

## 관류형팬의 설계변수 특성에 관한 연구

박진욱\* · 허종철\*\* · 이철형\*\*\* · 박완순\*\*\*

### A Study on Characteristics of Design Parameters for In-line Duct Fan

J. W. Park\*, J. C. Huh\*\*, C. H. Lee\*\*\*, W. S. Park\*\*\*

**Key Words** : Design parameter(설계변수)/Guide vane(안내깃)/In-line duct fan(관류형팬)/Performance(성능)/Sweep back angle(뒤제침각)

#### ABSTRACT

The Performance of in-line duct fan depends on the design parameters of impeller and guide vane. such as sweep back angle of impeller, the number of blades, outlet blade angle, guide vane angle etc. In this experimental study total four kinds of impellers having different sweep back angles, 90°, 72.5°, 55°, 37.5° with 8 guide vanes, different the number of blades, 6ea, 8ea, 10ea, 12ea, different kinds of outlet blade angles, 30°, 45°, 60° and different kinds of guide vane angles, 15°, 30°, 45° were selected and their performance measured to investigate the effects of them. The results were non-dimensionalized to compare their performance.

#### 1. 서론

관류형팬은 기계실, 전기실, 발전기실, 주차장 급·배기용 등으로 널리 사용되는 등, 우리 생활과도 밀접한 관계가 있을 뿐 아니라 전 산업체 걸쳐 사용용도가 매우 광범위한 대표적인 유체기계의 하나이다.

산업체에서 주로 많이 사용되어지고 있는 원심형팬이나 시로코팬의 경우 설치공간이 커서 공간활용상의 비효율성이 크고, 경우에 따라 과도한 유로의 굴곡으로 인해 효율이 저하되는 문제가 있는데 반해 관류형팬은 소형경량이면서도 효율이 높고 지상공간을 이용할 수 있기 때문에 건축공간중에서 공조장비가 차지하

는 바닥면적을 줄임으로 인하여 공간 활용도를 높일 수 있다.<sup>(1)</sup>

이러한 관류형팬의 성능은 임펠러 내부에서의 마찰이나 유동박리 등에 의한 압력손실에 기인하며 이러한 손실은 임펠러주판의 뒤제침각, 깃수, 출구깃각, 안내깃각 등에 의하여 영향을 받는 것으로 알려져 있다.

본 연구에서는 관류형팬의 성능에 영향을 주는 설계변수의 특성을 분석하기 위하여 관류형팬 임펠러주판의 뒤제침각 변화, 깃수의 변화, 출구깃각의 변화 그리고 안내깃각 등을 변화시켜 성능특성변화를 고찰하였다.

#### 2. 실험장치 및 방법

##### 2.1 실험장치

\* 제주대학교 대학원, 한국에너지기술연구원

\*\* 제주대학교 기계공학과

\*\*\* 한국에너지기술연구원

책임저자 E-mail : triumphjw@hanmail.net

본 연구에서는 한국공업규격 KSB 6311에서 규정한 바와 같은 관류형팬 사용시 토출판과 흡입판 양쪽을 갖지 않는 경우로 제한하여 실험을 수행하였다.

Fig. 1은 한국공업규격 KSB 6311에 규정된 시험장치의 규격을 준수한 관류형팬 시험설비의 개략도를 나타낸 것이고, Fig. 2는 제작한 관류형팬의 성능시험장치의 외형을 나타낸 그림이다. 시험장치의 각부의 크기는 KSB 6311에 규정된 값들을 정확히 유지하였다.

본 실험에서는 공기량을 측정하기 위하여 KSB 6311에 규정된 공기량 측정방법 중 오리피스판을 이용하는 방법을 채택하였고 전 효율의 평가를 위해서는 시스템 전체에서 소비되는 에너지(W)를 측정하였다. 소비전력량은 3상 220V용 소비전력 측정기는 BMI사에서 제작된 3030A Power Profiler<sup>TM</sup>을 사용하였다. 그리고 팬에 흡입되는 공기의 상태, 즉 공기의 비중량을 결정하기 위한 대기압 및 온도의 측정을 위하여 수은기압계와 수은봉입 온도계를 사용하였다.

