技術論文

공기정화 살균기 개발 및 성능검증 연구

정재윤*, 장조원**

A Study on Development and Performance Test of an Air Purify-sterilizer

Jae-Yoon Jung*, Jo-Won Chang**

ABSTRACT

The air purity-sterilizer was developed and the CFD and experimental studies were carried out in order to investigate the performance of an air purity-sterilizer. Overhaul and exchange efficiency were increased by the modularization of the air purity-sterilizer. The performance improvement was validated by the hot-wire measurements and flow simulations in the room. Mean velocities at the exit of the air purity-sterilizer were 0.91, 1.62, 1.99, and 6.14 m/sec according to the fan mode. The flow visualization of pured air was shown by using CFD flow simulation in the room of $8.90 \times 8.90 \times 2.4m^3$ and $12.85 \times 12.85 \times 2.4m^3$. The results show that the air purity-sterilizer has a high performance enough to produce air purity-sterilizer on a commercial scale.

Key Words : 공기정화 살균기(Air purify-sterilizer), 흐름모사(Flow Simulation), CFD(computational fluid dynamics), 풍량(flow rate), 풍속(flow velocity)

Ⅰ. 서 론

최근 지구촌에는 인구 밀집도의 증가와 도시의 대규모화로 인해 공기오염은 더욱 심각해지고 있으며, 사스(SARS, Severe Acute Respiratory Syndrome)나 조류독감 발생 이후 실내·외 공기의 세균에 대한 관심이 고취되면서 공기정화 및 살균시스템의 연구가 진행되고 있다. 이러한 실내·외 공기의 세균에 대한 관심은 세계보건기구(WTO)가 공기오염에 의한 사망자수가 300만명에 육박하며, 특히 실내공기의 의한 사망자수가 전체 사망자수의 93%에 달한다는 보고(2000년 9월)는 공기 질(quality)에 대한 심각성을 더욱 강조하고 있다. 더욱이 세계보건기구는 조류독감과 같은 세계적인 전염병의 발생을 계속적으로 경고하고 있다. 최근 연구결과 실내공기는 대기오염에 의해 지배적으로 영향을 받는다고 보고되었으며, 특히 공장 및 하수처리장, 그리고 아파트, 병원, 노래방, PC방 등의 실내공기는 육안으로도 오염정도를 확인할 수 있다. 또한 한중대기과학연구센터에 따르면 황사에도 독성 대기오염물질이 평소보다 3배 이상 포함되어있다고 보고된 바 있다[1,2].

최근 공기정화는 헤파 (HEPA, High Efficiency Particular Arrester) 필터를 통해 입도가 큰 바이러스는 어느 정도 제거되고 있고, 입도가 작은 휘발성 유기화합물(VOC's, 벤젠, 톨루엔, 크실렌), 악취(암모니아, 포름알데히드, 질산화합물 등) 및 바이러스의 제거를 위해서 더욱 복잡한 구조를 가진다. 공기정화 시스템은 구조가 복잡해질수록 자체에서 유발되는 큰 압력손실에 의해 그 효율은 급격히 저하된다. 이것은 필터내부 요소의 부적절한 형상과 배치로 인하여 유로(flow of fluids)에 공기역학적인 저항의 증가에 따른

* 한국항공대학교 항공우주 및 기계공학과
** 정회원, 한국항공대학교 항공운항학과
연락저자, E-mail : jwchang@hau.ac.kr
경기도 고양시 덕양구 화전동 200-1

시스템 자체에 큰 압력손실이 유발되어 효율이 크게 저하되는 것이다. 또한 유로에 대한 필터 내부 요소에 의한 저항은 흐름에 의해 각 요소의 손상을 유도하며, 이것은 필터내부 요소의 수명을 단축시키는 중요 요인이 되므로 이를 개량할 필요가 있다.

기존의 상용화된 공기정화 살균기 모델의 경우 유동의 출구 및 입구사이의 거리가 가깝고 내부 구조역시 다중 적층된 필터가 좁은 내부에 자리 잡고 있어서 압력 손실이 크거나 원활한 공기정화 능력을 확보하지 못하였다. 이러한 압력 손실을 보충하기 위해서 최근 등록된 특허[3]에 제시된 바와 같이 출구 부분에 보조 송풍기를 설치하는 경우도 있다. 그러나 이러한 공기조화기는 보조 송풍기가 외부에 노출되기 때문에 소음 발생의 우려가 크다. 또한 공기정화 살균기의 기본적인 구조인 덕트는 형상의 영향으로 인해 발생하는 압력 손실은 손실분의 보충을 위한 내부 구조의 간략화 및 유로 중간에 직렬 보조 송풍기[4]를 설치할 수 있으나 정화 성능과 생산성 저하를 가져올 가능성이 크다.

최근 Assi 등[5]은 두 개의 원형실린더의 배치에 따라 생성되는 와류 및 진동에 대하여 실험을 수행하였다. 그들은 동일한 덕트의 형상에서 입구 유속이 늘어 날수록 내부 유동향의 증가와 난류화의 증가에 따른 압력 감소를 가져온다고 하였다. 이러한 내부에 위치한 다중 구조물과 벽면의 영향으로 생성되어 조화(harmony)를 이루는 내부 유동의 경우 진동 및 소음이 생성된다고 하였다. 이와 같이 진동 및 소음의 생성이 예측되므로 최적화된 구조물 배치가 요구된다. 비록 출구 유동에서 가지는 난류성분은 외부 유동과의 혼합률의 증가를 가져오지만 내부 유동의 지나친 난류화는 공기유량의 제한을 가져온다. 따라서 공기정화 살균기는 유량 증가를 위해서는 난류화를 출구지점 가까이 위치시켜야 한다.

