

에어컨용 직교류팬 시스템의 성능특성에 대한 기본적인 설계변수의 영향에 관한 실험적 연구

구 형 모*

(1998년 6월 16일 접수)

An Experimental Study on the Influences of Some Basic Design Parameters on the Performance Characteristics of the Cross-Flow Fan System in Air- Conditioner

Hyoung Mo, Koo

Key Words : Cross-Flow Fan (직교류팬), Performance Characteristics (성능 특성), Similarity(상사성), Scroll(스크롤), Stabilizer(스테빌라이저), Diffusion Angle(확산각)

Abstract

A cross-flow fan which constitutes a fan-duct system with a stabilizer and a scroll-casing is widely used in many air-ventilating and air-conditioning devices. The cross-flow fan system has many design parameters which have crucial influence on the performance and the noise characteristics of the devices, which means many difficulties during the design stage of the devices and the general design guide has not sufficiently established yet. This study presents the experimental results of the parameter investigation of some chosen design parameter values, which are the shapes of the stabilizers, the profiles of the scroll casing part, and the diffusion angles of the flow exit. The results are expressed by the varying performance characteristics with the values of the parameters. They are found to have considerable effects on the system performance and should be considered with care in the design stage. Finally some helpful guides for the design and manufacturing of the cross-flow fan system are proposed.

기호설명		기호	의미
D	: 팬 직경 (mm)	ϕ	: 유량계수 (flow coefficient)
N	: 팬 회전수 (rpm)	$\phi = \frac{Q}{\pi N D^2 L}$	
L	: 팬 블럭당 길이 (mm)	ψ	: 압력계수 (total pressure coefficient)
Q	: 유량 (flow rate) (m ³ /sec)	$\psi = \frac{\Delta P_t}{\frac{1}{2} \rho N^2 D^2}$	
ΔP_t	: 팬 전압력 상승 (total pressure rise) (mmH ₂ O 또는 Pascal)	η	: 효율 (efficiency)
Re	: 팬 레이놀즈수	$\eta = \frac{Q \cdot \Delta P_t}{TN}$	
T	: 팬 토크 (Kg _f ·cm)	ϵ	: 직교류팬과 스테빌라이저 사이의 간격 (mm, Fig.1)

* 회원, 삼성전자 주식회사 냉공조 사업부
에어컨 개발그룹

ν : 동점성계수 (kinematic viscosity)
(m^2/sec)

1. 서론

관류(貫流)팬 또는 접선(tangential)팬이라고도 불리는 직교류팬은 팬 원주상에 다수의 날개가 부착되어 구성되는 구조를 가지고 있으며 유체가 팬을 관통하는 특징을 갖기 때문에 축대칭성을 갖는 축류 또는 원심식 유체기계와는 근본적으로 다른 작동원리로서 유동을 형성한다. 직교류(cross-flow)팬은 1892년 Mortier⁽¹⁾에 의해서 발명되었으나 낮은 효율 특성 때문에 널리 사용되지 못하고 단지 순수한 연구분야의 대상으로서만 사용되었으나, 1953년 Eck⁽¹⁾에 의해서 내부유동을 구성하는 편심와구조가 발견되면서부터 활발하게 연구가 진행되어 현재에는 전자기기 등에 널리 사용되고 있다. 직교류팬은 공기가 팬의 내부를 횡단하는 형태의 2차원적인 유동을 구성하는 특징을 가지고 있기 때문에 축방향의 유동을 무시할 수가 있어서 팬의 길이만을 선정함으로써 유량을 조절할 수 있고 작은 직경으로 제작할 수가 있어서 가정용 공조기기의 실내기 유니트에 널리 사용되고 있다. 현재 직교류팬이 사용되는 에어컨 시스템의 개발은 에너지 효율향상, 구조의 소형화 및 저소음화 등의 방향으로 추진되고 있으며 이에 따라서 기기의 성능과 소음특성을 결정하는 가장 중요한 부품인 직교류팬에 대한 연구가 중요한 과제가 되고 있다.

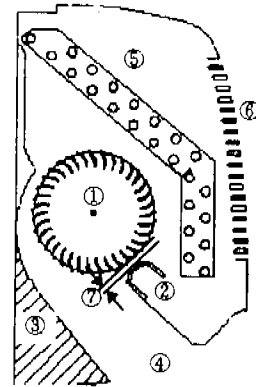
일반적으로 직교류팬을 이용한 팬 덕트 시스템의 구성은 직교류팬과 공기의 토출을 형성하는 스크롤(scroll) 및 직교류팬 주위의 편심와유동(eccentric vortex flow)을 안정화 시켜 주는 역할의 스테빌라이저(stabilizer) 등으로 구성하며 이들의 기하학적인 형상과 상대적인 위치 등에 의해서 성능과 소음특성 등이 결정된다. 따라서 직교류팬 시스템의 성능과 소음특성의 개발 또는 개선을 위해서는 팬 자체에 대한 연구뿐만 아니라 덕트를 구성하고 있는 부품에 대한 연구가 수행되어야 한다.