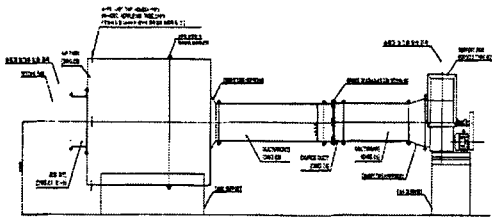


Fig. 1 In-line duct fan test facility schematics.



Fig. 2 Performance test rig of in-line duct fan.

관류형팬의 성능을 측정하기 위해서 규정전압 또는 정압보다 낮은 압력을 나타내는 공기량까지 측정하기 위해서 시험관로 끝에 장착되어 있는 드로틀의 개폐정도를 조절하여 공기량을 변화시켰다.

## 2.2 실험모형

관류형팬 임펠러주판의 뒤제침각( $\alpha$ ), 깃수(Zb) 그리고 출구깃각( $\beta_2$ ) 그리고 안내깃각( $\theta_g$ )의 변화가 성능에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 Fig. 3과 같이 뒤제침각이 0°인 원심임펠러를 기본으로 하여, 주판의 뒤제침각을 17.5°, 35°, 52.5°로 변화시킨 관류형팬 임펠러 총 4종의 모형을 이용하여 안내깃수( $Z_g$ )를 8개로 고정시켜 이에 의한 성능특성을 분석하였다.

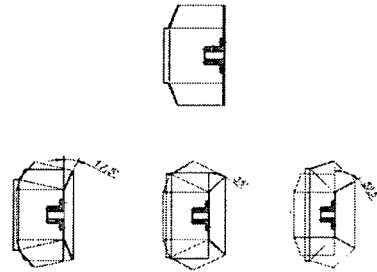


Fig. 3 Configuration of impellers

아래의 Fig. 4는 임펠러주판의 뒤제침각 35°를 대상으로 날개수를 6, 8, 10, 12개로 변화시킨 그림을 나타낸 것이고 Fig. 5는 출구깃각을 30°, 45°, 60°로 변화시킨 그림을 나타낸 것이다.

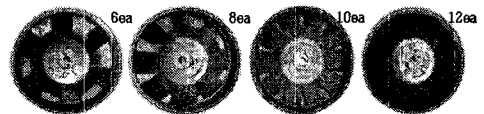


Fig. 4 Changing the number of blades.



Fig. 5 Changing the outlet blade angle.

또한 Fig. 6과 같이 안내깃각을 15°, 30°, 45°로 변화를 주어 이에 의한 성능특성을 분석하였다.

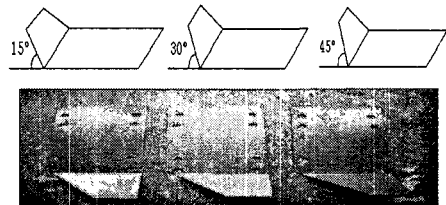


Fig. 6 Changing the guide vane angle.

## 2.3 실험방법

관류형팬의 성능을 실험적으로 측정 분석하기 위하여 흡입구에서의 공기유동을 원활하게 유지하기 위해서 벨마우스(bellmouth)를 장착하고 임펠러의 회전수를 유지시켜 각종 성능을 측정하였다. 최초 임펠러 회전수를 일정하게 고정시키고, 시험관로 끝에 장착되어 있는 드로틀의 개도를 조절하여 팬의 토출풍량을 조절하였고, 뒤제침각, 깃수, 출구깃각 및 안내깃각 변화에 따른 성능을 측정하기 위해 동일한 실험을 반복하였다.

이렇게 측정된 서로 다른 모델에 대한 성능을 비교하기 위해서 무차원화계수는 다음과 같이 정의되었다.

$$\text{Coeff. of Volume Flow Rate : } \phi = \frac{4Q}{\pi D_2^2 U_2} \quad (1)$$

$$\text{Coeff. of Pressure : } \psi = \frac{2gH}{U_2^2} \quad (2)$$

$$\text{Efficiency of Fan : } \eta = \frac{Q \times P_t}{6120 \times B_{HP}} \quad (3)$$

여기서,  $D_2$ 는 임펠러 외경(m),  $U_2$ 는 임펠러의 주속도(m/s),  $Q$ 는 공기의 체적유량( $m^3/sec$ ),  $g$ 는 중력가속도( $m/sec^2$ ),  $H$ 는 송풍기에서 발생하는 압력수두(m),  $P_t$ 는 전압(mmAq),  $B_{HP}$ 는 축동력(kW)을 나타낸다.

