

PE9) 싸이클론을 이용한 에어로졸 입자의 농축 Modified Virtual Cyclone as a Particle Concentrator

임경수 · 김현수 · 이규원
 광주과학기술원 환경공학과

1. 서 론

일반적으로 싸이클론은 여러 산업공정에서 입자의 분리/제어를 위해서나 대기 중의 입자상 물질을 측정하기 위해서 많이 쓰여 왔다. 하지만 싸이클론은 작은 입자에 대해서는 효율이 낮고, 완만한 포집 효율 곡선을 가지고 있기 때문에, 고효율을 얻거나 이상적인 효율 곡선을 얻는 방법에 대해서 많은 연구가 집중되었다. 최근에는 입자를 분리/포집하기 위해서 싸이클론을 사용하는 것뿐만 아니라, 일정 크기의 입자를 분리하고 농축하기 위해서 가상 싸이클론(virtual cyclone)을 사용하는 연구가 진행되고 있다. (Galperin and Shapiro, 1999; Kim et al., 2002) 본 연구에서는 기존의 입자 농축용 싸이클론을 보완하여 고농도에서도 안정적으로 입자를 농축할 수 있는 가상 싸이클론의 성능을 평가하였다.

2. 연구 내용

그림 1, 2와 표 1은 본 연구에서 사용된 일반 가상 싸이클론과 수정된 가상 싸이클론의 형태 및 크기를 나타내고 있다. 그림 1에서 볼 수 있듯이 가상 싸이클론에서는 포집 입자의 출구관 통해서 소량의 유량(minor flow)을 흡입하여 일정 크기의 입자를 농축하고, 대부분의 나머지 유량(major flow)은 vortex finder를 통해서 배출한다. 본 연구에서 개발된 가상 싸이클론은 그림 2처럼 기존의 가상 싸이클론의 입자 출구와 소량의 유량을 뽑아내는 관 사이에 일정한 틈(gap) 가지고 있어서, 벽에 포집된 입자가 이 틈으로 이동할 수 있도록 하였다.

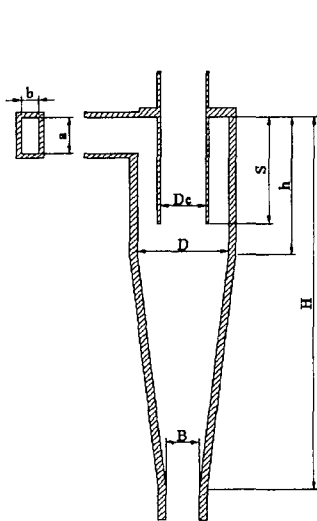


Fig. 1. Conventional virtual cyclone.

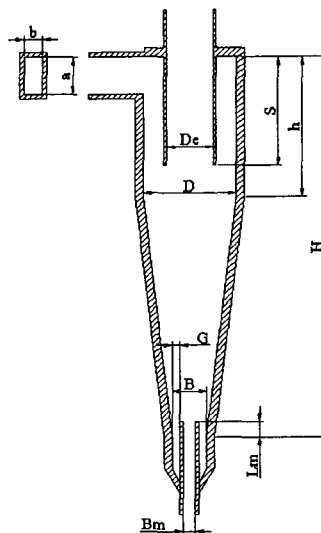


Fig. 2. Modified virtual cyclone.

일반 가상 싸이클론과 수정된 형태의 가상 싸이클론의 입자 농축 정도를 비교하기 위해서 다음과 같은 방법으로 성능을 평가하였다. 시험입자는 Atomizer를 이용하여 저농도의 polystyrene latex와 micro dust feeder를 이용하여 고농도의 fly ash 입자를 발생시켜 사용하였다. 전체 유량은 50과 70 lpm으로 변화시켰으며, minor flow의 유량은 4lpm으로 고정하여 그 영향을 비교하였다. 입자의 측정은 Aerosizer를 이용하여 싸이클론 입구측과 두 개의 출구측(major flow와 minor flow)의 농도를 측정하였다.

Table 1. Dimensions and operating conditions for the virtual cyclones

Dimension and Operation Conditions	Conventional	Modified
Cyclone diameter, D(mm)	30	30
Vortex finder diameter, De(mm)	15	15
Vortex finder height, S(mm)	45	45
Inlet height, a(mm)	12	12
Inlet width, b(mm)	6	6
Dust exit tube diameter, B(mm)	11	20
Minor tube diameter, Bm(mm)	11	12
Cyclone height, H(mm)	122	122
Cylindrical body height, h(mm)	45	45
Gap width, G(mm)	0	3
Flow rate (lpm)	50, 70	50, 70

3. 연구 결과

그림 3과 4는 저농도의 PSL 입자를 사용하였을 때 일반 가상 싸이클론과 수정된 형태의 가상 싸이클론의 particle number fraction을 보여 주고 있다. Minor flow의 particle number fraction을 그림 3과 4에서 비교하면, 일반 가상 싸이클론이 수정된 형태의 가상 싸이클론 보다 더 좁은 역 U자 형태를 가지고 있으며, 더 작은 크기의 입자에서 최고점을 가지고 있다. 역 U자 형태가 좁을수록 특정 크기의 입자를 더 선별적으로 농축할 수 있기 때문에 기존에 사용된 일반 가상 싸이클론이 입자 농축을 위해서 더 효과적이라 할 수 있다. 하지만 그림 5와 같이 고농도의 fly ash 입자를 사용할 때는 다른 결과를 보여 주고 있다. 즉, 고농도 일 때 일반 가상 싸이클론에서는 입자가 싸이클론 벽에 포집되어 계속 벽에 붙어 있지 않고 싸이클론의 minor flow 관으로 흘러 들어가 minor flow의 particle number fraction이 역 U 형태를 가지지 못한다. 반면 수정된 형태의 가상 싸이클론의 싸이클론 입자 출구와 minor flow 관 사이에 틈을 가지고 있어 안정적인 역 U 형태를 유지하고 있다.

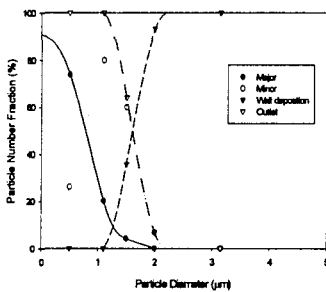


Fig. 3. Particle number fraction of the conventional virtual cyclone.

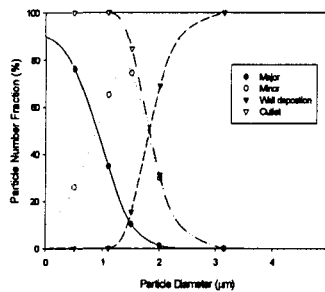


Fig. 4. Particle number fraction of the modified virtual cyclone.

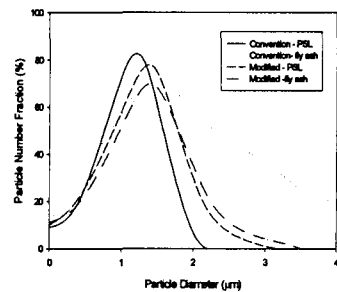


Fig. 5. Particle number fractions of the minor flow.

사 사

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(과제번호: M10203000047-02J0000-02610)의 지원으로 수행 되었으며, 이에 관계자 여러분께 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- Galperin, V. and Shapiro, M. (1999) Cyclones as dust concentrators, *J. Aerosol Sci.*, 30:S897-898.
- Kim, H. T., Zhu, Y., Hinds, W. C. and Lee, K. W. (2002) Experimental study of small virtual cyclones as particle concentrator, *J. Aerosol Sci.*, 33:721-733.