본 연구개발 과제에서는 모듈식 공기정화 살균기를 개발하고 성능시험을 위해 살균 후 외부로 방출되는 공기의 유량 및 흐름특성을 파악하고, 이를 이용하여 3차원 실내 공간상에서 공기의 흐름 모사(simulation)를 통하여 공기정화 효율을 조사하고자 한다. CFD(computational fluid dynamics)를 이용한 공간상의 유동모사의 경우 초기 조건에 따라 다양한 유동모사가 가능하고 공간 내부의 유동에 대한 가시화에 더 효율적이다. 본 연구개발 과제를 통하여 개발된 제품의 성능 측정 및 살균된 공기의 흐름 파악을 통해 성능향상 뿐만 아니라 공기정화 살균기 제품의 신뢰성을 높일 수 있을 것이다.

II. 본 론

2.1 공기정화 살균기 개발

기존의 공기정화 살균기는 여러 층으로 적층된 필터를 통해 공기를 정화 하였다. 이러한 공기정화 살균기 구조는 단일 구조 변화가 용이하지 않고 수리 및 정비가 곤란하며, 흐름이 원활하지 못한 단점을 갖는다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 본 연구개발 과제에서는 모듈(module)식으로 구성하였으며, 공기정화 살균기의 모듈화 된 구성품은 상호 교환이 용이하도록 실내공기 청정기 규격[6]에 맞추어 설계하였다.

이와 같이 설계된 공기정화 살균기의 경우 총 3개의 부분으로 이루어져 있으며, 공기를 흡입하는 송풍 모듈, 공기의 정화하는 살균 및 정화 모듈 그리고 정화 된 공기가 빠져나가는 토출 모듈 등으로 구분된다. 이와 같이 본 연구개발 과제를 통하여 설계 · 개발된 공기정화 살균기의 자세한 구성품은 Table 1과 같다.

Table 1 공기정화 살균기의 각 모듈별 구성품

모듈	구 성 품	
송풍기 모듈	양흡 시로코 송풍기	1차 프리필터 (큰 먼지 제거)
	2차 카본 폼필터 (냄새 제거)	3차 카본 미듐필터 (미듐 먼지 제거)
살균 및 정화 모듈	자외선 램프 W/ 석영관	나노 튜브 필터
	나노 칩 필터	
토출 모듈	소음기	조작 및 표시기기
	풍향 유도 덕트	

개발된 공기정화 살균기는 운용 환경 변화에 따라 알맞은 모듈로의 교체가 쉽고, 또한 각 모듈을 구성하는 부품들의 교체 역시 편리하도록 제작하였다. 특히 주변 환경에 변화에 따른 미세한 먼지를 제거하기 위해서는 송풍 모듈에 장착되는 3차 카본 미듐 필터를 HEPA 필터로 교체 가능하도록 하였다. 다단계의 필터 구성과 전체 구조의 모듈화를 통해 설계된 공기정화 살균기(VKS-101S/B)모델은 높은 살균력을 확보할 것이라 예상되나, 유해 입자가 존재하는 경우에서의 공기정화 살균기의 살균능력 측정은 수행하지 않

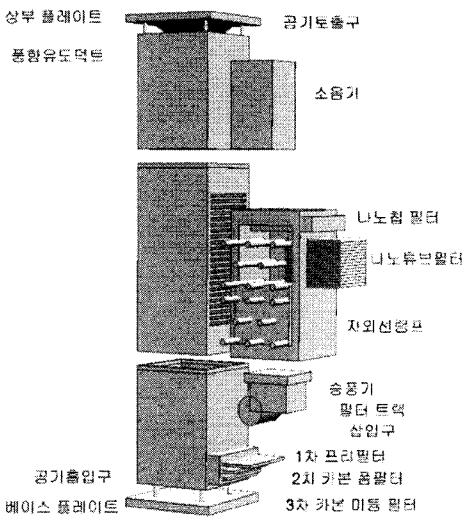


fig. 1 모듈형 공기정화 살균기 분해도

fig. 2 공기정화 살균기 완성품

았다. 공기정화 살균기는 내부 구조의 복잡성으로 인해 살균되는 공기의 양에 제한을 받을 것이라 예측이 된다. 그러므로 본 연구개발 과제에서 공기정화 살균기의 성능시험을 위하여 외부로 방출되는 공기의 유량 및 특성을 파악할 뿐만 아니라 3차원 공간상에서 공기의 흐름을 조사하여 효율성을 판정하였다.

<fig. 1>은 모듈형 공기정화 살균기의 주요 부품 분해도를 보여준다. 아랫면에 위치한 공기 흡입구 입구에 3겹의 필터를 위치시켜 먼지 및 악취를 제거하도록 하였으며, 필터 교환이 쉽도록 제작하였다. 공기정화 살균기의 살균 및 정화 모듈은 중앙 부분에 위치하도록 하고 상부의 흐름 출구에 송풍 모터 및 내부 유동에서 발생하는 소음의 감소를 위해 흡음재(silencer)를 장착하였다. 공기정화 살균기의 상부에는 흐름 출구 및 송풍기 유량 조절을 위한 제어판(control panel)이 위치한다. 상부 흐름 출구에 정사각뿔형태의 풍향유도 덕트인 상부 플레이트를 위치시켜 4개의 방향으로 효율적으로 흐름이 순환하도록 하였다.

