



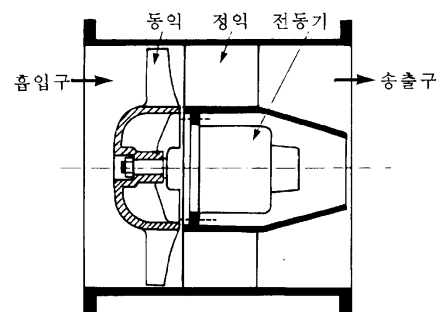
제 3 장 축류송풍기



1. 구조와 작동원리

1. 축류 팬
 - $\sim 0.1 \text{ kgf/cm}^2$
 - 그림 3.1 직관형 1단 축류 팬
 - 장점 : 직관의 일부에 삽입 가능
원심식보다 회전수를 높게, 소형으로 할 수 있음
 - 동익
가변피치 조절장치 : 동익의 각도를 바꾸어 풍량 조정
경합금 주물 제작
익형 단면
 - 보스 : 주철재, 주강재, 강판재

2. 축류 블로어
 - 압력 : $0.1 \sim 1.0 \text{ kgf/cm}^2$

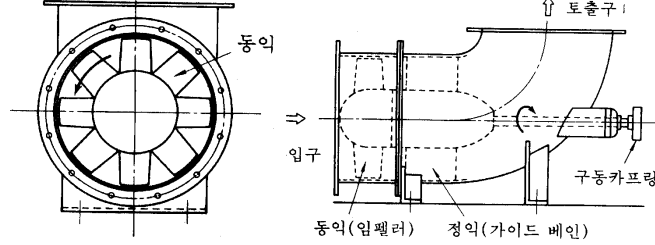


전남대 강보선

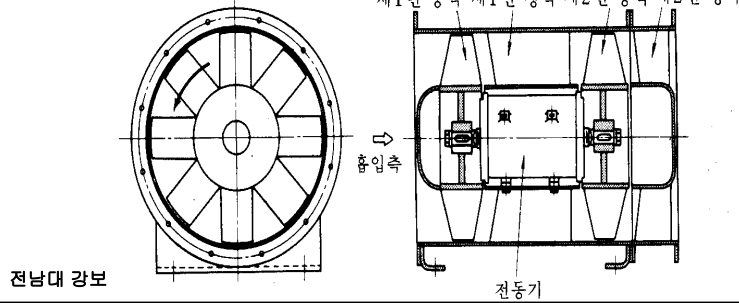


1. 구조와 작동원리

표준형 단단 축류 팬



다단 축류 팬



전남대 강보

27



2. 동익과 정익

1. 동익의 경사

- 깃의 설치각 β 의 증가 :
 풍량 Q 는 증가
 전압 p_t , 효율은 그리 변하지 않음

2. 동익의 깃수 : z 그림 3-5

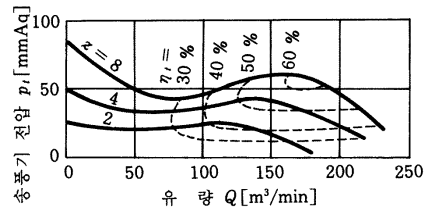
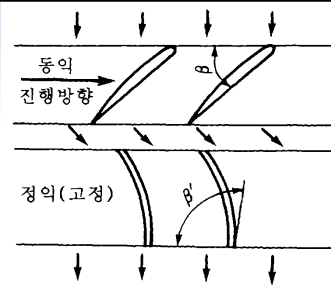
- 깃수의 증가 : 효율, 풍량, 풍압 증가하지만 어느 값 이상에서는 일정
 비속도는 감소하지만 어느 값 이상에서는 일정

3. 동익의 두께 그림 3-6

- 풍압, 풍량, 효율에 큰 영향을 주지 않음

4. 정익 그림 3-7

- 원호익이 많이 쓰임 : 제작이 간단
- 정익의 출구 설치각 β' 의 변화 : 축동력, 소음은 변하지 않음, 풍량, 전압은 변함
- 정익 출구 방향이 회전차의 축방향($\beta' = 90^\circ$)인 경우 최대 효율

