

기계공학실험3 (송풍기성능)

1. 실험목적

원심송풍기는 비교적 적은 유량의 공기나 기체를 순환시키는데 주로 사용되며 냉난방 시스템 등 기계공학의 거의 모든 분야에서 적용되므로 송풍기의 작동원리와 성능곡선을 이해하는 일은 중요하다. 원심송풍기에 대한 실험에서의 성능 시험은 다음의 두 가지로 이루어진다.

- ① 송풍기의 회전속도를 변화시킨 후 변화에 따른 전압, 축동력, 그리고 효율의 변화를 알아본다.
- ② 송풍기의 회전속도를 일정하게 유지하고 댐퍼를 조절하여 유량을 변화 시킨다.

2. 실험이론

원심송풍기는 전동기로 가동되어 회전하는 운동에너지와 원심력으로 압력을 상승시켜 공기를 유동한다. 이때 송풍기에 흡입되는 에너지의 양은 공기유압과 압력의 함수로 나타낼 수 있고, 유량, 압력, 축동력 그리고 효율의 관계로써 송풍기의 특성을 알 수 있다.

(1) 표준흡입상태

송풍기는 특히 명기하지 않으면 온도 20 C°, 절대압력 760mm, 관습습도 75 %의 습공기를 흡입하는 것으로 본다. 이 흡입상태를 표준흡입상태라 한다.

(흡입상태에서 공기의 밀도는 1.225 kg/m^3 이다.)

(2) 송풍기의 전압(全壓), $P_t(Pa)$

송풍기의 전압은 송풍기에 의해 주어진 전압의 증가량이며 송풍기의 토출구와 흡입구에 있어서의 전압의 차로 표시한다. 사용상태에서 토출관만을 가지며 흡입구가 대기에 열려 있는 경우의 송풍기의 전압은 토출구에서의 정압과 동압의 합이 된다.

$$P_t = P_s + P_d$$

여기서, P_s : 정압

$$P_d = \rho \frac{V^2}{2} \quad (\text{동압})$$

ρ : 공기의 밀도

$$V : \text{덕트내의 속도} \quad (V = \frac{Q}{A})$$

(3) 송풍기의 유량

송풍기의 유량은 송풍기 흡입구에서의 유량으로 하고 m^3/sec 으로 표시한다. 이는 토출구에서의 풍량(체적)이 압력, 온도에 따라 변화가 심해 기준으로 되지 않기 때문이다.

단, 압력비(토출구의 절대 압력 / 흡입구의 절대 압력)가 1.03 이하 일 경우에는 토출량을 흡입량으로 보아도 지장이 없다. 이 실험에서 사용된 송풍기의 압력비는 1.03이하로 생각하자. 유량은 오리피스(orifice)를 사용하여 다음과 같이 계산한다.

$$Q = C_d A_0 \sqrt{\frac{2 \times g \nabla P}{\frac{\rho_{\text{air}}}{1 - \left(\frac{D_i}{D_0}\right)^4}}}$$

D_0 = 덕트지름(106mm)

C_d = 유량계수 (0.608)

D_i = Orifice의 지름(40mm)

A_0 = Orifice의 면적

∇P = Orifice의 압력차

(4) 송풍기의 축동력, P(KW)

송풍기의 축동력은 송풍기 축단의 압력으로 한다. 전동장치를 사용하여 송풍기를 구동하는 경우 전동장치의 효율을 측정하기 곤란할 때는 이것을 송풍기의 구동력의 일부로 쓴다.

(5) 송풍기의 규정 회전수, N (rpm)

송풍기의 규정 회전수라 함은 전동기를 규정의 전원상태에서 운전하였을 때의 송풍기의 회전수를 말한다. 이 회전수는 송풍기의 풍량에 따라 다소 변화하는 송풍기의 회전수를 택하는 것이 좋다.

(6) 송풍기의 공기 동력, P(KW)

전압공기동력은 압력비가 1.03 이하의일 경우 공기의 압축성 효과를 무시하고 다음 식으로 산출한다.

$$\text{공기동력} = Q \frac{P_t}{1 \times 10^3}$$

(7) 송풍기의 효율, η (%)

송풍기의 전압효율은 다음 식으로 계산한다.

$$\text{효율} = \frac{\text{공기동력(KW)}}{\text{축동력(KW)}} \times 100$$

3. 실험장치 및 방법

(1) 실험장치 개념도

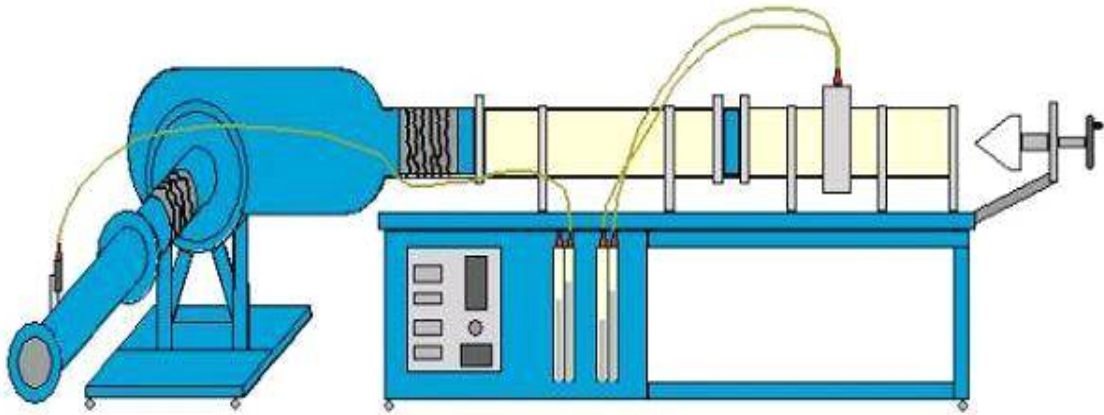


Fig. 1 실험장치 개념도(Diagram of centrifugal blower test cell)