<fig. 2>는 개발 완료 된 모듈형 공기정화 살균기(VKS-101S/B)의 각 모듈 별 결합 후 완성품을 나타낸 사진이다. 상기 모델의 경우 대형 살균 및 정화 모듈을 장착한 것으로 1600X300X300 mm의 크기를 가지고 41.7 kg의 무게를 갖는다. 송풍기 모듈내부의 모터의 RPM 조절을 통해 내부로 유입 및 외부로 방출되는 유량을 조절할 수 있도록 하였다. 또한 송풍기 RPM은 4단계로 조절되며 fan 1, fan 2, fan3 및 fan 4 mode로 외부의 제어판을 이용해 조절되도록 하였다.

2.2 성능실험 장치 및 방법

공기정화 살균기의 성능측정을 위해 열선풍속계(hot-wire anemometer)를 이용하여 공기정화 살균기의 상부 플레이트를 제거한 상태에서 출구

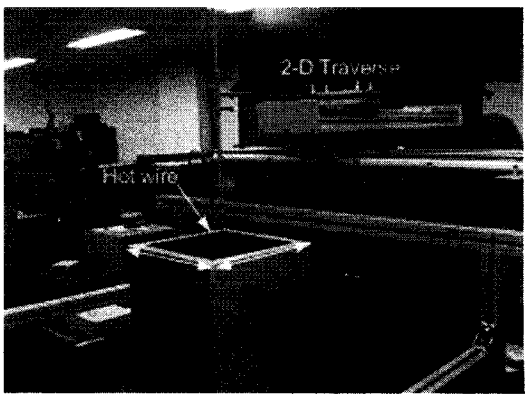
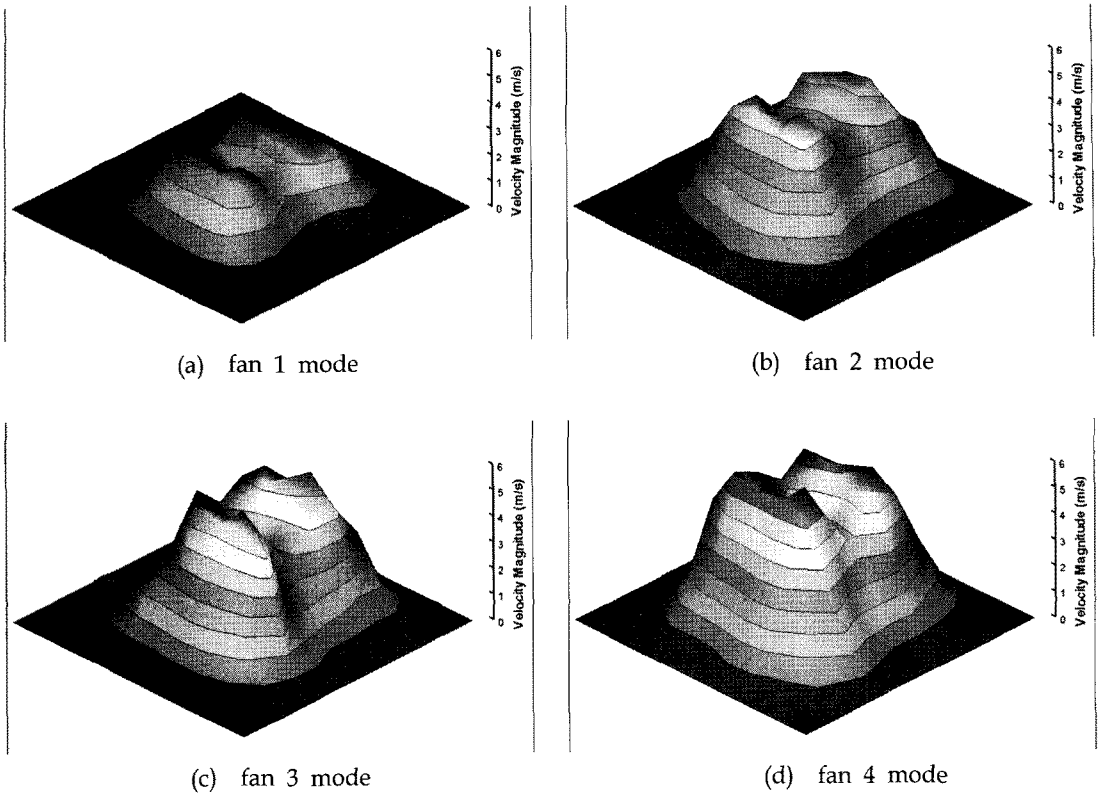