직교류팬에 대한 연구는 주로 가정용 공조기산업이 가장 발달되어 있는 일본에서의 연구가 주류를 이루고 있다. 현재까지 연구 결과로서는 직교류팬의 기본적인 유동장의 정성적인 분석,^(1,2) 룸에어콘 내부의 설계인자와 유동장의 측정,⁽³⁾ 직교류팬의 성능특성,^(4,5) 직교류팬 시스템의 설계변수와 소음과의 관계에 대한 연구⁽⁶⁻⁸⁾ 및 가시화물 이용한 룸에어콘 내부 유동장의 해석^(9,10) 등이 발표되어 있으며 학계뿐만 아니라 공조 및 가전관련 업체에서도 다양한 연구가 진행되어 왔다. 이와 더불어 최근 들어서 공조산업

의 발달과 더불어 한국에서도 에어컨의 소음과 관련하여 직교류팬 시스템의 설계인자에 대한 연구^(11,12) 등을 비롯하여 활발한 연구가 진행되고 있다.

그러나 직교류팬은 유동특성이 복잡하며, 성능을 결정하는 설계인자가 많고 이들 인자간의 조합에 의해서 성능의 변화가 심하기 때문에 현재까지도 일반적인 설계방법이 존재하지 않으며 단지 경험에 의한 설계기법이 참고서적이 나타나 있을 뿐이다.

본 연구에서는 현재 가정용 에어컨에서 사용되고 있는 직교류팬 시스템에 대해서 좀더 실체적인 관점에서 직교류팬과 함께 룸에어콘의 내부구조를 형성하는 스테빌라이저의 다양한 형상과 설치위치, 그리고 스크롤의 형상 및 공기토출구의 형상변화에 중점을 두고 성능이 변화하는 특성을 연구하여 설계 단계의 기초자료를 제공하고자 한다.



- ① cross-flow fan
- ② stabilizer
- ③ scroll
- ④ flow exit
- ⑤ heat exchanger
- ⑥ inlet grill
- ⑦ fan-stabilizer gap (ϵ)

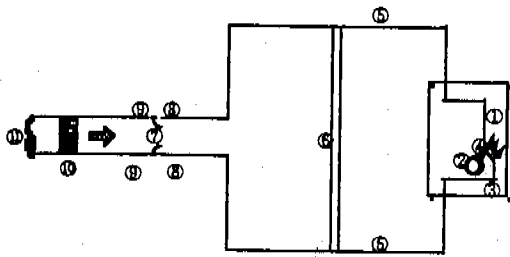
Fig. 1 Schematic diagram of air-conditioner indoor unit of a room air-conditioner.

2. 실험방법 및 실험장치

2.1 실험 장치

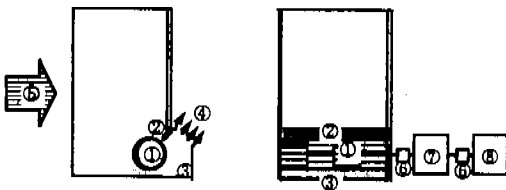
본 연구에서 사용한 실험장치는 일반적인 팬 성능 실험장치(fan tester)와 직교류팬 시스템을 모사할 수 있는 실험장치로 구성되어 있다. Fig. 2의 팬 성능 실험장치는 ASHRAE 표준을 근거로 하여 제작하였으며, 유량을 측정할 수 있도록 $\phi 80mm$ 인 노즐부가 상류부에 설치되어 있고 후방의 settling chamber 내에서

팬의 정압을 측정한다. 팬성능 실험장치의 내부에서 발생하는 정압의 손실을 보상하기 위하여 흡입구에는 보조 송풍기(3HP, 250mmAq)가 설치되어 있으며 이 송풍기의 회전수를 제어하여 팬의 유량을 조절하였고 실험장치의 후방에는 직교류팬 시스템 실험장치가 설치되도록 후방 토출형으로 선정하였다.



- ① experimental rig
- ② cross-flow fan
- ③ casing
- ④ stabilizer
- ⑤ static pressure hole
- ⑥ screen
- ⑦ nozzle(φ 80)
- ⑧ downstream pressure hole of the nozzle
- ⑨ upstream pressure hole of the nozzle
- ⑩ honeycomb section
- ⑪ flow from auxiliary fan and damper

Fig. 2 Fan tester.



- ① cross-flow fan ⑥ coupling
- ② stabilizer ⑦ torque meter
- ③ casing ⑧ servo-motor
- ④ flow exit
- ⑤ flow from the fan tester

Fig. 3 Cross-flow fan system apparatus.

직교류팬 시스템은 에어컨의 실내기 유동장을 모사할 수 있도록 Fig. 3 과 같이 구성하였으며 설계변수인 스크롤과 스테빌라이저의 형상을 변경하거나 교체할 수 있도록 제작하였다.

