

PE16) Granular Cyclone에 의한 입자의 포집효율 Particle Collection Efficiency Using Granular Cyclone

정창훈¹⁾ · 김민철¹⁾ · 임경수²⁾ · 이규원²⁾ · 박찬일³⁾

경인여자대학 산업.환경공학부, ¹⁾KIST 대기자원연구센터,

²⁾광주과학기술원 환경공학과, ³⁾(주) 아이티 그린

1. 서 론

cyclone은 원심력을 이용하여 입자를 포집하는 집진장치로 간단한 구조 때문에 입자의 전처리 장치로 많이 사용되어 왔다. 그러나 미세 입자의 제어가 어렵고, 포집 효율의 증가를 위해 유량을 증가시킬 경우 유량의 증가에 의한 압력손실과 에너지의 손실이 증가하며, 유량을 감소시킬 경우 입자의 포집 효율이 급격히 감소하는 점 등의 단점이 있다. 따라서, 미세 입자에 대한 포집 효율을 증가시키기 위해 사이클론의 구조 및 형태를 변화시키는 많은 연구가 수행된 바 있다(Lim et al., 2001; Lim et al., 2003). 본 연구에서는 granule에 의한 관성충돌 효과를 이용하여, 일반적인 cyclone에 비해 상대적으로 저속으로도 입자의 포집효율을 증가시킬 수 있는 cyclone의 설계를 목적으로 하였다.

2. 실험

입자는 Atomizer를 이용하여 발생된 직경 0.5 μ m, 1.5 μ m, 3 μ m, 4.3 μ m 그리고 8 μ m의 polystyrene latex(PSL) 입자를 사용하였으며, 발생된 입자는 Neutralizer와 Dilution chamber를 거쳐 cyclone에 유입시켰다. 그림1은 본 연구에서 사용한 cyclone의 개략도이다. 구체적인 수치는 표1에 나타내었다. 본 연구에서는 10lpm, 30lpm 그리고 50lpm의 유량에서 직경 2mm와 4mm의 granule을 충전시킨 cyclone의 포집 효율을 conventional cyclone과 비교하였다. granule은 glass bead를 사용하였고 밀도는 2.5g/cm³이다. 입자의 농도는 Aerosizer를 이용하여 cyclone 입구 측과 출구 측의 개수 농도를 각각 측정하였다.

3. 결 론

그림2는 일반적인 cyclone (conventional cyclone)과 본 연구에서 사용한 2mm 및 4mm bead를 사용한 경우의, 입자의 집진 효율을 유량에 따라 비교한 것이다. 실험 결과 conventional cyclone의 경우, 유량이 증가할수록 cutoff diameter가 감소하였으며, granule을 사용한 경우 공히, conventional cyclone보다 높은 효율을 보였다. 2mm bead를 사용한 경우가 4mm bead를 사용한 경우보다 높은 포집 효율을 갖는 것을 볼 수 있는데 이는 granule의 크기가 작아질수록 입자가 bead에 충돌하는 표면적이 더 커지기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 또 유량이 증가할수록 입자의 포집 효율은 증가하였는데 granule이 있는 경우와 없는 경우를 비교해 보면, 저 유량인 경우, granule에 의한 포집 효율이 전체 입자 구간에 대하여 증가하였다. 그러나, 유량이 30lpm과 50lpm인 경우 3-4 μ m 이상의 초대 입자 구간에서의 포집 효율은 큰 차이를 보이지 않는 반면, 3-4 μ m 이하의 미세 입자 구간에서는 granule을 사용한 경우 conventional cyclone보다 높은 포집 효율을 보였다. 이는 granule에 의한 관성충돌에 의해 포집되는 입자의 크기가 대략 1 μ m이상의 영역이기 때문인 것으로 해석할 수 있다. 따라서, 유량을 증가시킴으로서 개선시킬 수 있는 포집 효율의 영역은 conventional cyclone의 cutoff diameter 보다 작은 크기의 입자구간인 것을 알 수 있으며, 저유량인 경우 cyclone의 원심력의 영향보다 granule에 의한 관성충돌의 영향으로 포집 효율이 개선된 것으로 해석된다. 압력 손실을 비교하여 볼 때, conventional cyclone보다 granule을 사용하였을 경우에는 압력 손실이 대략 4-8배정도의 압력손실이 증가하는 것을 볼 수 있었다. 압력손실의 영향과 개선된 사이클론의 효율을 비교하기 위하여 본 연구에서 개발된 granular cyclone과 conventional cyclone의 포집 효율은 비슷한 압력손실을 고려하여 보았을 때 비슷하거나 granular cyclone이 다소 높게 나오는 것을 알 수 있었다. 이는 granular cyclone이 저 유량으로 동일하거나 개선된 포집 효율을 얻을 수 있음을 보여주는 것이다. 2mm bead와 4mm bead를 비슷한 압력손실인 조건의 결과와 비교해 보았을 때, 2mm bead를 사용한 경우에는 작은 입자 크기 영역에서 더 높은 포집 효율을 보이며, 4mm bead는 큰 입자 영역에서 높은 포집 효율을 보이는 것을 알 수 있었다. 본

