CLEAN TECHNOLOGY, SEPTEMBER 2002. 8(3) pp. 141 - 149

광촉매 공기청정 시스템 성능예측을 위한 시스템 내부 유동현상에 관한 수치모사

손덕영* · 이두환* · 길재흥* · 최윤호** · 김동현***

*아주대학교 기계공학과 대학원 · **아주대학교 기계 및 산업공학부 · ***(주)펩콘

Numerical Simulation of Flows inside a Photocatalysis Air Cleaning System for Performance Assessment

Deok-Young Sohn, Du-Hwan Lee*, Jae-Heung Gill*, Yun-Ho Choi**, Dong-Hyun Kim****

**Department of Mechanical Engineering, Graduate School, Ajou University*

***Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ajou University*

****Pepcon Inc.*

요 약

본 연구에서는 공기청정 시스템의 최적설계에 필요한 자료를 획득하기 위하여, 광촉매 필터 부분을 포함한 전체 시스템의 유동저항 특성을 수치해석 방법으로 연구하였으며, 이를 위해 광촉매 필터의 압력 강하량을 예측한 후, 이 결과를 바탕으로 광촉매 필터를 다공성 매질로 대체하여 전체 시스템의 해석에 이용하였다. 연구과정 중에 사용된 광촉매 필터는 원관형 필터로서 내경 6 mm와 20 mm의 두 가지 모델이 고려되었다. 내경 6 mm의 원관형 촉매는 내경 20 mm의 촉매에 비해 약 3배 높은 압력 강하량을 보였으며, 여러 개의 원관을 체결하기 위해 사용되는 촉매 하우징이 장착된 경우에 대해서도 해석을 수행하였다. 하우징이 있는 경우 압력 강하는 하우징이 없는 경우에 비해 약 8배 증가하였다. 전체 시스템의 유동장을 계산하기 위해 모사된 다공성 매질은 광촉매 필터의 특성을 1% 미만의 오차로 정확히 모사하고 있으며, 이를 이용하여 전체 시스템을 해석할 수 있었다.

ABSTRACT : In the present study, flow fields inside a photocatalysis air cleaning system have been investigated to obtain the data for optimum design of the system. For this investigation, we first predicted the pressure drop of a photocatalysis filter. Based on this calculation, we replaced the filter by the porous media and analysed the performance of the entire system. This porous media assumption could predict characteristics of the cylindrical photocatalysis filter within 1%. Two cases of the cylindrical filter were considered in the present calculations. The first case had an inside diameter of 6 mm, while the second case had an inside diameter of 20 mm.

It was found that the first case of filter showed a pressure drop three times higher than that of the second case. In addition, the cylindrical filter equipped with a housing to hold a number of cylinders in a bundle was also analyzed. When the housing was present, the pressure drop increased. It was found that the pressure drop is 8 times higher than that of the case when the housing was not equipped

1. 서 론

일반 주택 및 사무실을 비롯한 국내 건축물과 산업체의 위생적이고 쾌적한 문화공간의 창출 및 에너지 절약을 위하여, 그리고 밀폐된 현대식 고층 빌딩이나 극도의 청정을 요구하는 클린룸 또는 생산공정 중 유해한 물질을 다량 발생시키는 작업장의 증가에 따라, 공기 오염물질 처리에 관련한 기술의 중요성이 크게 부각되고 있다. 이와 같은 요구에 부응하여 최근 다양한 공기청정기가 개발되고 있는데, 기존의 섬유필터나 전기집진방식을 이용한 집진법, 공기정화용 오존 발생기 등에 비해 여러 가지 장점이 있는 광촉매 공기청정 시스템의 개발이 최근 활발히 이루어지고 있다[1].

광촉매 공기청정 시스템의 성능은 시스템 내부 구조에 의한 유동특성과 함께 대부분 광촉매 필터의 성능에 의해 좌우되며, 광촉매 필터의 성능향상을 위한 연구는 광촉매 자체에 관한 연구와 그의 코팅기술에 관한 연구, 광촉매 필터의 형상에 관한 연구로 나누어질 수 있다. 이들 연구 대상 중 광촉매 필터의 형상은 광촉매와 공기 사이의 접촉면적 및 경계층의 교란과 관계하여 반응효율에 큰 영향을 주게 되며, 또한 공기저항에 따라 전체시스템의 유량이 좌우되므로, 현재 다양한 형태의 광촉매 필터가 개발되고 있다. 그러나, 광촉매와 공기의 반응효율을 향상시키기 위하여, 광촉매 필터의 형상의 기하학적 형태가 복잡해짐에 따라 압력 강하량이 증가하여 팬 소비동력이 증가하게 된다.