fig. 3 공기정화 살균기 출구에서의 흐름 측정



(a) fan 1 mode (b) fan 2 mode

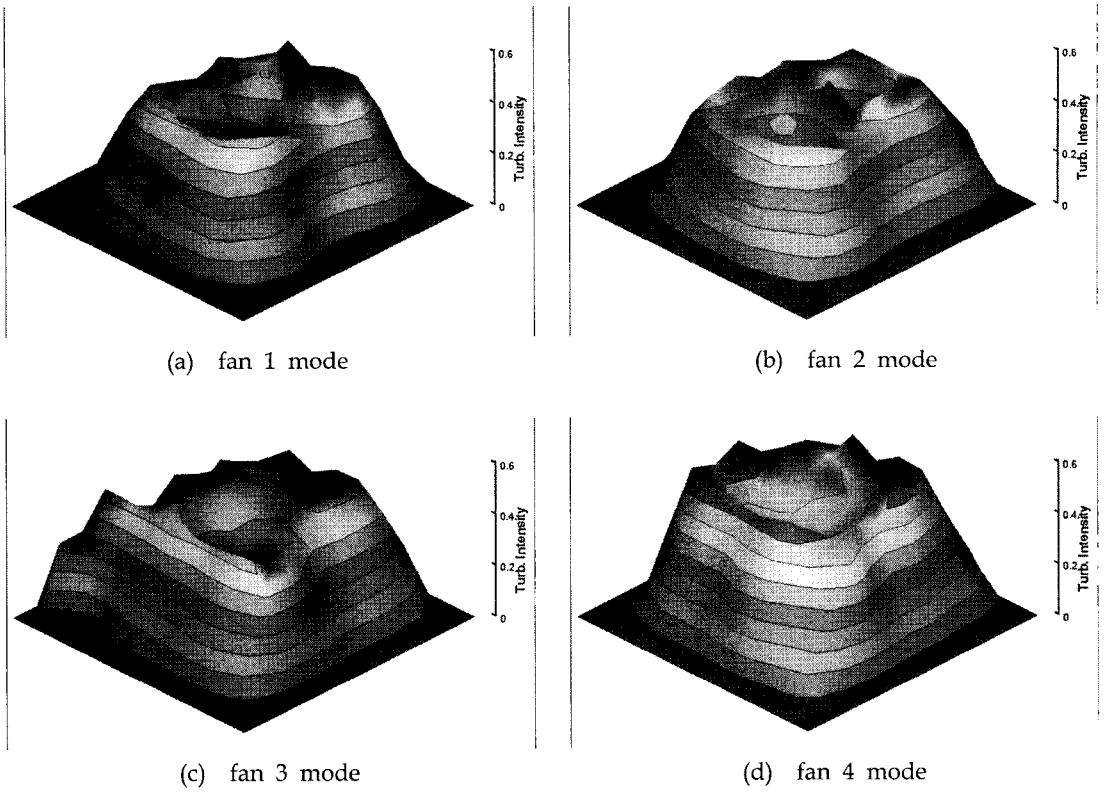
(c) fan 3 mode (d) fan 4 mode

fig. 4 평균 속도 분포 (mean velocity distribution)

유속(flow velocity) 및 난류강도(turbulence intensity)를 조사하였다. 출구에서의 유속과 난류강도 분포의 조사를 통해 fan 1, fan 2, fan 3 및 fan 4의 각 모드 별로 달리 나타나는 정화되는 공기의 질량 유량(mass flux)을 구하였다. 또한 속도 분포 및 난류강도 분포의 조사를 통해 내부 흐름의 복잡성에 따른 압력 손실을 예측할 수 있을 뿐만 아니라 난류 에너지 확산에 의한 정화된 공기와 주위 공기와의 섞임 정도를 예측 할 수 있다. 이와 같은 실험은 실내 공기의 온도 변화 및 압력 변화가 없어 유체의 밀도가 일정하고, 출구에서 나오는 흐름은 정상상태(steady state)라고 가정을 한 상태에서 본 실험을 진행하였다.

<fig. 3>은 공기정화 살균기 출구에서의 흐름 측정하기 위한 실험 장치로써 열선 프로브와 자동 이송장치를 보여주는 사진이다. 공기정화 살균기 출구 유동상태에 대한 조사는 덴마크 Dantec社의 열선 풍속계(hot-wire anemometer)를 사용하였으며, 열선 프로브는 1축인 55P11을 사용하였다. 2축 자동 이송장치를 이용하여 열선 풍속계를 이동하였으며, 공기정화 살균기의 출구 유동에 대해 4가지 흐름속도 변화모드(선택 스위치)에 따라 실험을 수행하였다.

본 연구개발 과제에서 사용한 1축 열선 프로브는 유동의 방향에 대한 측정이 불가능하여 2차원 이상의 흐름에 대한 측정은 곤란하나, 본 모델의 출구유동은 흐름 방향이 비교적 일정한 제트류(jet flow)이므로 측정 가능하였다. 높은 난류강도를 가지는 흐름의 경우 난류 에너지를 내포하는 소용돌이(eddy)가 비교적 등방성을 가지기 때문에 본 연구개발 과제와 같이 고 난류 제트 흐름의 경우 1축 열선 풍속계를 이용하여 흐름 특성을 구할 수 있었다. 열선 프로브는 흐름 출구에서 흐름 방향으로 수직으로 3mm 떨어진 위치에 두고 흐름을 측정하였으며, 한 평면에 대해 일정한 간격을 두고 81개의 위치에서 데이터를 획득하였다. 본 연구에서 데이터 정보 획득률(data sampling frequency)은 3kHz로 설정하였



(a) fan 1 mode (b) fan 2 mode

(c) fan 3 mode (d) fan 4 mode

fig. 5 난류강도($u_{r.m.s}/U_{\infty}$) 분포 (turbulence intensity distribution)

고, 각 위치에서 65,536개씩 데이터를 획득하였다.

2.3 성능실험 결과

본 연구개발 과제에서는 공기정화 살균기 성능을 측정하기 위해 공기정화 살균기의 출구에서의 유속(flow velocity) 및 난류강도(turbulence intensity)를 4가지 변화 모드에 대해 실험을 수행하였다.

