

씨로코팬의 유동특성에 관한 연구

이 덕 구*, 김 건 일*, 정 한 별*, 설 재 림*이 행 남**, 박 길 문**

A Study on the Flow Characteristics of Sirocco fan

Duck-Gu Lee*, Geon-Il Kim*, Han-Byul Jung*, Jael-Lim Sul*,

Heang-Nam Lee**, Gil-Moon Park**

* 조선대학교 대학원 기계공학과

** 조선대학교 기계공학과

Abstract : The sirocco fan is used to get low noise, and it has been applied to a lot of industry field like the heat engine, the fluid instrument power plant, the food industry, environment industry etc... because there are not any problem even it is mixed with a any kind of liquid, gas, and solid. The flow characteristics in sirocco fan are investigated by PIV. The experiment using PIV measurement for Test section's flow characteristics acquired velocity distribution, .Condition : when sirocco fan in automobile air controller maximum 1450RPM, and a revolution is a variation (1)950RPM, (2)1100RPM, (3)1250RPM. The agreement a experiment shows the validity of this study and the results of this study would be useful to the engineers who design for the flow systems for heating, ventilation and air conditioning.

Key words: Sirocco fan(횡류팬), Automobile Air-Controller(자동차용 공조기), PIV(Particle Image Velocimetry), Mean Velocity Vector(평균속도벡터), Mean Re-Stress(평균레이놀즈 응력)

1. 서 론

많은 사람들이 모여있는 고층건물에서의 생활이 늘어나면서 쾌적한 실내 환경에서 생활하려는 욕구가 증대하고 있다. 쾌적한 실내 환경의 조건에서 가장 중요한 부분을 차지하는 것이 공기조화인데, 실내의 냉방 및 난방을 위한 실내공기의 환기는 필수적이다. 또, 실내의 여러 요인에 의해 오염된 공기를 환기도 필요도 생기게 된다. 실내공기를 환기시키기 위해 일반적으로 공기조화용 송풍기가 사용되는데, 근래 들어 실내 공기조화 시스템의 주요부분으로서의 송풍기의 고성능화, 고효율화 및 저소음화가 많이 요구된다. 특히 유체기계는 소음구조는 내부 유동상태와 밀접한 관계를 가지고 있기 때문에 송풍기의 내부 유동상태도 매우 중요한 관심사가 된다. 시로코팬(Sirocco Fan)은 다른 송풍기에 비해 넓은 유량범위와 고른 성능을 가지고, 소음이 적어 공기조화용이나 공장용 송풍기로 널리 쓰이는 송풍기의 한 형태이다. 시로코팬은 1864년 영국의 Sam Davidson에 의해 발명된 이래로, 명칭은 1974년

Eck가 그의 저서에서 사용했으며, 유럽이나 북미 지역에서는 Squirrel-cage fan, 또는 Drum-rotor fan, FC(Forward-Curved) centrifugal fan 등으로 불리고 있다. 시로코팬은 건물의 공기조화용, 산업용 blower 등 대용량의 용도로 쓰이고 있는가 하면, 에어컨(air-conditioner), 온풍기, 모발건조기(hair-dryer), 자동차 실내용 송풍기등 비교적 소용량의 용도까지 광범위하게 일상생활에 쓰이고 있다. 이러한 유동의 거동에 관한 실험으로서 최근 PIV는 정밀한 가시광 레이저와 광학장치 사용으로 전체유동장의 속도분포, 난류강도, 운동에너지, 와류 등을 재현할 수 있으며 입력 장치를 통한 실험부의 연속적인 해석이 언제라도 가능하며 보다 정확한 시로코팬 유동특성을 규명할 수 있다. 본 연구는 PIV를 이용한 유동 가시화 실험으로 정상, 압축성 유동에서의 속도 벡터 분포를 가시화시킴으로 시로코팬의 회전수변화에 따른 속도분포의 유동패턴과 Re-stress를 분석하고자 한다.

2. 실 험

2.1 실험장치

Fig 1과 Phot 1은 본 실험의 개략도와 자동차용 실내 공기조화기(automobile air-controller) 및 PIV 시스템을 보여주고 있다.