반응효율을 향상시키고 아울러 유동저항이 상대적으로 작은 새로운 형상의 광촉매 필터를 개발할 때 있어 주로 사용되는 실험은 시간과 비용적인 측면에서 어려움이 있다. 수치해석 방법은 유체역학 이론에 근거하여 해석모델을 설정하며, 유동장의 변수를 자유롭게 설정할 수 있다는 점, 재현성이 뛰어나며 실험에서 구할 수 없는 시간과 공간상의 상세한 자료를 얻을 수 있다는 점에서 위에 언급한 실험방법을 대체하는 수단으로 최근 크게 주목받고 있다. 그러므로 본 연구에서는 광촉매 필터의 유동저항 특성을 예측함은 물론, 전체 공기청정 시스템 내에서의 유동특성 예측 및 유량의 효과적인 제어를 위하여 수치해석 방법을 적용한다.

본 연구에서는 미국 FLUENT사에서 개발한 FLUENT 코드[2]를 이용하여 다양한 크기의 원관형 광촉매 필터에 대하여 유동해석을 수행하고, 이와 동일한 유동저항 특성을 가지는 다공성 매질로 이를 대체한 후, 전체 시스템에 적용하여 공기 청정 시스템의 용량평가, 성능개선 및 최적 운전 조건 등 최적 설계에 이용될 자료를 획득하고자 한다.

2. 지배방정식과 수치해석 기법

본 연구에서는 지배 방정식으로 다음과 같은 비압축성 유동의 연속 방정식과 모멘텀 방정식을 고려하며, 난류 유동장을 해석하기 위하여 난류 모델로서 표준 k-ε 난류 모델을 고려한다.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t}+\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i)=0 \tag{1}$$

$$\frac{\partial}{\partial t}(\rho u_i)+\frac{\partial}{\partial x_j}(\rho u_i u_j)= -\frac{\partial p}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left\{\mu\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j}+\frac{\partial u_j}{\partial x_i}-\frac{2}{3}\frac{\partial u_k}{\partial x_k}\delta_{ij}\right)-\rho\overline{u_i' u_j'}\right\} \tag{2}$$

여기서 식(1)과 식(2)는 각각 연속방정식과 모멘텀 방정식이며, 속도 u_i는 시간평균값이고 난류효과는 Reynolds stress ($\rho\overline{u_i' u_j'}$)를 통하여 나타나게 된다. 난류유동에서의 Reynolds stress는 평균속도 구

배에 비례하며, 그 비례상수는 난류 점성계수 μ_t이며, 다음과 같이 표현된다.

$$\tau_t = -\rho\overline{u_i u_j} = -\rho\frac{2}{3}k\delta_{ij} + \mu_t\left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i}\right) - \frac{2}{3}\mu_t\frac{\partial u_k}{\partial x_k}\delta_{ij} \quad (3)$$

본 연구에서 난류점성계수를 구하기 위하여 사용한 모델은 표준 $k-\varepsilon$ 모델로서, k(난류 운동에너지 : turbulence kinetic energy)와 ε(난동소산율: dissipation rate)에 대한 방정식은 다음과 같다.

$$\mu_t = \rho C_\mu \frac{k^2}{\varepsilon} \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i k) = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{u_t}{\sigma_k}\frac{\partial k}{\partial x_i}\right) + G_k - \rho\varepsilon \quad (5)$$

$$\frac{\partial}{\partial x_i}(\rho u_i \varepsilon) = \frac{\partial}{\partial x_i}\left(\frac{u_t}{\sigma_k}\frac{\partial \varepsilon}{\partial x_i}\right) + C_{1\varepsilon}G_k\frac{\varepsilon}{k} - C_{2\varepsilon}\rho\frac{\varepsilon^2}{k} \quad (6)$$

여기서 계수 $C_{1\varepsilon}$, $C_{2\varepsilon}$, C_μ, σ_k, σ_ε는 다음과 같은 경험상수이며[2], G_k는 난류 운동에너지의 생성항이다.

$C_{1\varepsilon}=1.44$, $C_{2\varepsilon}=1.92$, $C_\mu=0.09$, $\sigma_k=1.0$, $\sigma_\varepsilon=1.3$

$$G_k = \mu_t\left(\frac{\partial u_j}{\partial x_i} + \frac{\partial u_i}{\partial x_j}\right)\frac{\partial u_i}{\partial x_i} \quad (7)$$

본 연구의 수치 해석 방법으로서는 FLUENT 코드를 사용한다. 본 코드는 범용 유동해석 코드로서 Patankar[3]의 제어체적 방법을 기본으로 하여 이산화하였으며, 대류항에 대한 차분기법으로서는 power law 기법을 사용하고, 모멘텀 방정식에 나타난 속도와 압력의 관계는 압력을 추정하여 속도를 보정하는 방법인 SIMPLER 알고리듬을 사용한다. 또한 해의 수렴조절 및 안정성을 위하여 하향이완법을 적용한다.

