

## 고효율 룸 에어컨 설계를 위한 유동 분포 측정에 관한 연구

이 수 홍<sup>†</sup>, 라 선 옥<sup>\*\*</sup>, 강 근<sup>\*\*</sup>, 고 한 서<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>성균관대학교 기계공학과 대학원, <sup>\*\*</sup>삼성전자 DM 연구소, <sup>\*</sup>성균관대학교 기계공학부

### Study on Measurement of Flow Distribution for Design of Room Air Conditioner with High-Efficiency

Soo-Hong Lee<sup>†</sup>, Seon-Uk Na<sup>\*\*</sup>, Geun Kang<sup>\*\*</sup>, and Han Seo Ko<sup>\*</sup>

<sup>†</sup>Graduate School, Department of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Gyeonggi-do, 440-746, Korea.

<sup>\*\*</sup>Samsung Electronics Co., LTD, Suwon, Gyeonggi-do, 443-742, Korea.

<sup>\*</sup>School of Mechanical Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Gyeonggi-do, 440-746, Korea.

**ABSTRACT:** Test models which have geometrical similarities with a real room air conditioner (RAC) have been manufactured including visualization windows so that a laser beam can pass through a cross flow fan. Then, flow distributions of the RAC have been investigated using a visualization technique such as a Particle Image Velocimetry (PIV) to analyze an efficiency and noise of the RAC. Pitot tubes have also been used to measure the flow velocity inside the RAC with various positions to confirm the measurement accuracy of the PIV technique. The measured flow velocities have been analyzed and new designs of the RAC have been proposed to improve the efficiency and to reduce the noise for the RAC in this study.

**Key words:** Particle Image Velocimetry(입자영상유속계), Room Air Conditioner(룸에어컨), Pitot Tube(피토포), Flow Distribution(유동분포)

#### 1. 서 론

현대사회에서 실내 생활의 쾌적한 환경을 조성하기 위하여 에어컨은 필수 불가결한 요소로 자리잡았으며, 특히 룸 에어컨(RAC: Room Air Conditioner)의 보급으로 인하여 단순한 온도 조절 뿐 아니라 온도, 습도 및 토출 기류를 종합적으로 제어할 수 있게 되었다. 따라서, 쾌적 영역을 증대시켜 소비자의 욕구를 충족시킬 수 있는 보다

고효율의 에어컨에 대한 개발 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

RAC의 구조는 Fig. 1과 같이 횡류팬과 공기의 토출을 형성하는 리어가이더, 횡류팬으로 인해 발생하는 편심와(Vortex)의 안정을 위한 스테빌라이저, 그리고 열교환기로 이루어져 있으며 팬이 회전함에 따라 상방에서 유동이 흡입된 후 열교환기를 통과하여 토출구로 배출된다. 이러한 구조는 서로 상호 연관되어 있기 때문에 RAC의 전체 성능에 영향을 미치게 되므로 이와 관련된 연구는 활발히 진행되었다.

이미 일본에서는 많은 연구들이 진행되었고, 국내에서는 김동원[1] 등이 스테빌라이저 및 리어가이더 형상 변화에 따른 횡류팬의 성능 특성을 유

<sup>†</sup>Corresponding author

Tel.: +82-31-290-7475; fax: +82-31-290-7676

E-mail address: [lsh3229@skku.edu](mailto:lsh3229@skku.edu)

량 측정 및 수치해석을 통하여 분석하였으며, 서상호[2] 등은 스테빌라이저의 형상 변화를 통하여 소음 저감을 위한 방법을 연구하였다. 하지만, 성능의 개선을 위해서는 성능과 직결되는 횡류팬, 스테빌라이저, 리어가이더 간의 상호 영향에 대한 연구가 수행되어야 한다.