<fig. 4>는 모듈식 공기정화 살균기 출구에서의 평균 속도 분포(mean velocity distribution)를 나타낸다. 각 모드 별로 나타나는 평균 속도 분포는 내부 토출구가 위치하는 중앙 부분이 두 개의 최고점(double peak)을 나타내는 형상을 갖는다. 이와 같이 중앙부분에서 속도가 작게 나타나는 것은 중앙부분에 흐름을 방해하는 지지 구조물이 부착되어 있기 때문이다. <fig. 4>에 나타낸 바와 같이 송풍기 모터의 RPM 변화에 따른 송풍량 변화가 각 모드별로 확연히 나타나는 것을 알 수 있으며, 특히 (a)에서의 속도분포는 다른 (b), (c), (d)에서의 속도분포에 비해 상당히 작은 것을 알 수 있다. 이와 같이 각 모드별 평균 속도는 RPM이 가장 낮은 fan 1 모드일 때 0.91m/sec, fan 2 모드일 때 1.62m/sec, fan 3 모드일 때 1.99m/sec 그리고 가장 RPM 이 높은 fan 4 모드일 때 평균속도는 2.30 m/sec이다. 공기정화 살균기 출구 흐름의 국부 최대 속도는 fan 1 모드일 때 2.6m/sec, fan 2 모드일 때 4.5m/sec, fan 3 모드일 때 5.45m/sec 그리고 가장 RPM 이 높은 fan 4 모드일 때 최대속도는 6.14 m/sec로 측정되었다.

<fig. 5>는 송풍기 RPM에 따른 각 모드 별로 나타낸 모듈식 공기정화 살균기의 출구에서의 난류강도(turbulence intensity) 분포를 나타낸다. 살균 모듈내부의 나노 칩 필터, 나노 튜브 필터 및 자외선램프와 같은 복잡하고 조밀한 내부구조로 인해 흐름의 mixing 및 난류화가 크게 진행됨을 예측할 수 있고, 이것에 따른 결과로 인해 난류강도가 비교적 크게 나타난다. <fig. 4>에서 이미

언급한 바와 같이 평균속도 분포는 각 모드에 따라 확연히 차이가 나는 반면, 난류강도 분포는 흐름 속도와는 상관없이 비교적 일정한 크기를 나타내는 것은 흐름의 섭동이 출구 속도 분포보다 내부의 조밀한 구조물에 의하여 발생하기 때문이다.

이와 같이 높은 난류강도 분포는 난류가 가지는 특징인 확산성(diffusivity)으로 인해 주위 공기와 잘 보다 잘 섞이도록 한다[7]. 따라서 <fig. 5>에서와 같이 각 풍속 모드 별로 비교적 일정하게 높은 난류강도를 가지는 것은 살균된 공기의 보다 빠른 확산을 의미한다.

2.4 성능 전산연구 방법 및 격자

본 연구개발 과제에서 공기정화 살균기의 성능 검증을 위해 수행된 CFD(Computational Fluid Dynamics)를 이용한 흐름모사(flow simulation)는 비압축성 Navier-Stokes 방정식으로 수행되었다. 점성 유동장의 압력항은 STANDARD로, 모멘텀(momentum) 및 난류모델에 사용되는 수정 난류점성(modified turbulent viscosity)계수 항은 1차 풍상법(1^{st} order upwind scheme)으로 풀었다. 본 연구는 공간에 대해 1차의 정확도를 가지며, 전체 유동장 계산은 SIMPLE method를 이용하였다. 특히 본 과제에서 공기정화살균기의 흐름 출구에 장착된 흡음재 및 회로 기판에 의한 흐름 교란이 많이 발생하므로 난류 모델을 반드시 사용하여야 한다. 본 수치해석에서 유동장 내의 난류 성분을 모사하기 위해 계산 시간과 정확도 면에서 효율성이 높은 Spalart-Allmaras 1 equation 난류 모델을 사용하였다[8,9]. 적용된 난류 모델은 격자 내부의 난류에 유동에 대한 모사가 가능한 SGS(sub-grid scale) 모델을 갖지 못하여 격자 내부의 흐름에 대한 모사에 약점을 가지지만[10], 본 연구개발 과제의 경우 실내 전체 흐름에 대한 연구이므로 이를 무시할 수 있었다. 또한 전체적인 전산 수치해석은 유한 체적법(Finite Volume Method)을 사용하는 상용코드인 FLUENT를 사용하였다[11]. 각 모드 별로 사용되는 출구 유동의 속도 분포 및 난류강도는 앞서 수행한 실험을 통해 획득 된 데이터를 초기 조건으로 주었다.