본 연구에서 적용한 다공성매질[4,5]은 위의 Navier-Stokes 방정식에 다음과 같은 운동량 소멸항(sink)을 추가함으로써 모델링할 수 있다.[2]

$$S_i = \sum_{j=1}^{3} D_{ij}\mu v_j + \sum_{j=1}^{3} C_{ij}\frac{1}{2}\rho|v_j|v_j \quad (8)$$

위 식에서 첨자 i는 각각 x, y, z 방향의 운동량 방정식에 대한 운동량 소멸항을 나타낸다. 우변의 첫 번째 항은 Darcy's Law에 따른 점성 손실항이고, 두 번째 항은 관성 손실항이다. D_{ij}와 C_{ij}는 각각 α, C_2로 이루어진 행렬이며, 여기서 α는 다공성 매질의 투과율을 나타내고, C_2는 관성저항인자이다. 본 연구에서는 원관형 광촉매 다발을 다공성 매질로 모델링 하였으므로 매질 내부에서는 i=3인 z 방향의 유동만 존재한다고 볼 수 있다. 따라서 z 방향의 운동량 소멸항만을 고려하였고, 이때 운동량 소멸항은 다음과 같이 된다.

$$S_z = \frac{\mu}{\alpha}w + C_2\frac{1}{2}\rho|w|w \quad (9)$$

이러한 운동량 소멸항은 다공성 매질 내에서 속도 또는 속도의 제곱에 비례하는 압력강하를 발생시키게 되며, α와 C_2를 결정함으로써 다음과 같은 다공성매질내의 z방향의 속도 w에 따른 압력 강하량을 표현할 수 있다.

$$\Delta p_z = \frac{\mu}{\alpha}w\Delta n_z + C_2\frac{1}{2}\rho|w|w\Delta n_z \quad (10)$$

여기서 Δn_z는 유동방향으로의 다공성 매질의 두께이다.

3. 경계조건

3.1 광촉매 필터

본 연구에서 고려한 계산모델은 현재 개발되고 있는 광촉매 공기청정기에서 주로 쓰이고 있는 원관형 촉매로서, 계산영역은 Fig. 1과 같이 대칭조건을 적용하여 관의 1/8 부분을 고려하였다. 경계조건은 입구면, 출구면, 대칭면과 촉매의 벽면에 적용하였으며 다음과 같다.

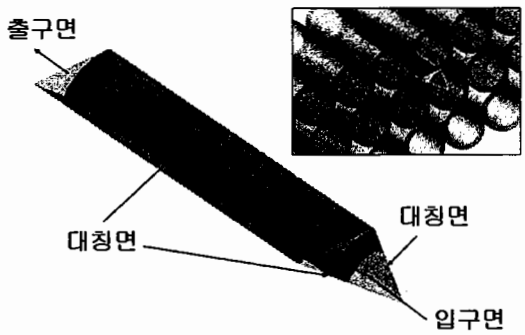

Fig. 1. A schematic of the computational domain and boundary conditions for the cylindrical photocatalysis filter (1/8 section)

입구면 : 일정속도($u_1=u_{in}$, $u_2=u_3=0$)
출구면 : 일정압력($p=p_{exit}=1atm$)
벽 면 : 점착조건($u_1=u_2=u_3=0$)
대칭면 : 대칭조건, $\frac{\partial u}{\partial n}=\frac{\partial v}{\partial n}=\frac{\partial w}{\partial n}=\frac{\partial p}{\partial n}=0$

3.2 공기청정기 내부

본 연구에 사용된 기기는 Fig. 2와 같은 4개의 원형 입구면과 2개의 출구면을 가지고 있으며, 출구면과 2개의 입구면에는 팬이 장착되어 있다. 내부의 광촉매 부분은 동일한 유동특성을 가지는 다공성 매질로 대체하여 고려되었으며, 다음과 같은 경계조건을 적용하여 해석을 수행하였다.