직교류팬의 구동과 팬의 토크측정을 위해서 직교류팬의 축에 torque meter(ONOSOKI, 5Kg.cm)와 servo-motor(VLBSE-02020, 東榮전기, 0.4kW, 2000rpm)를 커플링을 사용하여 연결하였다. 에어컨에서 사용되는 직교류팬은 주로 다수개의 (일반적으로 8개 이상) 블럭을 초음파 용착으로 제작하여 사용하기 때문에 팬 전체길이를 사용하는 실험장치의 구성은 비효율적이다. 따라서 본 연구에서는 4개의 블럭으로 직교류팬 샘플을 제작하여(블럭당 70mm) 사용하였으며 팬의 단면은 직경 95mm 인 원주상에 원형 챔버와 13mm의 코드길이를 갖는 날개를 35개 배열한 형상으로 구성되어 있다.

2.2 실험 방법

연구의 순서는 우선 무차원 팬성능곡선을 통하여 직교류팬 작동영역에서의 상사성 성립여부를 분석하여 실험조건을 설정한 후 스테빌라이저, 스크롤 및 토출구 형상의 변화에 따른 성능의 변화를 측정하고 분석한다. 또한 직교류팬의 제작에 있어서 의문점이 되어 왔던 블럭분리판의 형상에 대한 고찰순으로 진행된다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 직교류팬 성능곡선의 상사성(similarity) 분석

모든 종류의 팬에 있어서 성능은 팬에 의해서 얻어지는 풍량(Q) 대비 압력(ΔP)의 관계로 표현되며 이를 성능곡선 또는 특성곡선이라고 정의한다. 또한 이 성능 또는 특성곡선은 서로 다른 팬시스템을 구분하고 비교하기 위하여 무차원화된 유량계수, φ와 압력계수, ψ로 표현하는 것이 일반적이다. 특정한 팬에 대한 특성곡선은 기하학적인 상사성과 동역학적인 상사성이 유지되는 범위 내에서 동일한 형상을 나타낸다고 알려져 있기 때문에 팬덕트 시스템의 성능과 소음특성의 비교를 위한 중요한 수단이 되고 있다.

Fig. 4의 실험결과는 본 연구에서 사용되는 직교류팬의 작동 회전수 700 rpm ~ 1300 rpm (Re=25,000~46,000)으로 변화 시켜 얻은 무차원 성능곡선이다. 무차원 성능곡선은 유량계수에 따라서 세 영역으로 구분할 수가 있는데 저유량 영역과 고유량 영역에서는 상사성은 물론이고 회전수 또는 레이놀즈수에 따른 무차원 압력계수의 변화경향 자체가 상반되는 결과를 나타낸다.

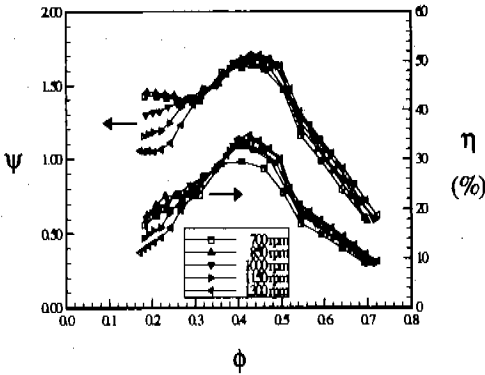


Fig. 4 Non-dimensional performance curves ($\epsilon/D=0.047$).

그리고 최고압력점 부근과 유량계수가 증가하여 안정된 시스템 성능을 갖는 영역(declining part)에서는 레이놀즈수에 대한 의존성을 명확하게 보여 준다. 즉 전 유량 영역에서 레이놀즈수가 증가할수록 일정한 추세를 갖고 동일한 형상의 곡선으로 수렴하는 변화를 나타낸다. 그러나 이 경우 레이놀즈수가 낮기 때문에 무차원 성능곡선 상에서의 완전한 상사성을 볼 수가 없다. 田中 등^(4,5) 역시 팬 레이놀즈수가 성능곡선의 형태에 미치는 영향에 대한 연구에서 팬 레이놀즈수가 $(1\sim 1.5)\times 10^5$ 이상인 영역에서 레이놀즈수의 영향이 거의 없는 무차원 성능곡선이 얻어진다고 결론지었으며 본 연구 결과에서는 낮은 레이놀즈수의 영향을 확인할 수 있었다. 본 연구의 대상이 되는 직교류팬의 경우 일반 가정용 공조기에서 사용되는 대표적인 크기(95mm)와 작동 회전수 영역에서는 낮은 레이놀즈수($Re\sim 35,000$)의 영향으로 일반적인 무차원 특성 곡선을 사용하여 각 팬들의 성능을 비교할 수가 없다. 이를 福富와 田中⁽⁹⁾ 등의 연구결과를 이용하여 설명하면 편심와의 위치가 유량계수의 변화 뿐만 아니라 팬의 회전수 즉 레이놀즈수에 따라서도 변화하기 때문에 유동장 형상의 상사성 자체가 유지되지 못하여 성능의 상사성이 성립되지 않는다고 판단된다. 실험결과 중에서 낮은 유량계수 영역에서 보이는 성능의 심한 변동은 편심와가 스테빌라이저 부근에 안정적으로 고정되지 못하고 팬의 중심부나 스크롤이 시작되는 영역 부근에서 유동장 내부에 존재하기 때문이라고 사료되며,⁽⁹⁾ 일단 직교류팬 시스템의 주된 작동범위에서 배제되기 때문에 추후의 논의에서 제외한다. 또한 상사성이 비교적 양호하게 유지된다고 판단되는 고유량 영역에서는 편심와의 위치가 스테빌라이저 부근의 팬 원주상에 고정되기 때문에 유동장의 형태가 변화하지 않는다고 사료된다. 일반적