연구의 결과 bead를 사용한 granular cyclone이 conventional cyclone보다 상대적으로 포집 효율을 증가시키는 것을 알 수 있었다. granular cyclone은 낮은 유량에서도 관성충돌의 영향으로 조대 입자를 효율적으로 제거할 수 있었다. 저 유량으로 운영이 될 경우 granular packed bed의 확산(diffusion)의 영향에 의해 초 미세 입자를 제거할 수 있을 것으로 기대된다. 일례로 본 연구에서 사용한 유량 20lpm은 사이클론의 출구(outlet)의 면적을 고려하였을 경우 대략 17cm/s의 유속을 갖게된다. 이 유속은 packed bed의 확산에 의해 0.1 μ m 이하의 미세 입자의 포집 효율을 증가시킬 수 있는 유속이다(Lee, 1981). 향후, 이들 미세 입자를 사이클론으로 동시에 집진 할 수 있는 최적화 된 조건을 찾아내는 실험이 계속될 예정이다. 또한 cyclone 출구의 형태를 개선함으로써 압력손실을 감소시켜 더 유용한 cyclone을 설계할 수 있으리라 기대된다.

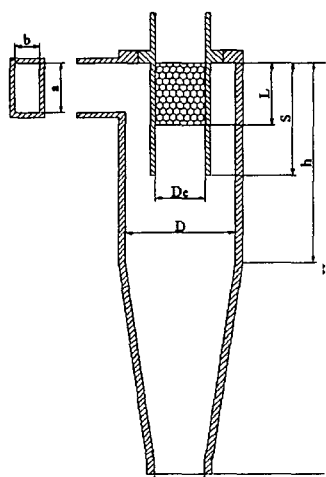


Fig. 1. Schematic diagram of the granular cyclone.

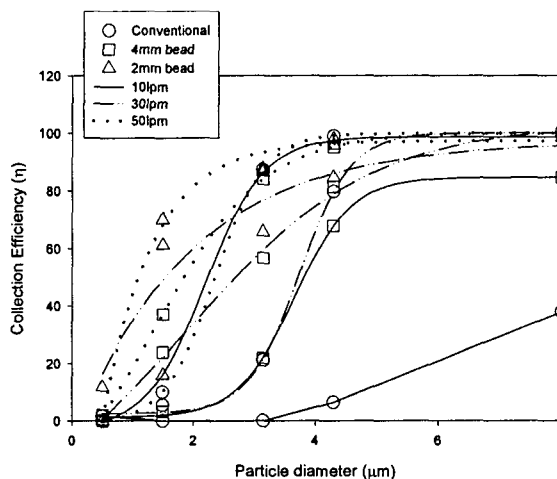


Fig. 2. Comparison of the collection efficiency with the granular conventional bead cyclones at different flow rates.

Table 1. Dimensions and Operating Conditions of the Test Cyclone

Cyclone diameter, D (mm)	44	Cyclone height, H (mm)	160
Outlet diameter, De (mm)	20	Cylindrical body height, h (mm)	80
Inlet height, a (mm)	20	Dust outlet diameter, B (mm)	20
Inlet width, b (mm)	10	Granule bed height, L (mm)	25
Outlet height, S (mm)	45	Temperature (K)	293

사 사

본 연구는 중소기업청에서 지원하는 2003년 산학연 공동기술개발 지역 컨소시엄 사업의 지원으로 수행되었습니다.

참고 문헌

- Lee, K. W., 1981, Maximum penetration of aerosol particles in granular bed filters. *J. Aerosol Sci.*, 12, 79-87.
- Lim, K. S., K. W. Lee and M. R. Kuhlman, 2001, An experimental study of the performance factors affecting particle collection efficiency of the electrocyclone. *Aerosol Sci. Tech.* 35, 969-977.
- Lim, K. S., S. B. Kwon and K. W. Lee, 2003, Characteristics of collection efficiency for a double inlet cyclone with clean air. *J. Aerosol Sci.*, 34, 1085-1095.