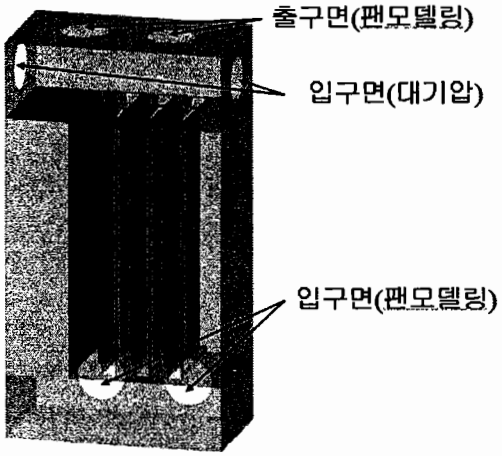

Fig. 2. A schematic and the boundary conditions of the air cleaning system

입구면(1) : 팬모델링[2]
입구면(2) : 일정압력($p=pin=1atm$)
출구면 : 팬모델링[2]
벽 면 : 점착조건($u_1=u_2=u_3=0$)

3.3 팬모델링

본 연구에서 사용된 공기청정기의 입구와 출구는 각각 흡기팬과 배기팬으로 구성되어 있다. 팬의 특성은 일반적으로 팬 전후의 수두차(압력상승)와 팬을 지나는 유량(속도)의 관계를 실험적으로 규명하여 나타낸다. 경계지역에서 팬은 이러한 관계를 다항식으로 근사화하여 모델링할 수 있다. 이 경우 팬 날개를 지나는 유동을 세밀하게 모사할 수는 없지만, 본 연구에서처럼 팬을 지나는 유량이 시스템을 모사하는데 중요한 인자가 되는 경우에는 매우 효율적이다.

팬을 무한히 얇은 요소로 가정하면 팬 전후의 불연속적인 압력차는 팬을 통과하는 유체 요소의 속도의 함수로 나타낼 수 있다. 이 함수를 다항식으로 근사화 하면 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\Delta p=\sum_{n=1}^{N} f_n v^{n-1} \tag{11}$$

여기서 Δp는 팬 전후의 압력차, f_n은 다항식의 각 항의 계수, v는 팬의 회전축 방향에 평행하게 팬을 통과하는 유체 요소의 속도를 나타낸다.

4. 결과 및 검토

4.1 광촉매 필터 주위의 유동

기기내부를 모델링할 때, 반복적인 광촉매의 형상을 실제와 똑같이 적용하는 것은 격자생성, 계산시간 등에서 매우 비효율적이므로, 이와 같은 반복적인 형상의 광촉매는 유사한 특성을 가진 다공성 매질로 대체하여 기기내부에 적용하는 것이 유리하다. 그러므로, 기기내부에서의 공기유동을 해석하기 위해서는 광촉매의 유동저항에 대한 연구가 먼저 선행되어야 한다.

Fig. 3은 본 연구에 사용된 원관형 촉매 필터의

형상을 나타내고 있다. 관의 길이는 2가지 형상 모두 45 mm이며 관의 두께는 내경 6 mm의 광촉매 필터와 내경 20 mm 광촉매 필터인 경우에 대해서 각각 1 mm와 2 mm이다.

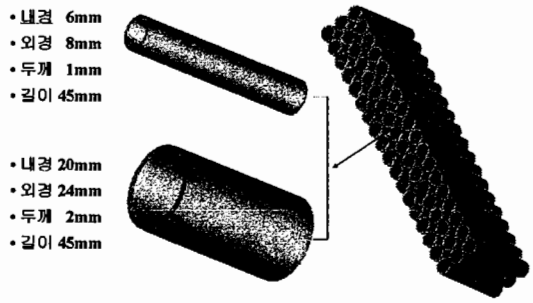

Fig. 3. Geometry of the cylindrical photocatalysis filter

4.1.1 계산영역 및 경계조건의 영향

광촉매 내부유동의 계산에서는 원관형 촉매의 반복적인 구조를 감안하고, 경계면에 대칭조건을 이용하여 원관의 1/8 영역을 계산영역으로 선정하였다. 그러나, 이러한 계산영역과 경계조건의 타당성을 검증하기 위하여, 1/4 관과 1/2 관을 계산영역으로 선정한 경우와 결과를 비교하여 보았다.

Fig. 4, Fig. 5, Fig. 6은 각각의 경우에 대한 계산영역과 경계조건을 나타내고 있으며, 본 계산을 위해서는 내경 6 mm의 원관형 촉매가 고려되었다. 입구면에서의 입구속도는 모두 1 m/s이며, 이를 Reynolds 수로 환산하면 약 420이 되어 층류 영역이 된다.