으로 상사성 성립의 정확한 판단은 팬의 크기에 의해서도 확인되어야 하나 이를 위한 실험은 팬의 제작에 요구되는 비용이 과다한 이유로 현재까지 수행되지 못하였다.

이상의 결과를 고려하여 각 설계인자의 영향을 파악하기 위하여 본 연구에서는 회전수 1000rpm으로 고정하여 모든 실험을 수행하고 동일한 회전수의 결과를 비교하였다.

3.2 스테빌라이저 형상에 따른 성능비교

직교류팬 시스템의 스테빌라이저는 팬 유동장의 편심와를 일정한 위치에 고정시켜서 안정적인 유동을 구성할 수 있는 기능을 하며 압력의 상승이나 효율 및 소음의 발생 등에 큰 영향을 미치는 설계인자로 알려져 있다. 따라서 에어컨의 에너지효율 향상과 저소음화가 추구되는 최근에는 스테빌라이저의 형상이 성능과 소음특성에 미치는 영향도가 중요시되고 있으며 비교적 복잡한 형상의 스테빌라이저까지 고안되어 적용되고 있다.^(6,7) 그러나 스테빌라이저의 형상은 단순할수록 설계 제작시에 시간을 절약할 수 있기 때문에 본 연구에서는 일단 스테빌라이저의 형상을 최대한 단순화하여 기본적인 형상을 설계하여 성능에 미치는 영향을 조사하였다. 본 연구에서는 Fig. 5에서 보여 주듯이 스테빌라이저의 형상은 평면과 요철형(concave, convex) 및 경사형으로 제작하여 실험을 수행하였다. 스테빌라이저의 두께는 일률적으로 30mm 이고 토출구 밀면은 다른 실험에서와 같이 39°로 고정하였으며 뒷면의 각도는 밀면과 평행하게 설정하여 순수하게 스테빌라이저 형상의 영향만을 파악할 수 있게 하였다. 이때 팬과 스테빌라이저 사이의 간격은 5.5mm($\epsilon/D=0.058$) 정도로 일정하게 유지하였고 스크롤 형상 역시 일반적으로 적용되는 스크롤을 사용하였다.

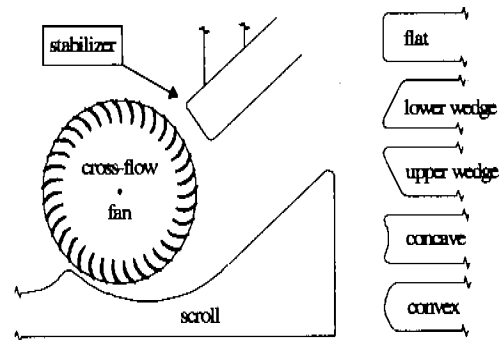


Fig. 5 Various shapes of stabilizers.

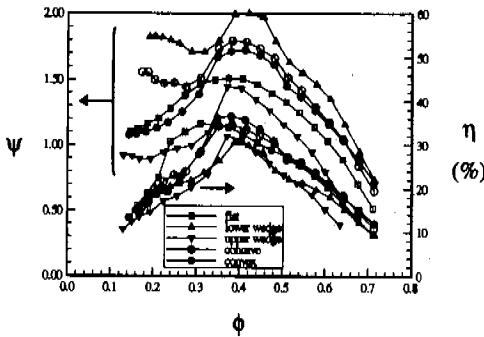


Fig. 6 Performance characteristics with various stabilizer shapes.