## 3. 실험결과 및 고찰

### 3.1 임펠러주판의 뒤제침각( $\wedge$ )의 영향

Fig. 7은 임펠러주판의 뒤제침각 변화에 따른 유량과 압력간의 관계를 도시한 것이고 Fig. 8은 이로부터 계산된 팬의 전압효율을 나타낸 것이다. Fig. 7에서 뒤제침각이 증가함에 따라 최대 유량에 큰 변화가 있고 최대 효율점의 위치가 유량이 큰 쪽으로 이동함을 볼 수 있다.

또한, 임펠러주판의 뒤제침각이 증가함에 따라 Fig. 7에서 보는 바와 같이 전형적인 원심형, 혼류형, 축류형팬의 성능특성 곡선을 보임을 알 수 있었다.

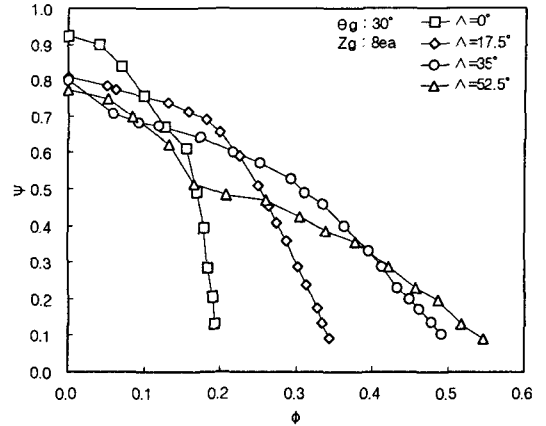


Fig. 7 Comparison of head coefficient versus flow coefficient for four types of sweep back angles.

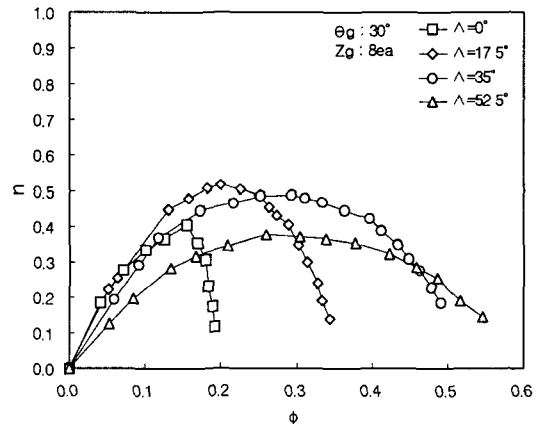


Fig. 8 Comparison of total efficiency versus flow coefficient for four types of sweep back angles.

### 3.2 깃수( $Z_b$ )의 영향

Fig. 9, 10은 깃수를 변화시켰을 경우 성능곡선의 변화를 도시한 것이다. 깃수가 증가함에 따라 동일한 유량계수( $\phi=0.3$ )에서 압력이 더 높아진다. 그러나 최대 효율은 거의 비슷하다. 이는 깃수의 증가는 출력의 증가와 함께 입력 토오크의 증가를 수반하여 최대효율에는 큰 변화를 주지 못하는 것으로 판단된다.

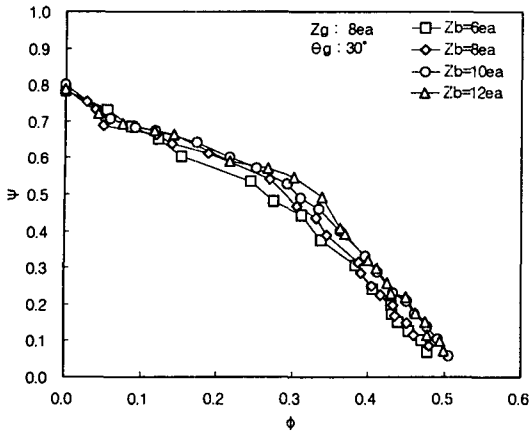


Fig. 9 Comparison of head coefficient versus flow coefficient for the number of blades.