본 실험을 위해서 만들어진 밀폐된 사각덕트 안의 자동차용 실내 공기조화기 내부 씨로코팬의 유동특성을 위해서 두께1cm 투명 아크릴로 밀폐된 사각덕트(120cm×51cm×51cm)제작하였으며, 자동차용 실내 공조기는 씨로코팬의 가시화적인 유동특성을 분석하기위해서 두께0.5cm 투명아크릴로 제작하였다. 공기조화기의 씨로코팬의 흡입현상에 따른 발달된 유동특성을 분석하기 위해서 밀폐된 사각덕트의 크기를 또한 고려해서 만들었다.

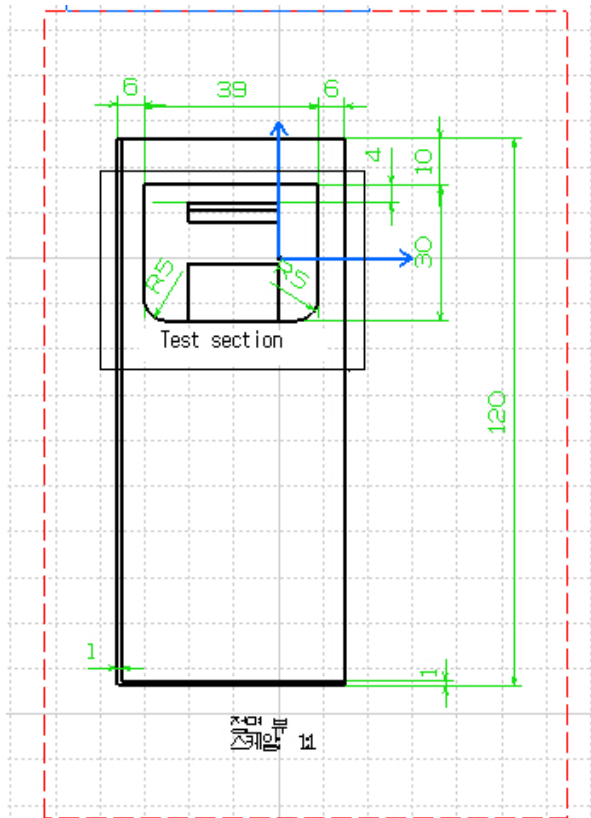
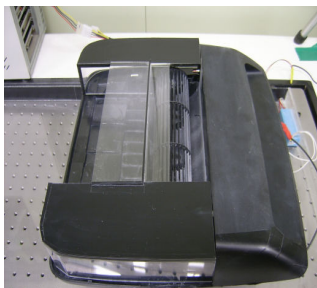
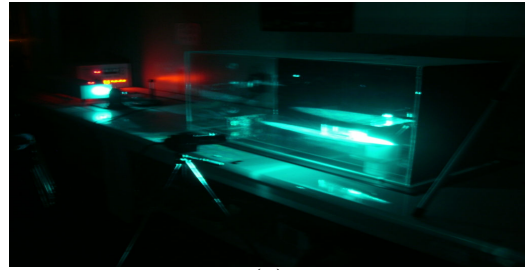


Fig 1. Experiment apparatus and test section



(a)



(b)