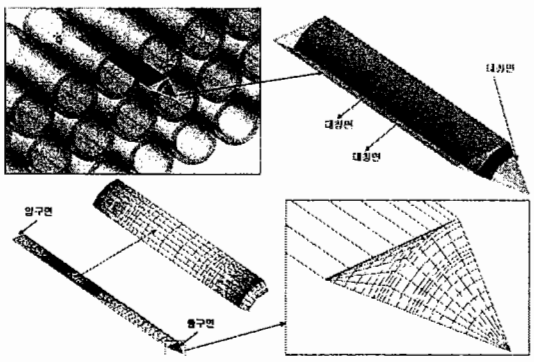

Fig. 4. A computational domain, boundary conditions and a grid system of the cylindrical photocatalysis filter for case 1 (1/8 section)

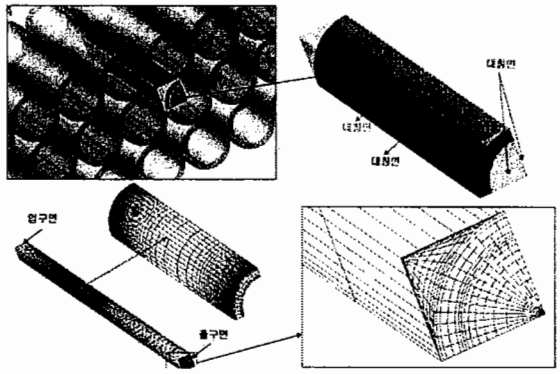

Fig. 5. A computational domain, boundary conditions and a grid system of the cylindrical photocatalysis filter for case 2 (1/4 section)

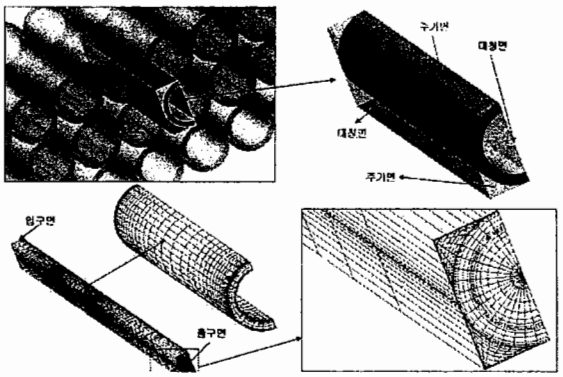

Fig. 6. A computational domain, boundary conditions and a grid system of the cylindrical photocatalysis filter for case 3 (1/2 section)

Fig. 7과 Fig. 8은 3가지 계산영역에 대한 계산결과 중 관내측의 중심면에 대한 압력분포와 속도분포를 비교하고 있다. 두 그림을 통해 3가지 경우의 계산결과가 거의 동일한 것을 볼 수 있으며, 압력 강하량을 계산하여 비교한 결과 역시 최대오차가 1.1%로 매우 작다. 이로써 촉매 내부의 유동해석에 있어서 1/8 관 이상을 계산영역으로 잡는 것은 비효율적이며, 본 연구에서 사용되는 계산영역과 경계조건은 충분히 타당하다고 할 수 있다.