지 않는다. 이는 출구깃각이 커짐에 따라 회전할 때 발생하는 저항의 증가로 인하여 부하가 크게 걸리기 때문인 것으로 판단된다.

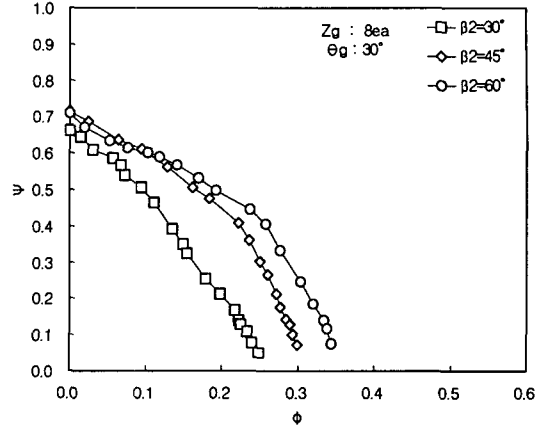


Fig. 11 Comparison of head coefficient versus flow coefficient for three types of outlet blade angles.

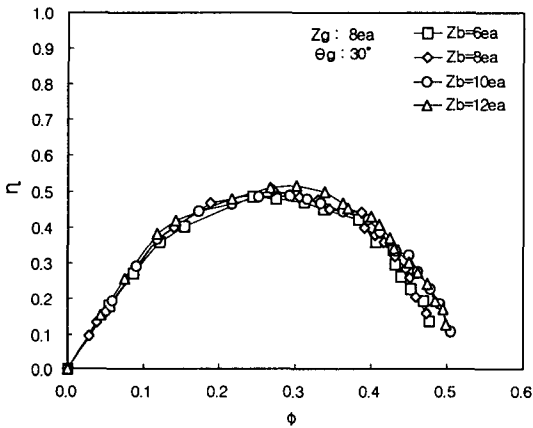


Fig. 10 Comparison of total efficiency versus flow coefficient for the number of blades.

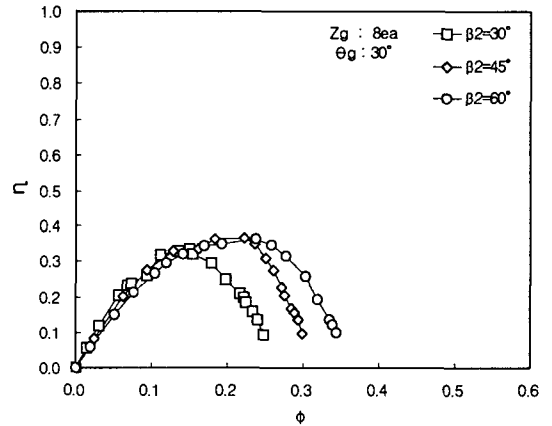


Fig. 12 Comparison of total efficiency versus flow coefficient for three types of outlet blade angles.

### 3.3 출구깃각( $\beta_2$ )의 영향

Fig. 11, 12는 출구깃각의 변화에 따른 성능곡선을 나타내고 있다. 출구깃각이 커짐에 따라 최대 유량은 증가한다. 또한 최대 효율점의 경우 출구깃각이 30°인 경우 유량계수 0.16 부근에서 위치했으며, 45°와 60°인 경우는 동일한 유량계수 위치에서 거의 동일한 최대 효율을 가짐을 알 수 있었다. 즉, 출구깃각이 너무 작으면 오히려 최대 효율을 저하 시킬 수 있다. 반면에 출구깃각이 너무 길어도 최대 효율은 더 이상 증가하

### 3.4 안내깃각( $\theta_g$ )의 영향

Fig. 13, 14에서 안내깃각 30°인 경우와 45°인 경우는 유량 변화에 따른 압력 및 전압효율의 변화가 거의 유사했고 안내깃각 15°인 경우 유량이 높은 쪽으로 이동 할수록 동일한 유량계수에서 이들보다 더 높은 압력을 보이며 그 증가폭은 점점 증가함을 알 수 있다.

또한 최대 효율의 경우 안내깃각 15°인 경우는 유량이 더 높은 쪽에 위치함을 알 수 있다. 따라서 임펠러 뒤 제침각 55°에 대해서는 최적의 안내깃각은 15°임을 알 수 있었다.