Photo 1. automobile air-controller and experiment apparatus by PIV

2.2 PIV 계측



Fig 2. Schematic Arrangement of PIV System

실험 온도는 20℃에서 $\pm 1^\circ\text{C}$ 의 온도차를 유지시켰고, 작동 유체는 공기를 이용하였으며 구동판로에 송풍기를 이용하여 유동시켰다. 가시화 입자는 작동유체의 유동장에 영향을 끼치지 않으면서 Test section에 충분한 입자분포를 형성시키기 위해 초음파형 가습기를 이용하여 입자를 생성, 주입시켰다. CCD 카메라에 실제로 측정된 시험부의 Test section은 430mm × 495 mm 으로 잡았으며, 고속 유동의 유동영상을 획득하기 위하여 AOM(Acoustic Optical Modulator)에 의하여 단속된 조명으로 촬영한 영상은 CCD카메라의 홀수 필드와 짝수필드에 각각 입력된다. 본 실험의 가시화를 위해 사용된 장비는 Table 1과 같으며 고속도계측을 위해 조명과 카메라의 동기화를 시켰으며 AOM을 이용하여 적절한 시간간격을 설정하였다. 자동차용 공기조화기의 일정한 작동유체의 유동을 유지시키기 위해 220V 정전압 트랜스를 이용하여 씨로코팬의 RPM을 조절하였다.

실험조건은 자동차용 공조기의 씨로코팬 회전수를(950RPM, 1100RPM, 1250RPM) 변화시켜 가면서, Test section 영상을 취득 하였다. 저장된 영상은 영상처리장치(DT3152)로부터 아날로그신호를 2차원의 디지털영상정보로 바꾼 후, 각종 전처리 과정은 전용 소프트웨어 CACTUS2000을 이용하였다. 이 과정으로 잡음제거, 회전보정, 배경제거를 실행한 후, 계조치 상호상관법을 이용한 탐색반경(SAR), 상관영역(CAS)을 적절히 선택하여 속도벡터의 신뢰도를 향상시켰으며, 이 때의 탐색영역의 반경은 9~12픽셀로 설정하였다. 또한 시간평균 속도벡터를 얻기위해 45장의 영상을 순차적으로 처리한 후 산술평균 하였다.

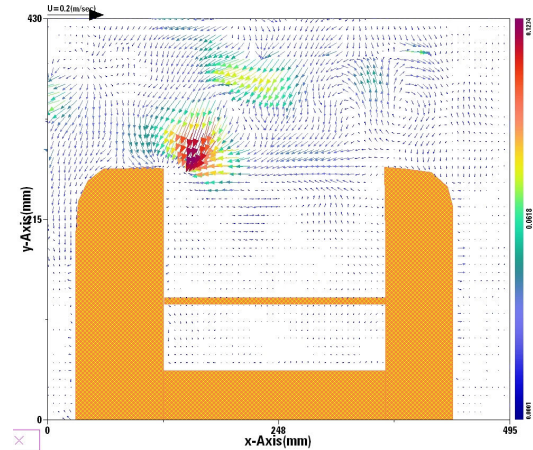
Table 1 Schematics of PIV system

	Item	Specification
PIV System Equipments	Sirocco Fan	Max : 1450RPM, 횡길이 : 240mm 직경 : 70mm
	Probe	KANOMAX LLS Probe
	Laser	LEXEL Argon-Ion Laser (최대 7W)
	CAME-RA	Kodak(ES 1.0) 1008 H x 1018 V (1,026,144)
	Image Grabber	DT-3152 (DATA Translation) - 256 Grey Level
	Computer	Pentium IV PC (CPU 2.54 GHz RAM 1G)
	Software	CACTUS'2000 (Cross-Correlation Algorithm)

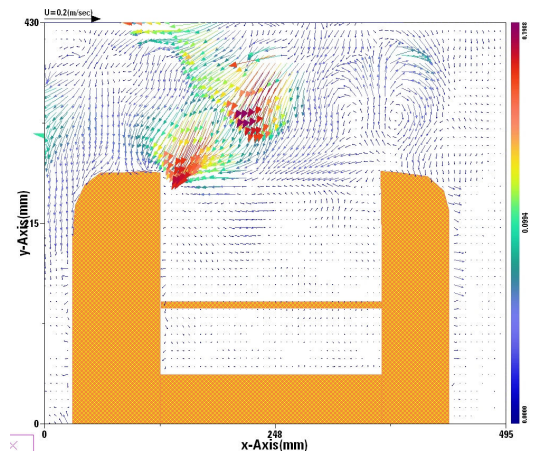
4. 결과 및 고찰

Fig. 3에서는 자동차용 공조기의 씨로코팬의 회전수를 3가지로 변화를 주었을 때 평균속도벡터의 유동현상을 보여주고 있다. 회전수가 증가할수록 씨로코팬의 구동모터가 있는 쪽으로 유동이 편중되는 것을 알 수 있다. 이것은 구동모터가 회전하면서 발생하는 원심력보다는 구동모터의 출력에 따른 씨로코팬의 구동모터의 횡축쪽에서 거리가 멀어질수록 출력 저하로 인한 현상으로 사료된다. 또한 회전수가 증가할수록 자동차용 공기