Fig. 6의 결과는 스테빌라이저 형상에 따라서 성능이 크게 변화하는 것을 보여 준다. 풍량과 압력의 성능(ϕ - ψ) 곡선상에서는 아래로 경사진 형상의 스테빌라이저가 높은 압력을 얻을 수 있음을 보여 주나 풍량과 효율(ϕ - η) 곡선상으로는 평면의 스테빌라이저와 원형의 스테빌라이저가 전유량 영역에 걸쳐서 높은 효율을 나타낸다. 아래로 경사진 스테빌라이저(lower wedge)의 경우 압력의 상승이 가장 높으나 효율이 상대적으로 낮기 때문에 일반적으로 사용하기는 어렵고 높은 압력을 요구하는 조건에서 제한적으로 사용하는 것이 보편적이다. 그러나 압력과 효율의 두 가지 요구조건을 고려한다면 단면이 원형(convex)이거나 요면(concave)인 형태가 적합하고, 두 형상의 스테빌라이저의 차이는 실질적으로 무시할 수 있음을 알 수 있으나 제작상(사출성형)의 어려움을 고려한다면 원형의 단면이 선호된다. 실제적으로 가정용공조기에서 사용되는 직교류팬 시스템의 스테빌라이저는 대부분이 원형의 형상을 하고 있으며, 본 연구의 모든 실험도 원형의 스테빌라이저를 사용하여 수행하였다.

3.3 스크롤 형상에 따른 성능비교

직교류팬을 시스템에 적용할 때 주어진 조건하에서 직교류팬 시스템의 성능을 향상시키기 위해서는 스크롤의 형상과 스테빌라이저의 형상 또는 위치를 조절하여 주어진 팬에 대한 최적점을 찾는 것이 일반적인 개발과정이 된다. 직교류팬의 판류유동 형태를 고려하면 크게 공기의 흡입영역인 구심팬 영역과 공기의 토출영역인 원심팬 영역으로 구분할 수가 있다. 모든 종류의 원심팬에서와 마찬가지로 직교류팬의 원심팬 영역의 팬 원주상에서 토출된 공기의 흐름을 원활하게 토출구 방향으로 유도하며 운동에너지를 압력에너지로 변환시켜 주는 디퓨저 역할의 스크롤이 필요하다.

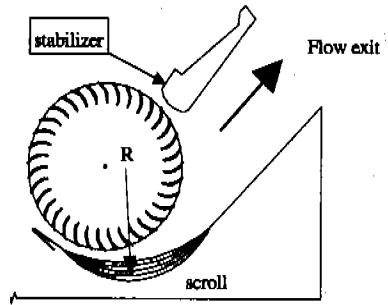


Fig. 7 Various shapes of scrolls.

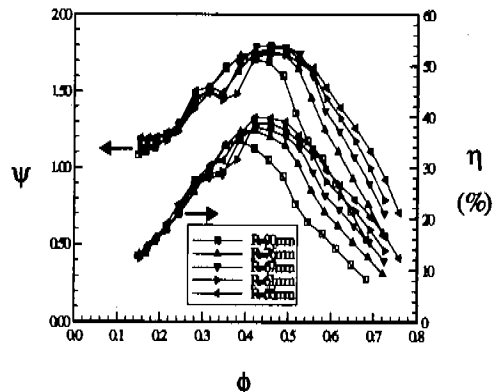


Fig. 8 Performance characteristics with various scroll shapes.

본 연구에서는 에어컨의 내부구조를 구성하는 직교류팬 시스템에서 스크롤 부분과 토출구 부분을 분리해서 고찰하기 위하여 일정한 토출구 형상에 대해서 스크롤 형상의 변화가 갖는 영향을 평가하였다. Fig. 7은 에어컨의 내부구조를 되도록 간략화 한 것으로서 스크롤의 시작부와 공기 토출구의 크기가 일정하게 고정하고 반경이 각각 90, 76, 67, 61, 51mm인 원주의 일부로 구성된 스크롤을 설치하였다. Fig. 8의 결과에서 볼 수 있듯이 스크롤의 시작점에서부터 충분한 공간을 확보하여 팬으로부터 공기가 충분히 유출되도록 하는 구조가 성능과 효율면에서 가장 유리하다. 이는 일반적인 원심에서 사용되는 스크롤의 정성적인 특성에 부합되는 것으로서 토출된 공기의 충분한 확산이 이루어지기 때문이라고 생각된다. 그러나 Fig. 7의 구조에서 보여 주는 것과 같이 케이싱의 곡률반경을 증가 시키는 방법에도 제품의 치수에 따라 한계가 주어진다. 또한 에어컨을 설계하는 방법 중의 하나가 직교류팬의 토출 시작점에서부터 출구의 끝까지를 하나의 스크롤로 구성하는 경우가 있는데 본 연구의 결과로 판단하면 토출구 시작점까지의 영역만을 하나의 스크롤로써 구성하는 것이 타당한 방법이라고 사료된다. 이는 福富 등⁽⁹⁾의 연구결과 분석

석과도 일치하며 스크롤과 토출구의 형상이 직교류팬의 성능에 미치는 영향을 분리해서 평가할 수 있음을 의미한다. 결론적으로 스크롤의 형상은 스크롤의 시작점부터 큰 확산율을 갖는 것이 유리하고, 스크롤이 토출구와 연결되는 부분을 직선으로 구성하였으나 이부분 역시 일정한 곡률을 갖는 확대판(diffuser)으로 설계하는 것이 성능의 향상을 도모할 수 있다고 사료되며⁽⁶⁾ 그 형상에 대한 연구는 향후의 과제이다.