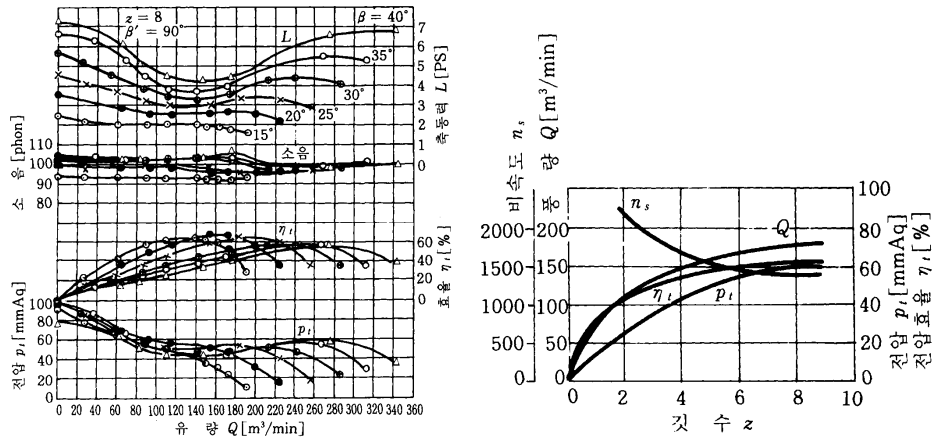


전남대 강보선

28



2. 동익과 정익

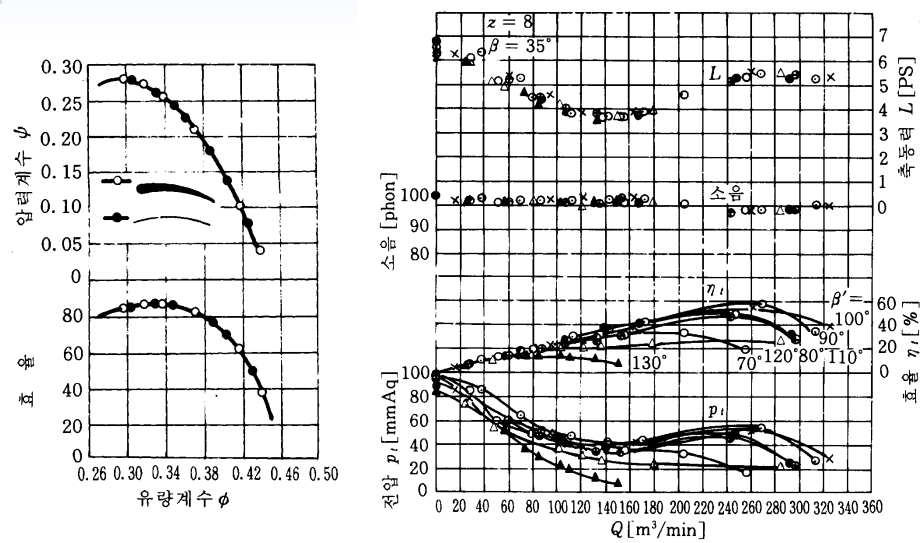


전남대 강보선

29



2. 동익과 정익



전남대 강보선

30



3. 설 계

1. 회전차의 주치수와 비속도

- 회전차 바깥지름 D_o : $D_o = \frac{60K_u \sqrt{2gp_t / \gamma}}{\pi N}$

- 회전차 안지름 D_i : 단면적이 커질수록 유량 증가, 헤드 감소, 비속도 증가
- 허브비($\nu = D_i / D_o$)의 변화에 따른 비속도와 익현길이/피치(ℓ/t) 관계 : 그림 3-10
- 비속도와 깃수 관계 : 그림 3-11