조하기외부에 와도의 분포가 뚜렷하게 발생되어지며, 공기조화기 옆 벽면 쪽으로도 와도가 크게 발생되어진다. 이것은 공조기의입구 쪽으로 갈수록 공조기의 외부단면과 밀폐된 사각단면의 벽면의 크기가 감소함에 따라 오리피스와 같은 형태 구조에 따른 압력차에 의해서 나타나는 현상이라고 사료되며, 또한 작업유체의 순환으로 인해서 공기 입자와 입자들의 충돌로 인해서 발생된다고 사료된다. 공기조화기 내부의 백터분포가 뚜렷하게 발생되지 않은 이유는 LLS PROBE에서 나오는 레이저 빛이 처음 밀폐된 사각덕트 아크릴과 공기조화기 벽면의 아크릴등에 의해서 레이저빛의 굴절등과 같은 원인으로 빛의 효율이 떨어짐으로 발생하는 현상이다.



(a) 950RPM



(b) 1100RPM

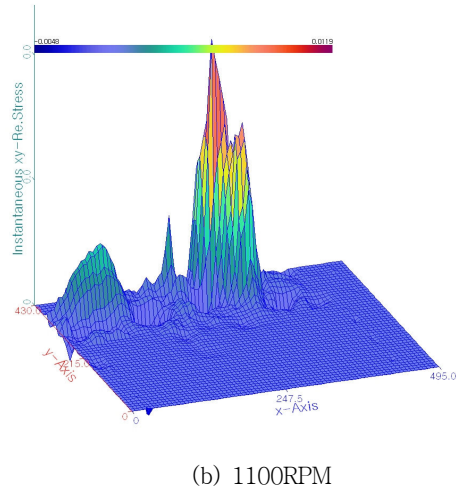
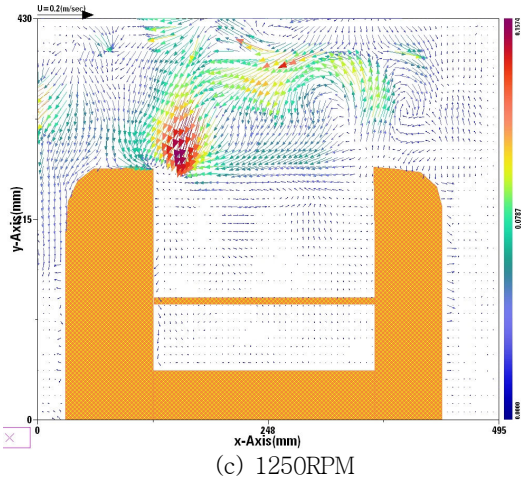


Fig 3 Mean velocity distributions by PIV

Fig. 4은 순간 xy-Re. stress응력을 보여주고 있다. 응력분포도 회전수가 증가할수록 구동모터가 있는 쪽으로 응력이 편중되는 것을 알 수 있다. 이것은 속도벡터와 마찬가지로 구동모터가 회전하면서 발생하는 원심력보다는 구동모터의 출력에 따른 씨로코팬의 구동모터의 횡축쪽에서 거리가 멀어질수록 출력 저하로 인한 현상으로 사료된다. 하지만 속도벡터와 달리 회전수가 1250에서는 구동모터의 횡축쪽에서 거리가 먼 곳에서 최대응력 분포가 발생되었는데, 이것은 구동모터쪽의 최대 속도벡터가 발생함에 따라 상대적으로 구동모터의 횡류쪽에서 거리가 먼 곳에서 원심력에 의한 큰 와도가 분포하여 나타나는 현상이라고 사료된다. 구동모터쪽 벽면에서 오리피스와 같은 형태 구조에 따른 압력차에 의해서 나타나는 현상이라고 사료된다.