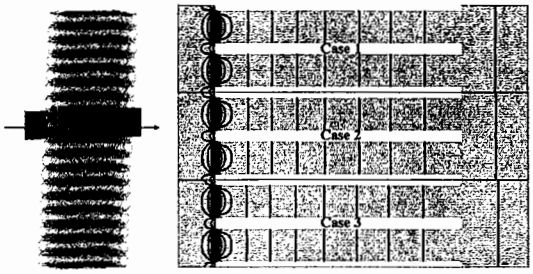

Fig. 7. Comparison of pressure distribution for the three test cases

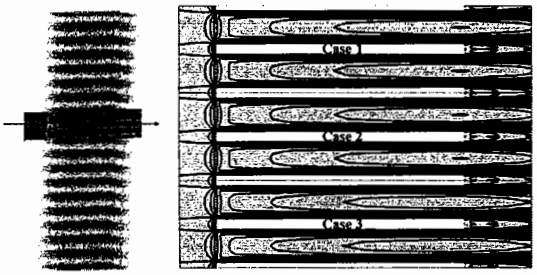

Fig. 8. Comparison of velocity distribution for the three test cases

4.1.2 압력강하량

보다 높은 성능의 광촉매 시스템을 개발하기 위하여 광촉매의 형상 설계시, 일반적으로 그 형상이 복잡하게 되어 압력 강하량이 증가하는 경향이 있다. 압력 강하량의 증가는 팬 소비동력을 증가시키고, 새로운 공기청정기의 설계목적에서 요구되는 유량의 획득을 어렵게 하므로, 유동저항에 의한 압력 강하량은 광촉매의 형상 개발에 있어서 매우 중요한 특성이라 할 수 있다. 또한, 이 특성을 이용하여 광촉매를 다공성 매질로 대체하는 것이 기기내부의 전체유동을 해석하는데 효율적이므로, 본 연구에서 광촉매의 압력강하 특성에 관한 자료를 획득하는 것은 매우 중요하다. 본 계산에는 내경 6 mm와 20 mm를 가지는 2가지 원관형 촉매에 대해 계산을 수행하였으며, 입구속도는 1 m~6 m 이며, 6 mm 원관인 경우는 $420 < Re < 2530$ 이므로 층류계산을, 20 mm인 경우에는 $1400 < Re < 8430$ 이므로 난류계산을 수행하였다.

Fig. 9는 계산결과 중 2가지 경우의 촉매에 대한 압력 강하량을 비교하여 나타내고 있다. 속도에 따른 압력 강하량이 2차 다항식의 곡선으로 정확하게 fitting되고 있으며, 내경 6 mm 원관형 촉매가 내경 20 mm 원관형 촉매에 비해 대부분의 속도 구간에서 약 3배 정도 큰 압력 강하량을 보이고 있다.

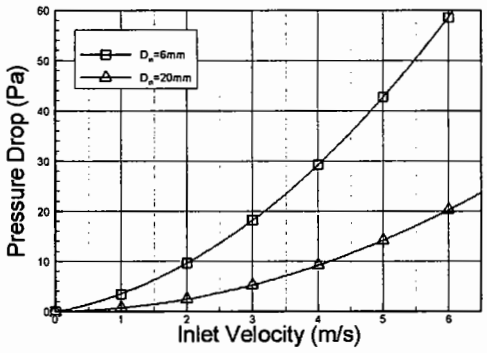

Fig. 9. Comparison of pressure drop inside the photocatalysis filter for the various inlet velocities (without housing)

4.1.3 촉매 하우징의 영향

본 연구에서 모델링한 내경 6 mm 광촉매는 Fig. 3에서 볼 수 있는 것처럼 단순히 반복적인 관의 배열로만 되어 있으나, 실제의 광촉매는 그러한 관배열을 고정시키기 위해 여러 개의 관을 하나로 고정하는 하우징으로 둘러싸여 있다. 이 하우징은 관과 관사이의 다이아몬드형 유로를 63% 정도 축소시키고, 관 내측을 통과하는 공기의 흐름을 방해하여 유동저항을 증가시킴으로써, 실제 촉매에서의 압력 강하량은 Fig. 9에서 보여지는 것보다 커지게 된다. Fig. 10은 이러한 하우징이 광촉매의 압력 강하량에 미치는 영향을 파악하기 위해 사용된 촉매 형상의 모형도이다. 계산의 편의를 위해 다이아몬드형 유로는 100% 폐쇄되었고, 관 후류에는 폭 2 mm의 선형 구조물이 관을 통과하는 유동을 방해하고 있다. 이는 실제의 형상에 비해 다소 과장된 모델링이긴 하나, 하우징의 구조가 광촉매의 압력 강하량에 미치는 영향을 확인하기에는 충분한 것으로 생각된다.

Fig. 11은 본 계산의 결과로서, 하우징이 없는 경우에 비해 대부분의 속도구역에서 약 8배 정도 큰 압력 강하량을 보여주고 있다. 실제의 하우징은 다이아몬드형 유로를 63% 정도만 축소시키고, 유동을 방해하는 선형 구조물도 그 폭이 1.7 mm인 것을 감안

하면, 실제 형상에서의 압력 강하량은 이보다 작아질 것이다. 그러나, 이 결과를 통해 현재 사용되고 있는 하우징이 원관형 촉매의 압력 강하량에 미치는 영향이 매우 크다는 것을 알 수 있다.

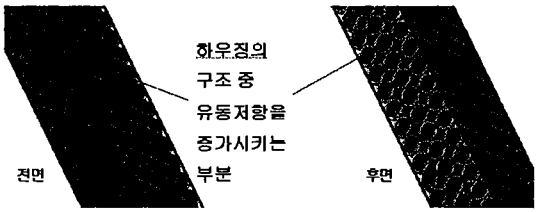

Fig. 10. Geometry of the cylindrical photocatalysis filter with the housing

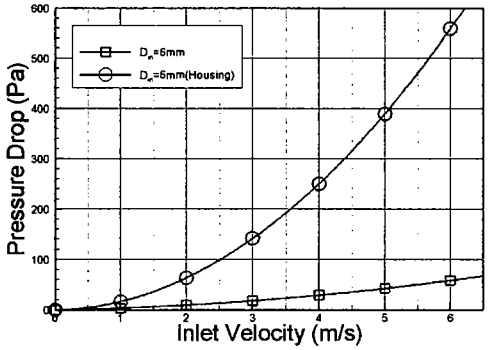

Fig. 11. Comparison of pressure drop inside the photocatalysis filter for the various inlet velocities (with housing)