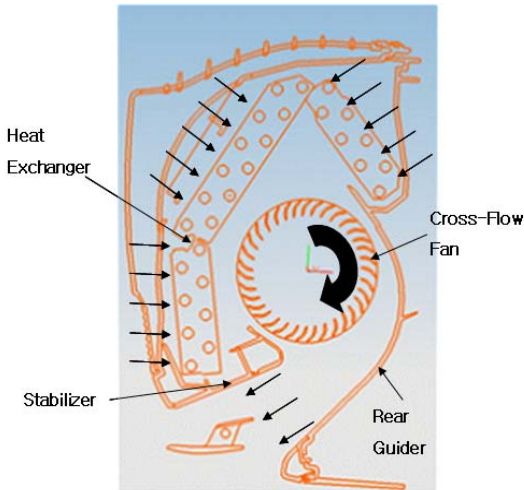


Fig. 1 Schematic of indoor unit of RAC

본 연구에서는 RAC의 흡입 및 토출 유동을 PIV(Particle Image Velocimetry)라는 가시화기법과 Pitot Tube를 이용하여 측정하고 유동 분포를 분석하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 시험 모델

가시화 실험을 위하여 제작된 RAC모델에는 실제 가정용으로 사용되는 모델의 실치수를 적용한 3단 증발기와 5단으로 구성된 횡류팬을 장착하였고, 내부 유동 가시화를 위하여 레이저 투과가 가능하도록 투명아크릴을 횡류팬 축방향으로 스테빌라이저와 리어가이더 부분에 설치하였다. 또한, 레이저의 난반사를 최대한 줄이기 위하여 무광 흑색의 페인트를 도포하였다.

### 2.2 실험 방법

Fig. 2는 본 연구에 사용된 PIV system을 나타낸다. 광원으로는 Laser sheet의 두께가 2mm인 50mJ

Nd:YAG 레이저(532nm)를 사용하였고, 영상획득을 위해 CCD 카메라 (Kodak, 2X2) 한 대를 사용하였으며 1초에 15장의 영상을 획득하였다. Synchronizer를 사용하여 실험장치 및 CCD카메라와 레이저를 동기화시켰다. Seeding 입자로는 Olive oil 을 사용하였으며 INSIGHT 3G 프로그램을 이용하여 획득한 이미지로부터 Two frame cross-correlation 기법에 의해 속도벡터를 계산하였다.

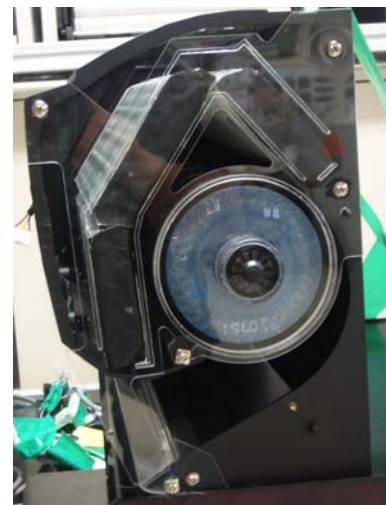


Fig. 2 Test model of RAC

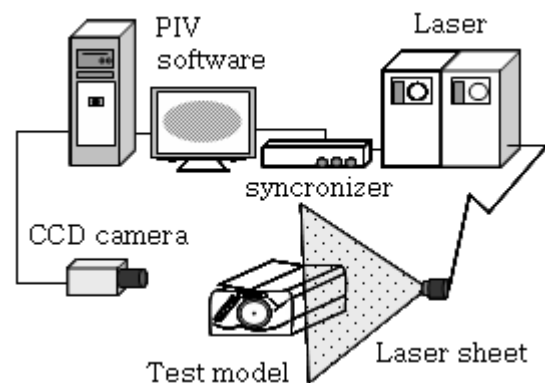


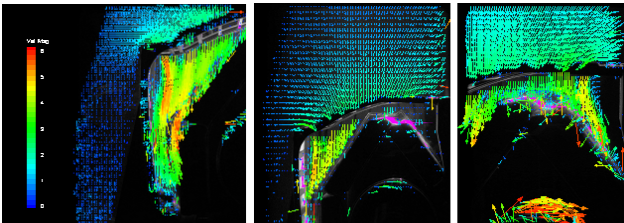
Fig. 3 Schematic diagram of PIV system

Pitot Tube 는 토출 유동과 수직인 방향으로 설치하였으며 토출구의 세로 방향으로 각각의 측정 위치를 설정한 다음, 측정용 Manometer를 Computer 와 연결하여 압력과 속도 데이터를 수집하는 방법으로 실험을 진행하였다.