3.4 토출구 형상에 따른 성능비교

직교류팬 시스템의 출구는 동압을 정압의 상승으로 변환하여 주기 위하여 확대단면을 가지고 있다. 본 연구에서는 출구확대율에 의한 영향을 파악하기 위하여 Fig. 9와 같이 일정한 스크롤을 기준으로 하여 스테빌라이저의 위치와 각도를 조절하여 확대율을 변화시킬 수 있도록 실험장치를 구성하여 성능을 측정하였다. 원호형상의 스테빌라이저는 $e/D=0.047$ 가 유지되도록 팬의 회전중심으로부터 일정한 거리(67mm)의 원주상에서 토출구 밀면과 평행한 직선이 팬의 회전중심을 지나도록 평행 이동한 직선을 중심으로 $-9^\circ, 0^\circ$ 와 11° 점에 중심을 설정하였다. 이때 각각의 스테빌라이저 위치는 Fig.10에서와 같이 회전중심을 기준으로 수평면과 $30^\circ, 39^\circ$ 와 50° 를 이룬다. 직교류팬의 토출구 확대율은 유동의 토출 방향을 정확하게 파악할 수가 없어서 정의하기가 어려우나 본 연구에서는 일단 토출구 밀면의 길이를 기준으로 하여 토출구의 시작과 끝에서 스테빌라이저와의 수직거리에 의해서 형성되는 토출 면적의 증가율로 선정하였다. 이때 각각의 경우에 토출구 밀면과 스테빌라이저의 각도는 $9^\circ, 0^\circ$ 와 -7.5° 이며 출구 초기 폭은 45, 55, 67mm 이고 실험을 수행한 확대각의 범위는 각각의 경우에 $-22.0^\circ \sim 8.2^\circ, -11.0^\circ \sim 13.3^\circ$ 및 $-4.6^\circ \sim 12.2^\circ$ 이다.

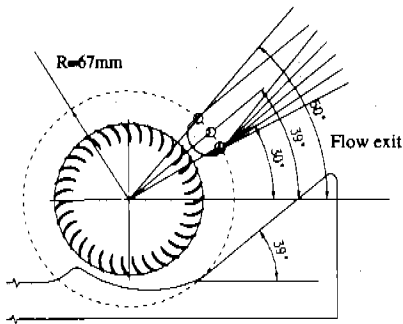
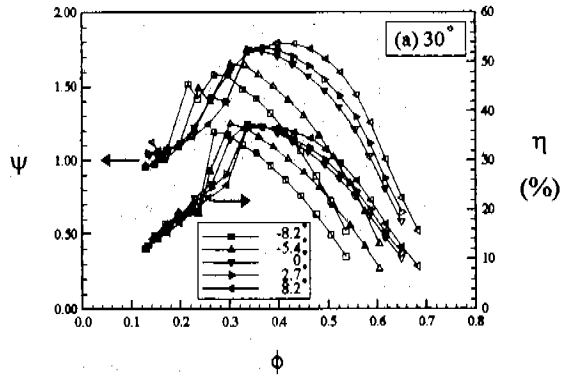
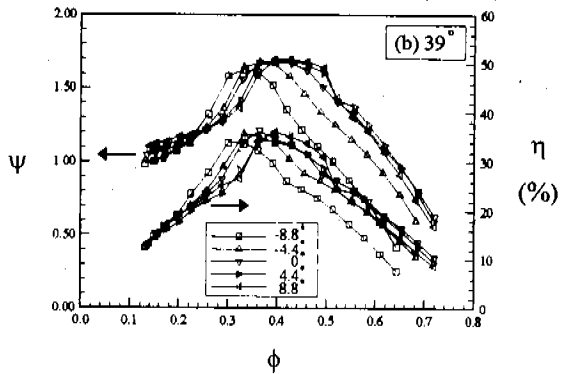


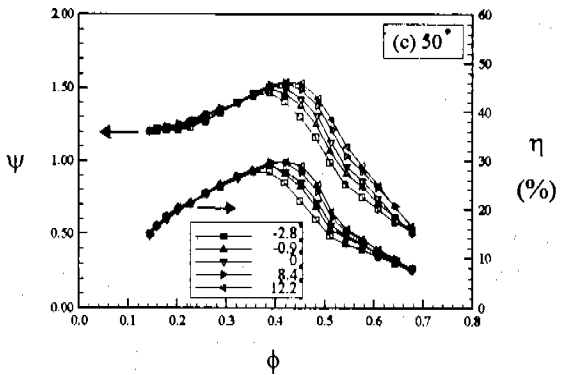
Fig. 9 Various shapes of flow exits.



(a) Flow exit angle, 30°



(b) Flow exit angle, 39°



(c) Flow exit angle, 50°

Fig. 10 Performance characteristics with various flow exits.