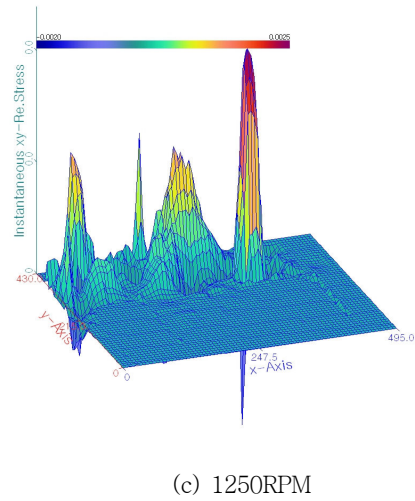


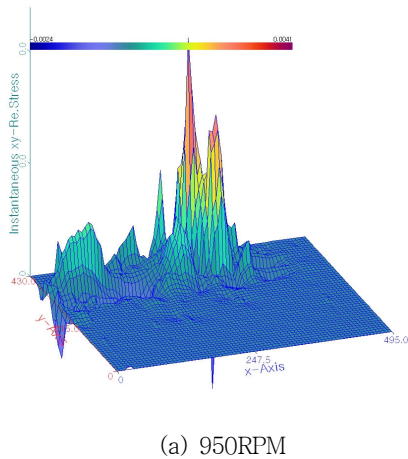
Fig. 4 XY-Re. Stress distributions

5. 결 론

본 연구는 PIV를 이용한 유동 가시화 실험으로 정상, 압축성 유동에서의 속도 벡터 분포를 가시화시킴으로써 씨로코팬의 회전수변화에(950RPM, 1100RPM, 1250RPM) 따른 속도분포의 유동패턴과 Re-stress를 분석하고자한다.

[1] 회전수가 증가할수록 씨로코팬의 구동모터가 있는 쪽으로 유동이 편중되는 것을 알 수 있으며, 회전수가 증가할수록 자동차용 공기조화기의 부에 와도의 분포가 뚜렷하게 발생되어진다.

[2] 구동모터쪽의 최대 속도벡터가 발생함에 따라 상대적으로 구동모터의 횡류쪽에서 거리가 먼 곳에서 원심력에 의한 큰 와도에 의해서 큰 응력



‘02년도 한국박용기관학회 춘계학술대회 논문집(여기는 학회에서 편집함)

분포가 발생되며, 구동모터쪽 벽면에서 오리피스와 같은 형태 구조에 따른 압력차에 의해서 비교적 응력이 발생된다.

참 고 문 헌

- 1) Ph.D Thesis. Chosun. Univ.: Koh.Y.H, "A Study on Turbulent Characteristics of Developing Turbulent Steady and Unsteady Flows in the Entrance Region of a Square Duct", 1992
- 2) Fluegel, G., March/April, Berechnung von strahlapparanten, VDI Forschungsheft 395 Ausgabe B Band 10
- 3) Sun, D.W, and Eames, I.E.,Recent developemets in the design the-ories and applications of Ejectors-a review, Journal of the Institute of Energy, Vol. 68, June, pp. 665~676, 1995.
- 4) Witte, J.H., Efficiency and design of liquid-gas ejector, British-chemical Engineering, Vol. 10, No. 9 pp. 602~607, 1965
- 5) Biswas, M.N, and Mitra, A.K., Momentum Transfer in Horizontal Engineering multi-jet liquid-gas ejector, The Canadian Journal of Chemical Engineering, Vol. 59, pp. 634-637, 1989.
- 6) 오석영, 송길섭, “혼합탱크 내의 임펠라 형태에 따른 유동 특성에 관한 수치해석”, 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 454 ~ 459, 2001
- 7) 이행남, 이덕구, 박지만, “흡입관이 부착된 이젝터의 효과에 관한연구” 한국박용기관학회 춘계학술대회 논문집, pp. 107 ~ 112, 2003