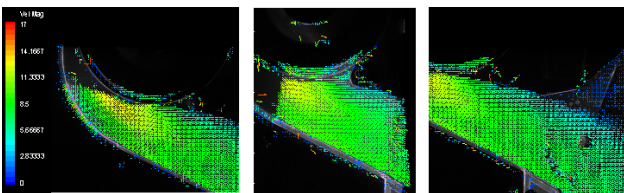
### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 PIV 실험 결과

흡입 영역에서의 유동 분포를 전면, 중간, 그리고 후면으로 나누어 확인하였다. 흡입 유속이 가장 높은 부분은 전면의 흡입 유동으로 PIV 실험을 통해서 약 5.5 m/s로 측정되었고, 후면에서의 유속은 약 4.5 m/s로 확인되었다 (Fig. 4). 따라서 유동이 열교환기를 통과하여 횡류팬으로 유입되는 가장 최단거리에서 유속이 증가한다고 판단된다.



(a) Front (b) Middle (c) Rear  
Fig. 4 Flow distribution of inlet



(a) Rear guider (b) Fan (c) Outlet  
Fig. 5 Flow distribution of outlet

토출 영역에서의 유동 분포는 리어가이더, 팬의 주위, 그리고 토출구로 나누어 분석하였다. 토출시의 최고 유속은 약 14 m/s이고, 평균 유속은 약 8.5 m/s로 측정되었다. 팬과 스테빌라이저가 시작되는 부분부터 토출구까지는 유속이 점점 감소하는 경향을 보여주고 있다.

PIV 실험에 의한 보다 세밀화된 가시화 실험 결과를 Fig. 6에서 보여주고 있다. 스테빌라이저에서 확인된 유동 분포로부터 유속이 0이 되는 포인트인 정체점(Stagnation Point)이 생겼음을 알 수 있다. 정체점은 유동의 운동에너지가 벽을 만나 다른 에너지 형태로 전환된 것이라고 판단되며, 유동 소음의 원인이라고 예상된다.

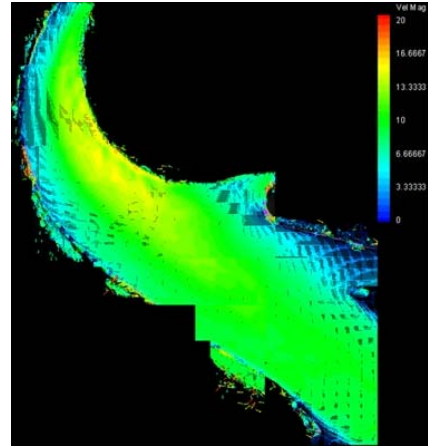


Fig. 6 Expanded view of flow distribution around outlet

#### 3.2 Pitot Tube 실험 결과

비접촉식의 PIV 실험과 다른 접촉식 실험인 Pitot Tube 실험을 통하여 측정의 정확도를 검증하였다. Pitot Tube를 이용하여 토출구와 토출구에서 100mm 떨어진 곳의 유속을 측정하였고, Pitot Tube 실험 위치와 동일한 곳에서 측정된 PIV 실험 결과를 비교하였다.

스테빌라이저의 정체점으로부터 토출구까지 유속이 감소하는 구간이 발생하여 토출구 상단으로부터 약 20mm까지 감소 구간이 있음을 Fig. 7의 두 그래프로부터 확인하였다. 또한 각 위치에서의 유속과 유동 패턴이 거의 일치하는 결과를 확인하였으며, 유속의 상대 비교 결과 오차는 약 3% 정도로 계산되었다.

위의 결과를 토대로 RAC의 좌, 우 측면을 측정하였는데 토출 유동을 비교하기 위하여 토출 블레이드는 제거하고 측정하였다. Fig. 8의 결과에서 좌, 우측의 유속 분포가 다르다는 것을 확인할 수 있다. 최고 유속은 우측면에서 관찰되었고, 평균 유속은 좌측면이 가장 낮은 것을 볼 수 있다. 유동 분포가 좌, 우 그리고 가운데에서 비슷한 분포로 나타나지 않고 각기 다른 분포를 보인다는 것은 측방향으로의 토출 유동 패턴이 다르기 때문인 것으로 판단된다. 또한 횡류팬의 Rib(횡류팬의 단과 단을 연결해주는 고리)에서 유속이 달라지는 현상이 발생할 수 있고, 횡류팬의 영향만을 받는 가운데와는 달리 좌, 우측면은 각 끝단에서도 내부 형상의 차이에 따라 유동 분포가 달라질 수

있다고 예상된다.