4.2 다공성 매질로의 대체

앞에서 계산된 광촉매의 속도에 따른 압력 강하량과 식 (10)을 이용하면 내경 6 mm 원관형 광촉매 필터와 내경 20 mm 원관형 광촉매 필터와 유사한 특성을 갖는 다공성 매질의 투과율(α)과 관성저항인자(C_2)를 결정할 수 있다. Fig. 12는 이와 같이 결정된 투과율과 관성저항인자를 가지는 다공성 매질의 압력 강하량을 본 연구에서 사용된 광촉매의 압력 강하량과 비교한 그림이다. 속도에 따른 압력 강하량이 매우 잘 일치하고 있으므로, 공기청정기 내부유동 계산에 있어서 광촉매 부분을 다공성 매질로 대체하는 것이 충분히 타당하다는 것을 알 수 있다.

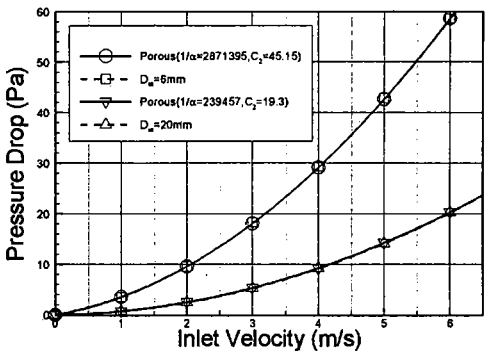

Fig. 12. Comparison of pressure drop inside the photocatalysis filter with and without porous media assumption for the various inlet velocities

4.3 공기청정 시스템 내부

Fig. 13 과 Fig. 14 는 본 연구에 사용된 공기청정 시스템의 전체 개요도와 계산을 위한 격자계를 각각 보여주고 있다. 이 시스템은 상단부분과 하단부분, 그리고 중간부분인 3개의 공간으로 나뉘어져 있다. 시스템의 상단부분은 필터를 통해 정화된 공기가 모여서 배출되는 공간이며, 양쪽에 2개의 흡기구(A)가 있고 위쪽에는 배기팬이 장착되어 있다. 하단부분은 2개의 흡기판(B)에 의해 흡입된 공기가 모이는 곳이며, 중간부분에는 3개의 광촉매 필터층과 6개의 자외선 램프가 있다. Fig. 13의 A 흡입구로 유입되는 공기는 공기청정기의 유량을 높여 실내 공기순환을 가속하는 역할을 하지만, 광촉매 필터의 영향은 받지 않는다. 한편, C를 지나는 공기는 광촉매의 내부를 통과하면서 매우 높은 효율로 정화가 이루어지게 되며, D를 통과하는 공기는 광촉매 외부면과의 접촉에 의해서만 정화가 이루어지게 되므로, 상대적으로 정화효율이 매우 낮아지게 된다.

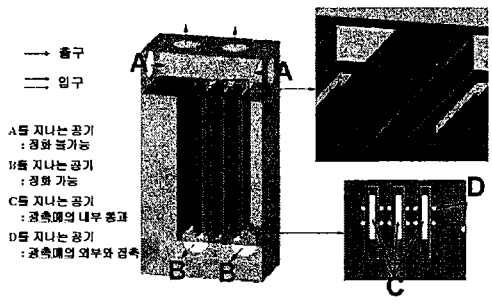

Fig. 13. A schematic of the photocatalysis air cleaning system

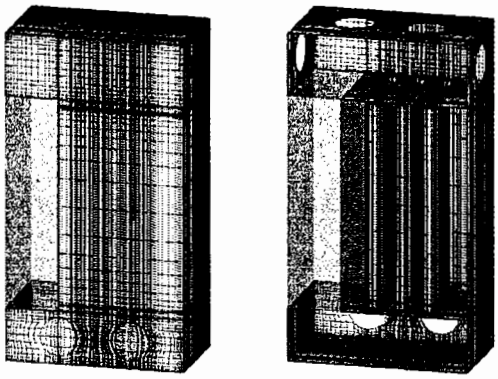

Fig. 14. Computational grid (512076 cells) for the photocatalysis air cleaning system

Fig. 15와 Fig. 16은 각각 내경 6 mm와 20 mm 원관형 광촉매 필터를 장착한 경우, A, B, C, D를 지나는 공기의 유량분포를 총유량에 대한 백분율로 나타낸 것이다. 내경 20 mm의 원관형 광촉매를 장착하게 되면, 광촉매 내부의 저항감소로 인해 정화성능에 직접적인 영향을 미치는 C의 유량이 내경 6 mm 광촉매에 비해 11%에서 19%로 증가하게 된다.

