

AC7) 다공성 금속판의 pore size에 따른 관성입액터의 실험적 연구 The Experimental Study of Impactor Using Porous Metal Substrate in Various Pore Sizes

정정선, 권순박, 이규원
광주과학기술원 환경공학과

1. 서론

관성입액터(inertial impactor)는 입자의 관성을 이용하여 기류로부터 입자를 분리하는 장치이며, 입자를 입경별로 포집하는데에 높은 효율을 가지며 작동하기에 간편하므로 널리 사용되고 있다. 하지만, 입액터는 입자의 되튀김(bouncing), 재유입(reentrainment), 그리고 과적(overload)과 같은 입자와 충돌판의 상호작용에 의한 문제점이 있다. 일반적으로 이런 문제점을 해결하기 위해서는 충돌판의 표면에 그리스(grease) 또는 오일(oil)을 코팅하여 사용하는 방법이 있다. 하지만 그리스 또는 오일로 코팅된 충돌판은 이미 유입된 입자들에 의해 현 유입되고 있는 입자들의 되튀김현상이 일어날 수 있는 단점이 있다. 본 연구에서는 관성입액터의 이런 문제점을 줄이기 위해 관성충돌판의 평면기판(flat plate substrate) 대신에 다공성 금속판(porous metal substrate)을 사용하였다. 다공성 금속판은 균일한 pore size를 가지고 있으며 재사용 할 수 있고 반영구적이다. 또한, 이런 다공성 금속판의 균일한 pore size는 관성충돌판의 포집효율을 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 과적과 되튀김현상도 줄일 수 있다.

본 연구에서는 관성입액터의 관성의 효과를 더욱 증가시키기 위하여 다양한 pore size의 다공성 금속판을 이용한 입자의 포집효율곡선에 대한 연구를 수행하고 최적 포집효율을 얻기 위하여 다공성 금속판의 최적 pore size를 결정하고자 한다.

2. 연구 내용 및 방법

다공성 금속판의 재질은 스테인레스 스틸(stainless-steel; 316L SS, Mott Corp., Farmington, CT)이며, pore size는 각각 $0.2\mu\text{m}$ (두께:0.99mm), $10, 20\mu\text{m}$ (두께:1.57mm), $40\mu\text{m}$ (두께:1.98mm)의 다공성 금속판을 사용하였다. 본 연구에 사용된 평면기판과 다공성 금속판의 직경은 31mm를 사용하였으며, 기판(substrate)의 표면은 코팅 등의 표면처리를 하지 않고 사용하였다. 그림 1은 실험에 사용한 관성입액터와 평면기판, 다공성 금속판을 나타낸 것이다. 관성입액터는 중량법을 이용한 목표 분리입경이 $2.5\mu\text{m}$ 인 멀티 노즐을 사용하였다. 실험입자로는 올레인산(oleic acid, 밀도: 0.89g/cm^3)으로 만든 액체입자를 사용하여 Vibrating Orifice Aerosol Generator(VOAG, TSI model 3450)를 사용하여 발생시키고, 발생된 입자는 중화기(Kr-85 neutralizer)를 통과시켜 Boltzmann 분포의 하전특성을 갖도록 유도하였다. 관성입액터를 통과하는 유량은 진공펌프와 mass flowmeter를 사용하여 30 L/m 으로 일정하게 고정시켰다. 본 실험에서는 입액터의 기판이 있을때와 없을때에 하류에서 각각 입자의 수 농도를 측정할 입자계수법을 사용하여 입자 포집효율을 평가하였다. 입자의 수 농도 측정은 isokinetic 샘플러로 연결하여 Aerosizer LD(API Inc.)로 측정하였다.

3. 결론

그림 2는 다양한 pore size의 다공성 금속판에 따른 입자포집효율곡선을 나타낸 것이다. 기존의 중량법으로 측정하여 설계된 입자포집효율곡선보다 입자계수법으로 측정된 효율곡선의 분리입경이 더 작아짐을 알 수 있었다. 입자계수법을 사용한 결과 중에서 $0.2\mu\text{m}$ 을 제외한 다공성 금속판이 평면기판보다 더 높은 효율을 보였다. 또한 pore size가 큰 다공성 금속판이 pore size가 작은 기판보다 포집효율이 뚜렷하게 높게 나타나는데, 그 이유는 pore로 공기가 유입되어 pore 내에 입자가 포집되는 현상 때문이다

(Heikkinen and Harley, 2000; Tsai et al., 2001). pore size가 큰 기관은 공기역학적 운동입경 (aerodynamic particle diameter)이 0으로 갈수록 입자포집효율은 0으로 가지 않음을 볼 수 있었다. 이런 다공성 금속판의 과잉포집효율(excess collection particle)특징 때문에 일반적인 평면기관의 입자포집효율곡선과 다르다는 것을 알 수 있었다(Huang et al., 2001).

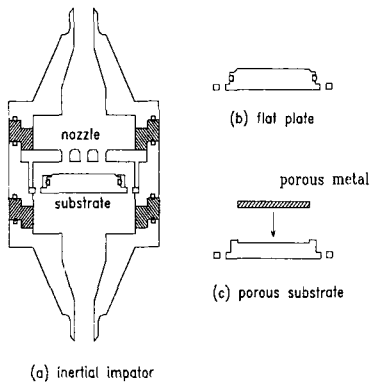


Fig. 1. Comparison of impactor using flat plate and porous substrate

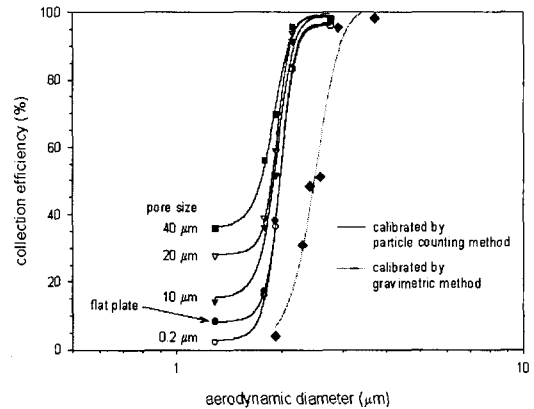


Fig. 2. Collection efficiency as a function of the aerodynamic diameter in various pore sizes

감사의 글

본 연구는 광주과학기술원 환경모니터링 신기술 연구센터 사업의 일환으로 수행되었으며, 도움을 주신 분들께 감사를 포함합니다.

참고 문헌

- Huang, C. H., Tsai, C. J., and Shih, T. S., (2001) Particle Collection Efficiency of an Inertial Impactor with Porous Metal Substrate, *J. Aerosol Sci.*, **32**, 1035-1044
- Heikkinen, M. S. A. and Harley, N. H., (2000) Experimental Investigation of Sintered Porous Metal Filters, *J. Aerosol Sci.*, **31**, 721-738
- Tsai, C. J., Huang, C. H., Wang, S. H., and Shih, T. S., (2001) Design and Testing of a Personal Porous-Metal Denuder, *Aerosol Sci. Technol.*, **35**, 611-616