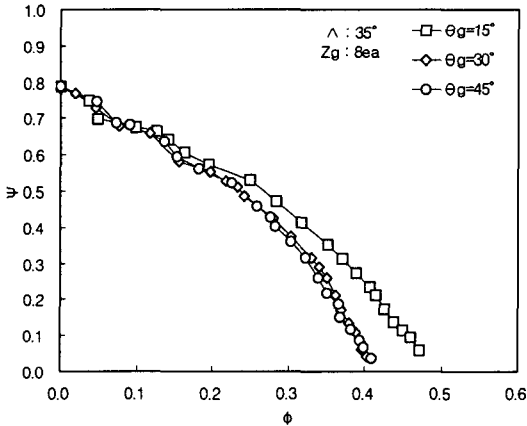


Fig. 13 Comparison of head coefficient versus flow coefficient for three types of guide vane angles.

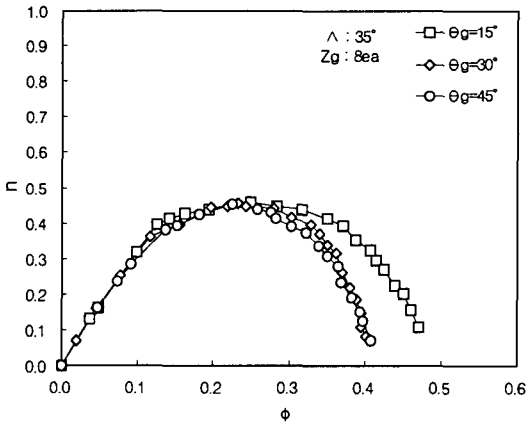


Fig. 14 Comparison of total efficiency versus flow coefficient for three types of guide vane angles.

#### 4. 결론

본 연구에서는 관류형팬의 설계변수가 성능에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 설계변수에 변화를 준 관류형팬에 대한 성능평가 및 비교실험을 수행했다. 이

를 통하여 다음과 같은 사항을 알 수 있었다.

(1) 관류형팬의 뒤제침각의 증가에 따라 최대 유량에 큰 변화가 있고 최대 효율점을 유량이 큰 쪽으로 이동한다.

(2) 깃수의 증가는 팬의 압력을 증가시키지만, 최대 효율점에는 큰 영향을 주지 못 한다.

(3) 출구깃각의 증가는 최대 유량을 증가시키지만, 최대 효율의 경우 45°와 60°인 경우 동일한 유량계수의 위치에서 거의 동일한 최대 효율을 가진다.

(4) 안내깃각이 15°인 경우 안내깃각 30°와 45°인 경우 보다 더 넓은 최대유량 범위를 보이며 최대효율점을 유량이 높은 쪽으로 이동하게 한다.

이러한 설계변수에 의한 성능에 미치는 영향에 대하여는 팬 내부 유동장이나 출구 유동의 계측 등의 방법에 의하여 마찰이나 유동의 박리 등으로 인한 손실에 대한 보다 정확한 분석과 검증이 있어야 하겠다.

본 연구를 통해 얻어진 결과는 동급의 관류형팬 설계나 개조 작업 시에 유용한 자료로 활용될 수 있으리라 생각된다.

#### 후 기

본 연구는 한국에너지기술연구원의 산학협동연구로써 (주)동양환기와 공동연구로 수행된 것으로써 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

#### 참고문헌

- (1) 손민, 이재엽, 손담, 윤용길, 김진일, 김광용, 서성진, 김홍민, 우정훈, “저소음 고효율 원심형 Inlin duct fan 개발” 에너지관리공단, 2002
- (2) 최종수, 이육, “소형 원심형 팬의 형상변수가 성능에 미치는 영향에 대한 실험적 연구,” 유체기체 연구개발 발표회 논문집, pp. 57~63, 1998
- (3) 송풍기의 시험 및 검사 방법, KS B 6311, 1982.
- (4) 押田良輝, “送風機設計法”, オーム社, 1976.
- (5) Frank P. Blier, “Fan Handbook : Selection, Application, and design, 1997.
- (6) A. J. Stepanoff, “Centrifugal and Axial Flow Pumps: Theory, Design and Application”, John Wiley & Sons, Inc., 1957.