<fig. 6>은 본 수치해석에 사용된 모듈식 공기정화 살균기 주위의 격자계(grid system)를 보여준다. 전체 계산 영역(computation domain)은 본 모델의 적정크기 실내공간인 24평 및 50평을 기준으로 선택되었으며, 각각 $8.90 \times 8.90 \times 2.4m^3$과

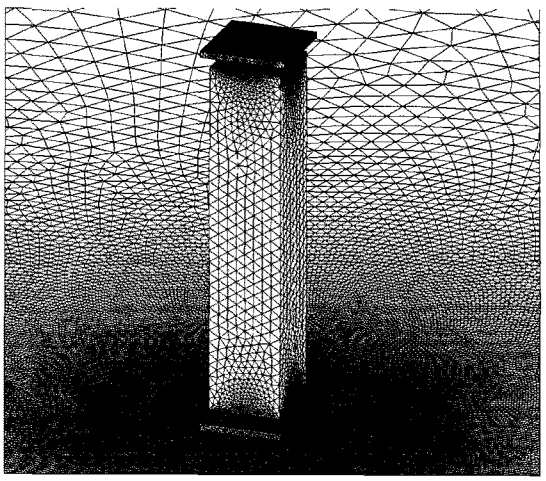
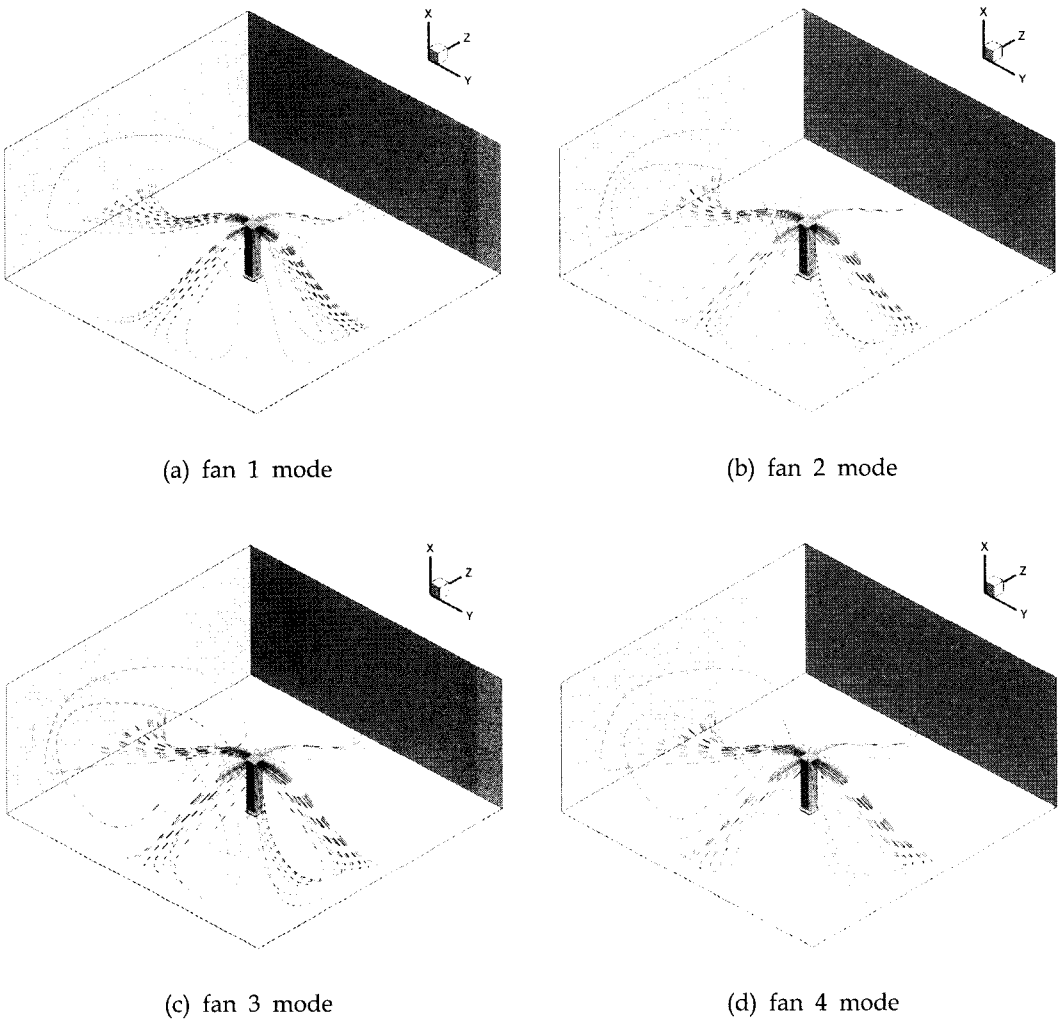


fig. 6 비정렬 격자계

$12.85 \times 12.85 \times 2.4m^3$의 체적을 갖는다.

격자계는 Gambit을 이용하여 구성하였다. 전체 격자는 복잡한 형상에 대한 격자 구성에 적합한 비정렬 격자계(unstructured grid)를 이용하고, 415,909개의 격자수를 갖도록 하였다. 흐름의 속도 및 압력 구배가 급격한 흐름 출구 및 흡입구에 격자를 조밀하게 배치시켰으며, 공기정화 살균기는 전체 실내공간의 정중앙에 놓이도록 하였다. 또한, 공기정화 살균기 모델의 상부에 위치한 정화된 공기가 나오는 영역은 velocity inlet, 공기정화 살균기 모델 하부에 위치하여 오염된 공기가 흡입되는 흡입부는 out-flow로 설정하였다. 이외에도 본 과제에서는 전체 벽면의 조도(roughness) 및 난류 경계층의 점성저층(viscosity sub-layer) 등은 고려하지 않았다.