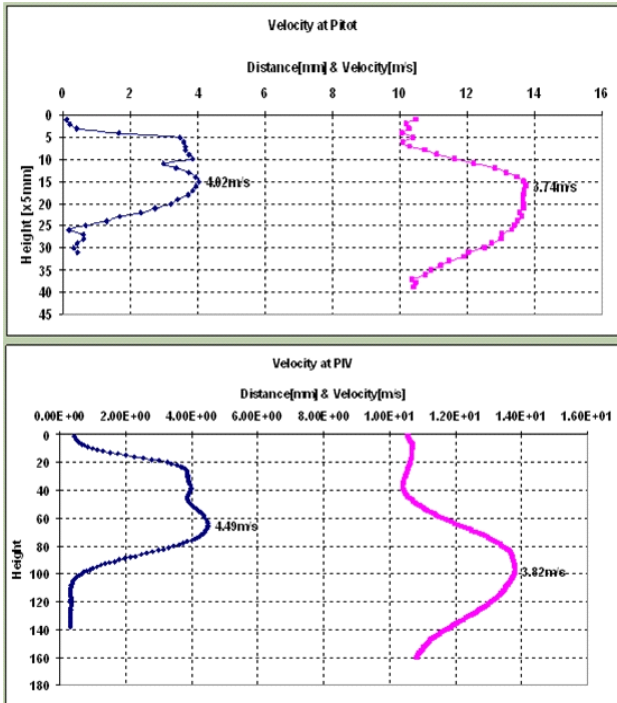


Fig. 7 Comparison of flow distribution between Pitot Tube (up) and PIV (down)

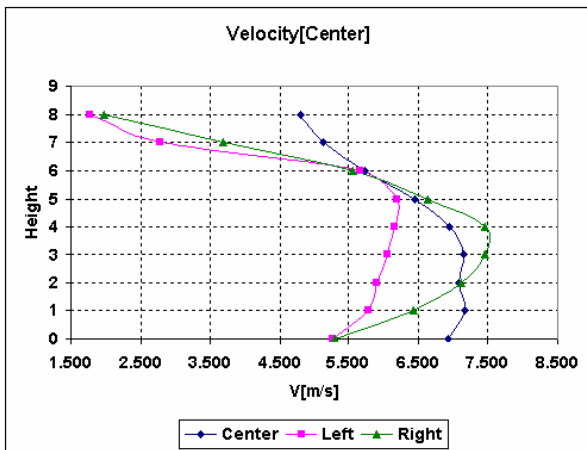


Fig. 8 Flow distribution of center, left and right parts for outlet

#### 4. 결론

실제 RAC모델과 기하학적으로 상사한 모델을

제작하고 PIV 실험 기법을 이용하여 RAC 내부 유동 패턴을 확인하였으며 리어가이더에서 저속구간이 형성되는 지점과 정체점(Stagnation Point)을 관찰하였다. 또한 Pitot Tube 실험을 수행하여 토출구의 유속을 측정하였으며, PIV 실험 결과와 동일한 위치에서 상대적 검증을 하였다.

Pitot Tube 실험에 의한 RAC의 가운데와 좌, 우 측면의 유속 측정을 통하여 각 부분의 토출구 유속 분포에 차이가 있다는 것을 확인하였으며, 본 연구를 통해 얻어진 실험 결과는 고효율 RAC의 설계 및 개발을 위한 기초 자료로 사용될 수 있다고 판단된다.

#### 후 기

본 연구는 2007년도 미래가전연구센터 (SFA RC) 연구기금 (과제 번호 : 2007-0269-000)으로 수행되었으며 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참고 문헌

1. Kim, D. W., Lee, J. H., Park, S. K., Oh, S. K. and Kim, Y. J., 2003, A Study on the flow field and performance of a cross-flow fan with various setting angles and gaps of a stabilizer, KSME, pp. 76-79.
2. Park, D. S., Park, Maeng, J. S. and Lee, S. H., 1995, Experimental study for stabilizer design of cross-flow fan, SAREK, pp. 238-246.
3. Cho, S. K., Cho, Y., Moon, Y. J., Kwak J. H., Ra, J. R. and Kim, J. W., 2002, Computational investigations of the performance and noise characteristics of a cross flow fan and the optimization, KSME, pp. 1544-1549.
4. Eck, B., 1973, Fans, Pergamon Press, New York.
5. Lee, A. M., Han, K. I., Kim, D. W., Na, S. U., Joo, J. and Ko H. S., 2006, Analysis of flow distribution around room air conditioner using PIV technique, The Korean Society of Visualization, pp. 131-134.