

**PD9) 분무건조 반응기에서 노즐 분사 각도에 따른 혼합효과의 전산 모사**

**Simulation of effect of spray angle on the mixing effect in spray dryer absorber**

송호철, 김동주, 함승주, 박진원  
 연세대학교 화학공학과

**1. 서론**

우리 나라 폐기물 발생량은 1991년도까지는 연평균 8%의 증가를 보였으나 1992년 이후부터는 조금씩 감소하는 추세를 나타냈다. 폐기물 발생량의 감소요인은 배출원에서의 원천적인 감량화 노력과 함께 종량제 실시에 따른 쓰레기 분리수거 및 재활용율 제고 등에 따른 것이며, 특히 음식물 쓰레기 및 연탄재 발생량의 감소가 크게 나타났다. 그러나 산업활동의 증가로 사업장 폐기물과 건축폐기물은 급증하는 추세를 보이고 있다. 대부분의 폐기물은 매립지에 매립되고 있으며 소각, 재활용, 중간처리 등의 대체 방법에 의한 폐기물처리는 미비한 실정이다. 또한 대부분의 매립지가 단순 매립방식으로 관리되고 있어 침출수에 의한 수질오염, 가스누출, 악취 등의 2차 환경오염 문제를 야기하고 있다. 매립에 의한 폐기물처리 방식은 여러 가지 문제점을 가지고 있어 현재는 전체 처리량은 매립에 비해 작은 수준이지만 소각법에 의한 폐기물 처리방식이 제안되고 있으며 국내에도 일산, 목동 등 여러 장소에 쓰레기 소각로가 설치되어 현재 작동하고 있다.<sup>1)</sup>

소각로 방법의 경우 여러 가지 잇점이 있으나 소각시 발생하는 유해가스(SOx, HCl, NOx, dioxin 등)가 발생하여 인체 및 동식물에 큰 피해를 주게 되어 반드시 소각로 후단에서 후처리를 해주어야 한다. 특히 dioxin의 경우 극미량의 배출로도 심각한 피해를 주게 되어 있어 반드시 처리과정을 거쳐 배출 허용기준에 맞추어야 한다. 이에 dioxin을 제거하기 위하여 여러 가지 방법이 제시되고 있으나 현재는 활성탄을 이용하여 dioxin을 흡착시켜 제거하는 방법이 가장 유효하다고 알려져 있다.<sup>2)</sup>

본 연구의 목표는 소각로에서 배출되는 유해가스를 제거하기 위해서 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 최적 성능을 보일 수 있게 공정 변수를 최적화하는 것이다. 최적 설계를 위해 필요한 자료로서 노즐을 통한 석회화 활성탄의 분사 각도를 선택했고, 노즐의 분사각도에 따른 혼합효과를 분석함으로써, 최적의 설계 자료를 얻기 위해 Fluent 전산 유체 프로그램을 이용하여 모사를 시행하였다.

**2. 연구 방법**

흡착 반응에 있어 흡착제의 접촉면적과 접촉시간은 흡착물을 제거하는데 있어 가장 중요한 요소로서 흡착제의 반응성을 극대화시킬 수 있는 주요 변수로 작용하게 된다. 따라서, 흡착제 물성 실험을 통해 얻어진 흡착제의 성능 이외에 흡착제의 분사 위치와 속도를 결정하는 수단으로 노즐 분사 시뮬레이션을 시행하였다. 노즐 시뮬레이션은 Fluent Code를 이용하여 반응기 내부에서의 폐가스와 노즐분사가스의 흐름을 파악하고 이로 인한 흡착제의 물리적 거동을 파악하여 최적의 접촉시간과 위치를 확보하는데 중점을 두고 연구하였다. 폐가스의 주입 속도는 15m/sec로 고정하였고 4가지 경우로 구분하였으며 I, II, III, IV는 노즐의 설치 각도에 따른 변화를 의미한다.

Table I. Case identification.

Case	I	II	III	IV
Horizontal Angle	15°	15°	60°	60°
Tangential Angle	10°	30°	10°	30°

### 3. 결과 및 고찰

그림을 보고 판단해보면, 접선각도가 작을수록 입자의 중심방향으로의 진행성이 높아지고 많은 접촉면적을 확보하게 된다. 수평각도는 각이 커질수록 분사위치에서 체류하는 시간이 길어지게 되는 효과가 있는 것으로 관찰된다. 그림1과 그림 2를 비교해 보면, 전체적으로 그림 1에서 좀더 많은 곡선이 겹쳐져 있는 상태로 보이며 상부로 나가게 된다. 그림 1과 그림 3을 비교해 보면 전체적으로 그림 3에서 훨씬 긴 체류시간을 보인다. 아래쪽으로 분사된 후 아래서 위로 올라오는 유체와 강하게 부딪치면서 혼합효과가 강하게 발생한다. 전체적으로 4가지 경우를 비교해서 판단하면 Case III이 가장 적절한 것으로 판단되었다.

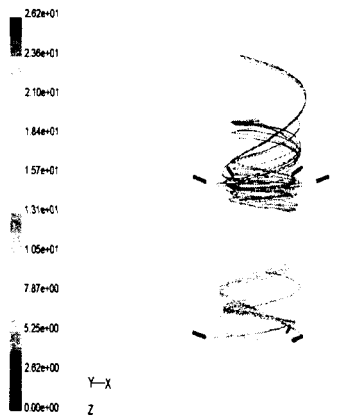


Fig.1. Total Particle Tracking of Case I

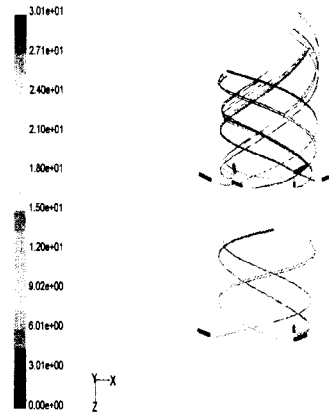


Fig. 2. Total Particle Tracking of Case II

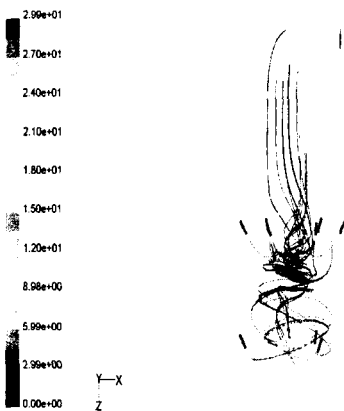


Fig.3. Total Particle Tracking of Case III

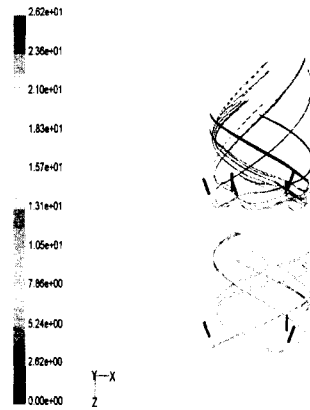


Fig.4. Total Particle Tracking of Case IV

### 참고 문헌

1. 환경부 (1997), "환경백서"
2. 소각기술협의회, (2001), "소각시설 운영 관리 세미나"