수치해석을 이용한 흐름 모사(simulation)는 공기정화 살균기 출구에서 나오는 유선(streamline)을 추적하는 방법을 사용하였다. 즉 흐름장 내에 위치하는 하나의 입자(particle)가 지나가는 경로가 제어체적(control volume) 내의 어떤 지점에 위치하는 가를 추적함으로써 살균 및 정화 된 공기가 실내에 미치는 영향에 대해 알아보았다. 정상(steady) 계산 결과는 이론적으로 무한히 시간이 흘렀을 때 일정한 흐름의 경향을 보여주는 것으로 물리적 시간에 따라 변화하는 흐름에 대한 모사는 아니다. 또한, 물리적 시간에 따라 변화하는 비정상(unsteady) 흐름의 모사는 시간에 따른 입자의 추적은 가능하지만 계산 시간과 메모리 사용량이 방대하다. 특히 본 연구개발 과제는 시간에 따른 입자의 추적 보다는 공기정화 살균기의 출구 흐름이 공간에 얼마나 잘 퍼지는지에



(a) fan 1 mode (b) fan 2 mode

(c) fan 3 mode (d) fan 4 mode

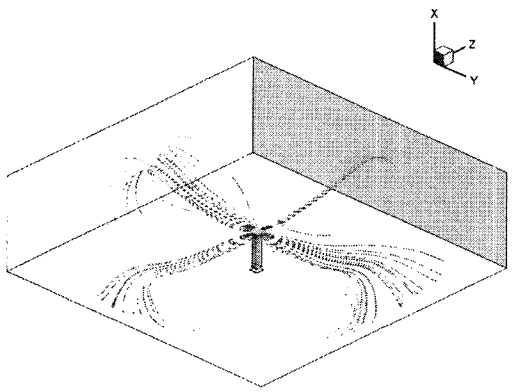
fig. 7 실내공간에서의 공기흐름 (24평)

대하여 해석하는 것이 중요하다. 따라서 수행된 수치해석은 정상상태(steady state)로 계산되었으며, 흐름 가시화는 전체 유동장의 계산이 수렴한 이후 유선(streamline)상에 위치한 입자가 일정한 시간동안 지나간 거리를 표시하였다. 또한 정상(steady) 계산의 수렴성을 확보하기 위해 전체 흐름장의 연속 방정식(continuity equation)에서 질량의 잔차가 10^{-4}이 될 때까지 계산하였다. 이 외에도 유선상의 속도에 대한 값을 표현하기 위하여 주기적으로 반복되는 펄스(pulse)를 주었으며, 각 펄스의 길이는 속도에 대해 정성적으로 표현되었다.

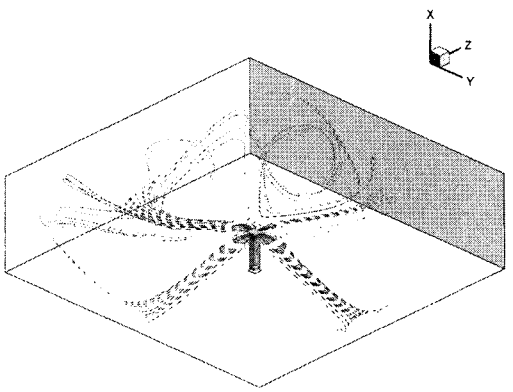
2.5 성능 전산연구 결과

본 연구개발 과제에서는 공기정화 살균기의 적정 넓이인 24평의 실내공간에 대한 흐름 모사와 더불어 50평의 실내 공간 내에서도 같은 조건을 적용하여 공기정화 살균기의 흐름 모사를 수행하였다.

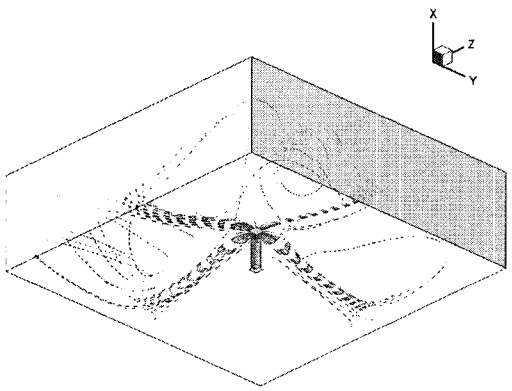
<fig. 7>은 본 연구개발 과제를 통하여 개발한 공기정화 살균기의 출구에서의 속도모드에 따른 24평 실내 공간 내에서의 흐름특성을 보여준다. 흐름 모사 결과 공기정화 살균기 출구에서 나오는 흐름이 전체 공간에 잘 퍼지는 것을 알 수 있다. 또한 fan 1모드와 이외의 다른 세 가지 모드의 흐름퍼짐 현상에 차이가 나는 것을 관찰



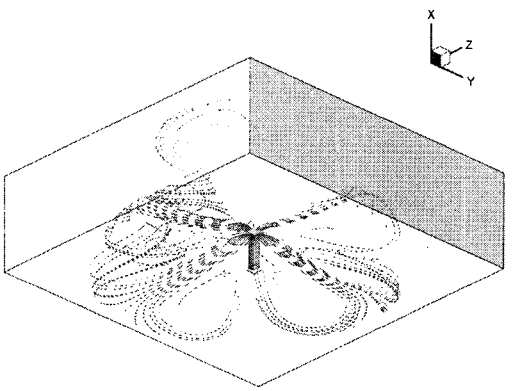
(a) fan 1 mode



(b) fan 2 mode



(c) fan 3 mode



(d) fan 4 mode

fig. 8 실내에서의 공기순환 (50평)

할 수 있는데, 이것은 fan 1모드에서의 속도가 다른 fan 2, fan 3, fan 4의 속도보다 아주 작기 때문에 나타난 현상으로 추정된다. 이외에도 공기정화 살균기의 출구 흐름 속도가 높아질수록 흐름의 퍼짐 현상이 더 커지는 것을 알 수 있다.

