된 운동방정식의 셀-압력의 decoupling을 없애기 위해 엇갈린 격자망(staggered grid)을 사용하였다. 본 연구에서는 수치해석 시간을 빠르게 하기 위하여 y축대칭으로 소각기를 C-C'로 절단하여 수치해석하였으며 사용한 격자의 갯수는 64×14×39를 사용하였다.(그림1참조)

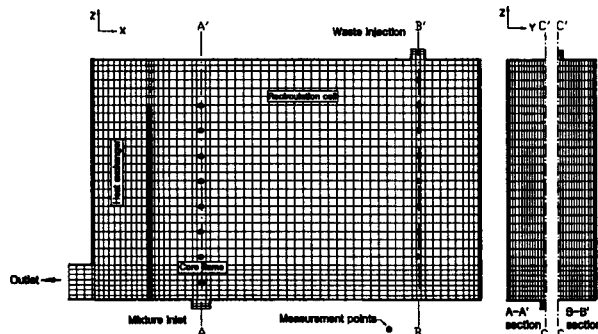


Fig.1. Computational grid and measurement point.

3. 실험장치

본 연구의 실험장치는 소각기 본체, 유량조절부, 유해폐기물인 CCl₄ 기화부로 이루어져있다. 소각기 본체는 스테인레스로 제작하였으며 유리섬유로 단열하였다. 소각기 내부의 온도와 농도를 측정하기 위

하여 mixture가 유입되는 지점과 surrogate가 유입되는 지점에 2cm 간격으로 구멍을 뚫어 시료를 샘플링하였다. CCl₄ 기화부는 액체 시료 저장조 상단부에 질소분배를 연결하여 저장조안의 시료에 일정한 압력을 공급한다. 저장조 하단부에는 정밀하게 유량을 조절할 수 있는 metering valve가 장착되어 액상의 CCl₄를 일정 유량으로 조절한다. 일정 유량으로 조절된 CCl₄는 heating 장치에 유입되어 기화된다.

4. 결과 및 고찰

그림2에 CCl₄/C₃H₈ 주입비율인 R이 0.6일 때 소각기내의 C₃H₈의 농도를 나타내었다. 소각기 중앙 단면(그림1의 C-C'), 보조연료가 공급되는 지점(그림1의 A-A')과 폐기물이 주입되는 지점(그림1의 B-B')을 각각 나타낸다. 보조연료 주입구의 C₃H₈의 농도는 연소에 의하여 보조연료가 소비되기 때문에 화염 하향류쪽으로 갈수록 농도가 급속히 감소된다. 폐기물 주입지점은 보조연료 주입구 지점과는 달리 CCl₄의 화염억제 작용으로 연소 반응이 지연되어 소각기 하단부까지도 고농도를 나타낸다.

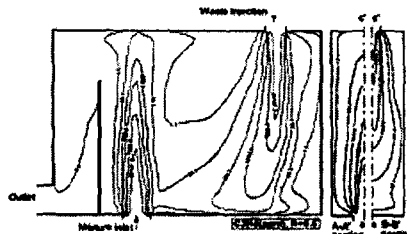


Fig.2. C₃H₈ concentration contour plot changed ratio of CCl₄/C₃H₈.

그림3에 CCl₄/C₃H₈ 주입비율인 R이 0.6일 때 소각기내의 CCl₄ 농도를 나타내었다. 대부분의 CCl₄가 폐기물 주입구 하단부로 가면서 C₃H₈과 반응하여 급격히 감소함을 알 수 있다. 소각기 하단부에서 분해되지 못한 CCl₄는 재순환영역으로 유입되어 대부분 분해된다. 재순환영역에서도 분해되지 못한 CCl₄는 배기구로 배출되면서 보조연료 주입구에서 유입된 C₃H₈과 재반응하여 완전 분해된다. 보조연료 주입구쪽의 농도를 보면 소각기 하단에서 농도가 높고 상단쪽으로 갈수록 농도가 낮아지는데 이는 폐기물 주입구에서 분해되지 못한 CCl₄가 일부 유입되기 때문이다. 폐기물 주입구의 농도는 폐기물 주입위치에서 가장 고농도를 나타내며 소각기 하단으로 갈수록 C₃H₈과 반응하여 농도가 급격하게 감소함을 알 수 있다.

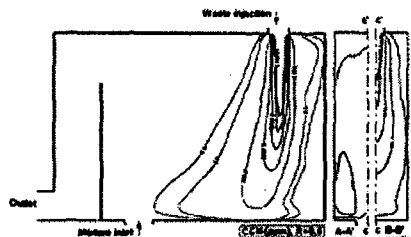


Fig.3. CCl₄ concentration contour plot changed ratio of CCl₄/C₃H₈.

참고문헌

- Elizabeth M.Fisher and Catherine P. Koshland (1990) Numerical Simulation of the Thermal Destruction of Some Chlorinated C1 and C2 Hydrocarbons, J. Air Waste Manage. Assoc, 40, 1384-1390.
- Patanker, S.V.(1980) Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere Publishing Corporation, New York.