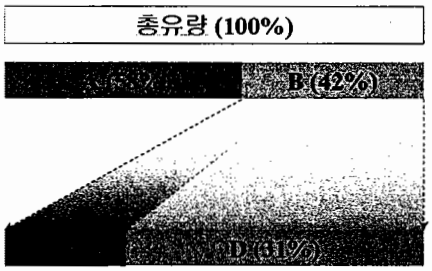

Fig. 15. Mass flow rate of the photocatalysis air cleaning system with the 6 mm inside diameter cylindrical photocatalysis filter

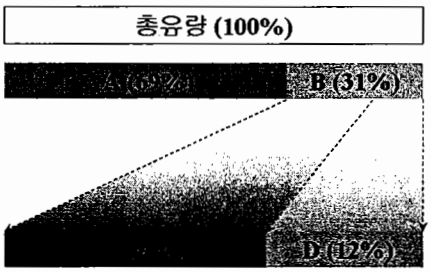

Fig. 16. Mass flow rate of the photocatalysis air cleaning system with the 20 mm inside diameter cylindrical photocatalysis filter

5. 결 론

본 연구에서는 공기청정기 시스템의 성능예측을 위하여 원관형 광촉매를 포함한 시스템 내부의 유동특성에 대한 수치해석을 수행하였다. 광촉매의 성능은 그 형상과 밀접한 관계에 있다. 광촉매의 정화성능 향상을 위해서 그 형상을 복잡하게 하는 것은 광촉매 내에서의 유동저항을 크게 하여 압력 강하량을 증가시킨다. 압력 강하량의 증가는 공기청정기 전체의 성능에 큰 영향을 미치므로, 공기청정기의 개발에 있어서 광촉매의 압력 강하량에 대한 연구는 매우 중요하다. 본 연구에서는 내경 6 mm, 두께 1 mm의 원관형 광촉매와 내경 20 mm, 두께 2 mm인 원관형 광촉매 연구를 수행하였으며, 내경 6 mm의 광촉매가 내경 20 mm의 광촉매에 비해 약 3배 높은 압력 강하량을 나타냄을 볼 수 있었다. 따라서 효과적인 광촉매의 선택을 위해서는 보다 다양한 관의 내경과 두께에 따른 압력 강하량에 관한 자료가 요구되므로 이에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

또한 본 연구에서는 여러 개의 원관형 광촉매를 체결하기 위하여 하우징이 장착되어 있는 경우에 대하여도 계산을 수행하였으며, 현재 사용되고 있는 구조는 광촉매의 압력 강하량을 대폭 증가시키고 있으므로 이에 대한 개선이 필요함을 볼 수 있었다. 마지막으로 위의 광촉매 필터 해석을 바탕으로 다공성 매질을 도입하여, 시스템 전체의 내부유동을 해석함으로써 전체유량 및 광촉매의 직접적인 영향을 받는 지역의 국부적인 유량에 관한 데이터를 획득할 수 있었다. 본 연구에서 고려된 공기청정 시스템에 내경 20 mm의 원관형 광촉매를 장착한 경우, 광촉매 내부의 저항 감소로 인해 정화성능에 직접적인 영향을 미치는 C의 유량이 내경 6 mm 광촉매를 장착한 경우에 비해 11%에서 19%로 증가하게 됨을 볼 수 있었다.

참 고 문 헌

1. 주현규, 이동권 : "환경산업과 광촉매 응용기술(1)-환경정화에의 광촉매 활용", 첨단환경기술, 2001년 8월호 (2001).

2. Fluent Incorporated : FLUENT user's guide (Version 5.0) (2000)
3. Patankar, S. V. : Numerical Heat Transfer and Fluid Flow, Hemisphere, Washington, D.C. (1980).
4. Ergun, S. : Fluid Flow through Packed Columns, Chem. Eng. Prog., 48(2):89-94 (1952)
5. Perry, R. H., Gree, D. W. and Maloney, J. O. : Perry's Chemical Engineers' Handbook, McGraw Hill, New York, 6th edition (1984)