한편 공기정화 살균기에서 정화된 공기가 출구에서 나와 공기정화 살균기 바닥부분에 배설된 흡입부로 바로 유입 되는 현상이 발생되지 않는다는 것을 확인 할 수 있다. 특히 출구에서의 흐름이 흡입부로 바로 재 유입되는 현상은 실내공간 전체를 정화시키지 못하므로 공기정화 살균기의 성능을 크게 저하시키는 역할을 한다. 따라서 본 연구개발 과제를 통하여 개발된 모듈형 공기정화 살균기(VKS-101S/B)에서는 출구에서 바로 흡입구로 재 유입되는 현상이 발생되지 않아 공기정화 효율이 높다는 것을 확인할 수 있다.

실제 공기 유동의 유선에 대한 추적은 공간 전체에 걸쳐 굉장히 복잡하게 얽혀 있다. 따라서 가시화의 효율성을 높이기 위해 본 연구개발 과제는 유선을 따라 흐르는 유동의 흡입구로의 재유입 여부에 대한 확인을 하고자 유선의 가시화를 실내 벽면 영역까지 확장하여 수행하였다. 비록 복잡한 실내 공기유동을 세밀하게 관찰할 수는 없지만 보다 효과적으로 실내공간으로 퍼지는 현상을 확인할 수 있었다.

<fig. 8>은 출구에서의 속도변화에 따른 50평 실내 공간내의 공기흐름을 모사(simulation)한 결과를 보여준다. 출구 속도가 가장 작은 (a)의 경

우 같은 비교적 살균된 공기의 퍼짐이 직진성을 갖는 것을 알 수 있으며, 출구 흐름 속도가 높아질수록 흐름의 퍼짐 현상이 더 크게 발생하는 것을 알 수 있다. 이것을 통해 50평 실내공간에서의 공기흐름은 24평에서의 공기흐름에서와 같이 공기 정화기에서 살균된 공기가 출구를 지나 바로 흡입부로 재유입 되는 현상이 발생하지 않는 것을 확인 할 수 있었다. 따라서 본 연구개발 과제에서 개발된 모듈형 공기정화 살균기(VKS-101S/B)는 상업용으로 판매하기에 충분한 효율성 및 신뢰성을 갖는 제품임을 확인할 수 있었다.

III. 결 론

본 연구개발 과제에서는 실내 모듈형 공기정화 살균기(VKS-101S/B)를 개발하였으며, 개발에 따른 성능을 실험 및 전산연구를 통하여 검증하였다.

공기정화 살균기 출구에서의 흐름특성은 열선 풍속계를 이용한 실험연구를 통하여 파악되었다. 공기정화 살균기의 정화되는 공기의 질량 유량(mass flux)은 fan 1, fan 2, fan 3, fan 4 모드일 때 각각 0.06, 0.11, 0.14, 0.162 kg/sec이었다. 또한 공기흐름 실험을 통해 얻어진 데이터를 통하여 수행한 전산연구 결과 24평(190.1 m^3) 및 50평(396.3 m^3)의 실내 공간 내에서 각각의 팬 모드에 따라 전체 공간에서 흐름의 흐름 속도는 다르지만 실내 전체의 공기가 모두 순환이 됨을 확인 할 수 있었다. 따라서 본 연구개발 과제를 통하여 개발된 모듈형 실내 공기정화 살균기(VKS-101S/B)는 실내 공기의 정화에 사용할 수 있는 충분한 성능을 확보하고 있음을 확인 할 수 있었다.

후 기

본 논문은 2005(13차)년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄사업의 지원으로 수행되었으며, 공기정화 살균기를 제작해 준 아이앤비 주식회사 관계자 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

1) 한기주, "중국의 환경오염 실태와 일본의 對中 환경협력 현황," 환경 VIP레포트 제30호, 1999.

2) 김운수, "서울시 실내 공기의 질에 대한 시민인식조사와 관리대책 수립의 방향," 서울시정개발연구원, 제 14호, 2004.

3) 김관호, 구현모, 정태련, "보조송풍팬이 설치된 공기 조화기," 대한민국특허청 등록, 특0175527, 1998.

4) 김교두, "공기조화설비설계 핸드북," 도서출판 금탑.

5) Assi, G. R. S., Meneghini, J. R., Aranha, J. A. P., Bearman, P. W. and Casaprima, E., "Experimental Investigation of Flow Induced-Vibration Interference between Two Circular Cylinders," Journal of Fluids and Structures, Vol. 22, 2006, pp. 819~827.

6) 한국 공기 청정기 협회, "실내 공기 청정기 규격," 2006.

7) Tennekes, H. and Lumley, J. L., "A First Course in Turbulence," The MIT Press.

8) Spalart, P. R. and Allmaras, S. R., "A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows," AIAA Paper 92-0439, 1992.

9) Spalart, P. R. and Allmaras, S. R., "A One-Equation Turbulence Model for Aerodynamic Flows," La Recherche Aerospatiale, No. 1, 1994, pp. 5~21.

10) Wilcox, D, C., "Turbulence Modeling for CFD," DCW Industries, 2002, pp. 107~117.

11) "Fluent 6.1 User's Guide," FLUENT Inc., http://www.fluent.com.