Fig. 10은 성능측정의 결과 중에서 구분하기 쉽게 하기 위하여 일부만을 도시하였다.

출구의 초기 폭이 증가함에 따라서 최대 압력점 좌측의 낮은 유량영역에서의 성능특성이 상당히 안정

되는 경향을 볼 수가 있다. 그러나 직교류팬의 토출 부위를 단순히 스크롤의 시작점과 스테빌라이저 밀면의 시작점이라고 가정할 때 본 연구의 세 가지 경우는 토출구의 초기 폭 뿐만 아니라 스테빌라이저의 위치에 따라서 직교류팬의 토출 영역 자체도 각각 147°, 156° 및 168°로 변화하므로 위와 같은 현상의 원인이 토출구의 초기 폭, 직교류팬의 토출영역 또는 스테빌라이저의 위치변화에 의한 것인지는 본 연구의 결과로써는 확인할 수 없었다. 단지 현재까지는 토출구의 초기 폭이 증가함에 따라서 편심와의 위치가 스테빌라이저 부근에 안정적으로 고정된다는 것을 추론할 수 있다. 또한 토출구의 폭이 좁수록 토출구 폭의 확대율에 의한 변화가 적음을 알 수가 있다. 이는 토출구의 초기 폭을 기준으로 하는 상대적인 확대율을 고려하더라도 토출구의 초기 폭이 큰 경우가 성능곡선과 변화가 상당히 작다는 것을 알 수 있으며 스테빌라이저의 밀면이 스크롤과 평행하게 되는 형상을 기준으로 축소형(가속형) 토출구에서는 성능의 저하가 뚜렷하여 압력과 효율이 극히 낮음을 볼 수 있고 이와 반대로 확대형 토출구에서는 성능과

효율이 비교적 높을 뿐만 아니라 확대율의 변화에 따르는 성능의 변화도 감소하여 토출구의 초기 폭을 기준으로 하는 상대적인 확대율이 대략 8°이상이면 성능에 큰 차이가 나타나지 않는다. 이는 토출구가 효율이 높은 디퓨저의 역할을 하기 때문이라고 생각된다. 본 실험의 결과에 의하면 단지 성능곡선상에서 안정된 영역(최대 압력점의 우측 영역)의 압력과 효율을 높이기 위해서는 토출구 초기 폭을 작게 하고 스테빌라이저의 경사각을 크게 하여 원하는 성능을 얻을 수가 있다. 이는 한편으로 직교류팬의 토출 영역을 필요이상으로 넓게 설정할 필요 없이 약 140° 정도로 설계한 후 풍기의 동압을 토출구의 확산역할을 통해 압력으로 변환하는 것이 압력과 효율성능을 동시에 향상시킬 수 있다는 것을 의미한다.

3.5 블럭 분리판 형상에 따른 성능비교

가정용 에어컨의 직교류팬은 전체 길이가 에어컨의 폭과 비슷한 길이를 갖기 때문에 일반적인 생산방법인 사출성형으로써는 팬 전체를 하나의 제품으로 생산하기가 불가능하다. 그러므로 대략 100mm 내외의 블럭을 제작하여 이를 전체길이에 맞게 다수 개를 조합과 용착하여 제작하는 것이 일반적인 방법이다. 이때 각 블럭의 분리판이 형성되는데 이 형상은 원판(disk) 또는 도넛(donut)형상으로 제작된다(Fig. 11). Fig. 12는 각각의 경우에 직교류팬이 갖는 성능특성을 보여 주는데, 후자의 경우가 성능면에서(압력과 효율측면) 상당히 우수한 성능을 갖는 것을 보여 준다. 직교류팬의 CFD 해석은 2차원유동으로 가정하

여 해석하는 것이 일반적이었으나 Fig. 13의 결과에서 알 수 있듯이 직교류팬의 종횡비(aspect ratio)가 작은 경우에는 2차원유동의 가정이 큰 오차(최대 20%)를 유발할 수가 있음을 알 수 있다. 이는 궁극적으로는 직교류팬의 1/2 블럭을 대상으로 하는 3차원영역에 대한 계산을 수행해야 하고 블럭 분리판의 형상을 고려해서 경계조건을 설정해야 하는 것을 의미하므로 직교류팬의 경우에 있어서 공학적으로 의미가 있는 계산결과를 얻기 위해서는 계산량의 증가가 요구된다.

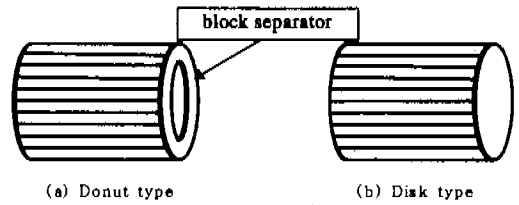


Fig. 11 Shapes of block separators.