(2) 실험장치 사양

- ① Fan : Centrifugal Fan, Axial Fan, Siricco Fan
 - a. Flow rate : Max. $12 \text{ m}^3/\text{min}$
 - b. Delivery pressure : Max. 50mm H_2O
 - c. R.P.M. : 580 ~ 1750 rpm
- ② Motor : 0.75KW , AC 220 V , 60 Hz , 3 Phase
- ③ Air duct : Dia. 100 A
- ④ AIR Flow Control : Throttle valve setting
- ⑤ AIR Flow Rate Device : Nozzle , Orifice
- ⑥ Measuring instrument : Tachometer, A. V. Meter,
Multinamometer, W -meter

(3) 실험방법

회전수에 변화를 줄때

- ① 송풍기를 구동시킨다. (최고 회전에서 부터 저속까지 5회 이상)
- ② 입구와 압력의 압력을 측정한다. (피토우 튜브 이용)
- ③ 전기동력을 측정한다.
- ④ 회전수를 측정한다.

일정 회전수 (1791 rpm) 일 때

- ① 송풍기의 일정 회전수를 구동시킨다.
- ② Damper 를 완전히 닫은 상태에서 위의 사항을 측정한다.
- ③ Damper 를 조금씩 개방한 후 위의 사항을 측정한다. (Damper를 3바퀴씩 돌려 열어준다.)

4. 실험 DATA 계산과정(Sample)

$$\textcircled{1} \text{ 송풍기의 정압(Ps)} = \rho_w \times g \times h = 1000 \text{kg/m}^3 \times 9.81 \text{m/s}^2 \times 0.012 \text{m} = 117.72 \text{ Pa}$$

$$\textcircled{2} \text{ Orifice의 압력차} = \rho_w \times g \times h = 1000 \text{kg/m}^3 \times 9.81 \text{m/s}^2 \times 0.01 \text{m} = 98.1 \text{ Pa}$$

$$\textcircled{3} \text{ 유량(Q)}$$

$$= C_d A_0 \sqrt{\frac{2 \times g \nabla P}{1 - \left(\frac{D_i}{D_0}\right)^4}} = 0.608 \times \frac{\pi}{4} \times 0.04^2 \text{m}^2 \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \text{m/s}^2 \times 98.1 \text{N/m}^2}{1 - \left(\frac{0.04}{0.106}\right)^4}}$$

$$= 0.03059 \text{m}^3/\text{sec}$$

$$\textcircled{4} \text{ 덕트내의 유속(V)} = \frac{Q}{A} = \frac{0.03059 \text{m}^3/\text{sec}}{\frac{\pi}{4} \times 0.106^2 \text{m}^2} = 3.466 \text{m/sec}$$

$$\textcircled{5} \text{ 송풍기의 동압(Pd)} = \rho_{air} \times \frac{V^2}{2} = \frac{1.225 \text{kg/m}^3 \times 3.466^2 \text{m}^2/\text{s}^2}{2} = 7.36 \text{ Pa}$$

$$\textcircled{6} \text{ 송풍기의 전압(Pt)} = \text{Ps} + \text{Pd} = 117.72 + 7.36 = 125.08 \text{ Pa}$$

$$\textcircled{7} \text{ 공기동력} = \frac{Q \times P_t}{1000} = \frac{0.03059 \text{m}^3/\text{s} \times 125.08 \text{N/m}^2}{1000} = 0.00383 \text{ kw}$$

$$\textcircled{8} \text{ 효율} = \frac{\text{공기동력(kw)}}{\text{축동력(kw)}} \times 100 = \frac{0.00383}{0.26} \times 100 = 1.47 \%$$

5. 실험결과

Table. 1 회전수에 변화를 줄 때

	단 위	1	2	3	4	5
회전속도	rpm					
송풍기정압(Ps)	mm					
	Pa					
송풍기동압(Pd)	Pa					
송풍기전압(Pt)	Pa					
오리피스 수두차	mm					
	Pa					
송풍기 축동력	kw					
유 량	m^3/sec					
공기동력	kw					
송풍기의 효율	%					

Table. 2 일정 회전수 (1791 rpm) 일 때

	단 위	1	2	3	4	5
송풍기정압(Ps)	mm					
	Pa					
송풍기동압(Pd)	Pa					
송풍기전압(Pt)	Pa					
오리피스 수두차	mm					
	Pa					
송풍기 축동력	kw					
유 량	m^3/sec					
공기동력	kw					
송풍기의 효율	%					

- ① 원심송풍기의 회전수와 압력의 상관 그래프
- ② 원심송풍기의 회전수와 효율의 상관 그래프
- ③ 일정회전수에서 유량의 변화와 압력의 상관 그래프
- ④ 일정회전수에서 유량의 변화와 효율의 상관 그래프

담당조교 : 이준한

보고서 제출장소 : 제1공학관 524호

보고서 제출(E-mail) : junhan0526@gmail.com

보고서 파일명 예시 : A반1조_송풍기성능_이름_학번.hwp