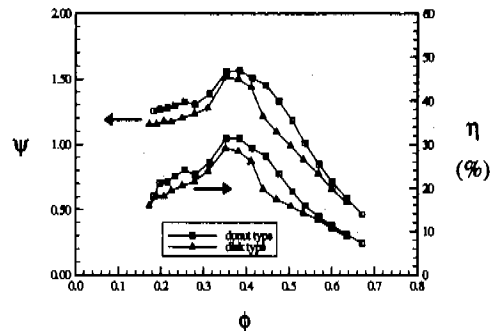


Fig. 12 Performance characteristics with various block separators.

6. 결론

본 연구는 가정용 에어컨에서 널리 사용되는 직교류팬 시스템에 대한 것으로서 앞 절에서 수행한 실험의 결과를 분석하여 다음과 같은 사항을 요약할 수 있다.

- ① 에어컨에 사용되는 직교류팬은 성능측면에서 팬상사법칙은 성립하지 않는다.
- ② 직교류팬 시스템의 스테빌라이저의 형상은 원호형상이 성능과 효율측면에서 가장 적합하다.
- ③ 토출구 면적이 일정한 조건하에서 스크롤의 형상은 팬의 토출 시작점에서부터 확장이 좁수록 유리하다.
- ④ 토출구의 형상은 직교류팬의 토출영역을 작게

구성해야 한다. 이 때 확산각은 출구 면적비를 기준으로 8° 이상이 적합하다.

⑤ 직교류팬 볼력을 연결하여 길이가 긴 직교류팬을 제작할 때 볼력간의 분리판은 도넛형으로 해야 한다.

⑥ 낮은 종횡비(aspect ratio)를 갖는 직교류팬의 2차원 CFD 해석은 성능의 예측에 비교적 큰 오차를 수반할 가능성이 있으며 1/2 볼력을 전체 계산영역으로 선정할 필요가 있다.

이상과 같은 사항을 좀더 정량적으로 분석하기 위하여 직교류팬 내외부유동장에 대한 측정이 필요하며 현재 진행 중에 있다. 또한 위에서 요약한 결론들을 에어컨용 개발할 때 초기의 설계과정에 설계 기준으로 사용할 수가 있다.

참고문헌

- (1) 生井武文, 井上雅弘, 1988, τ -ボ送風機と壓縮機, コロナ社, pp. 297~304.
- (2) 山藤和男, 1975, "貫流羽根車の流れ研究," 日本機械學會論文集(第2部), 41卷, 341號, pp. 189~199.
- (3) Matsuki K., Shinobu Y., Takushima A. and Tanaka S., 1988, "Experimental Study of Internal Flow of a Room Air Conditioner Incorporating a Cross-Flow Fan," ASHRAE TRANSACTIONS, Vol.94, Pt.1, pp. 350~364.
- (4) 田中 周治, 村田, 1992, "橫流送風機の寸法效果に関する研究(第1報: 特性曲線に及ぼす翼根車寸法の影響)," 日本機械學會論文集(B編), 58卷, 550號, pp. 134~141.
- (5) 田中 周治, 村田, 1993, "橫流送風機の寸法效果に関する研究(第2報: 内部流動に及ぼす翼根車寸法の影響および特性表示法の検討)," 日本機械學會論文集(B編), 59卷, 560號, pp. 151~158.
- (6) 深野 徹, 山下 泰, 原 義則, 木下 敬治郎, 野見山 茂治, 1992, "橫流ファンの低騒音化に関する研究(第1報: 舌部及び動翼幾何形状影響)," τ -ボ機械第20卷第8號, pp. 22~28.
- (7) 深野 徹, 山下 泰, 原 義則, 木下 敬治郎, 野見山 茂治, 1993a, "橫流ファンの低騒音化に関する研究(第2報: 舌部及び動翼幾何形状影響)," τ -ボ機械第21卷第6號, pp. 28~35.
- (8) 深野 徹, 山下 泰, 原 義則, 木下 敬治郎, 1993b, "橫流ファンの低騒音化に関する研究(第3報: スクロール形状影響)," τ -ボ機械第21卷第8號, pp. 16~22.
- (9) 福富純一郎, 中額敬之, 伊澤昌一郎, 玉置雅司, 1995, "橫流ファンの性能と内部流に関する研究," 日本機械學會論文集(B編), 61卷, 590號, pp. 301~307.
- (10) 新井隆景, 杉山弘, Sueharto, 小林洋一郎, 1995, "クロスフローファン内部流の可視化とLDV測定," 日本機械學會論文集(B編), 61卷, 583號, pp. 967~973.
- (11) 서상호, 이내영, 이진하, 진심원 및 임금식, 1995, "몸에어콘 소음저감을 위한 stabilizer에 관한 연구," 韓國騒音振動工學會 1995年度秋季學術大會論文集, pp. 136~141.
- (12) 진심원, 이진하, 서상호, 이내영 및 임금식, 1995, "에어콘용 橫流팬의 高風量化에 대한 實驗的 研究," 空氣調和 冷凍工學會 1995年度秋季學術大會論文集, pp. 234~241.