2. 깃 이론 : 축류 펌프와 동일

(1) 동익

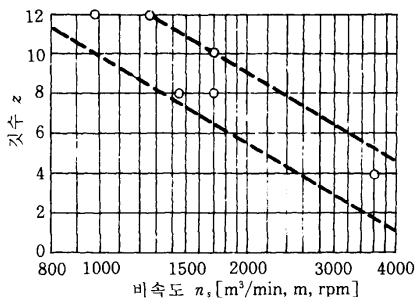
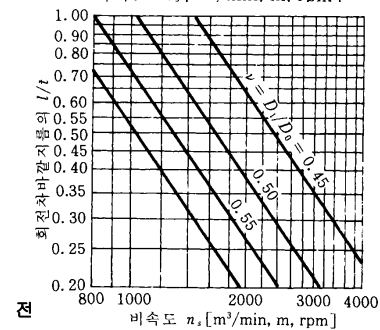
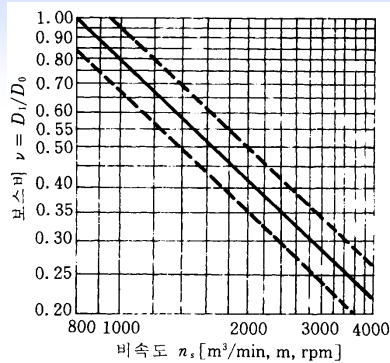
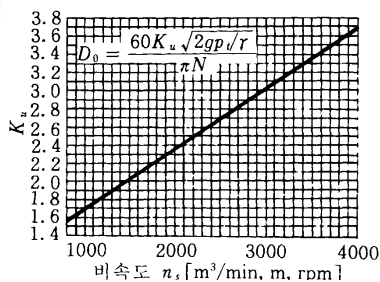
$$\tan \beta_\infty = \frac{V_m}{u - \frac{V_{2u} + V_{1u}}{2}} \quad C_L \cdot \frac{\ell}{t} = 2 \frac{V_{2u} - V_{1u}}{V_m} \cdot \frac{\cos \lambda \cdot \sin^2 \beta_\infty}{\sin(\beta_\infty + \lambda)}$$

(2) 정익

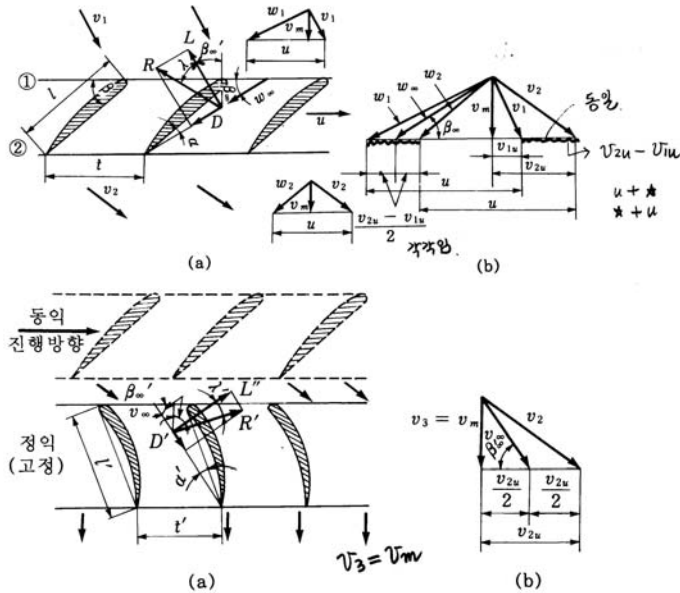
$$\tan \beta'_\infty = \frac{V_m}{V_{2u} / 2} \quad C'_L \cdot \frac{\ell'}{t'} = 2 \cdot \frac{V_{2u}}{V_m} \cdot \frac{\sin \beta'_\infty}{\left(1 + \frac{\tan \lambda'}{\tan \beta'_\infty}\right)}$$



3. 설 계



3. 설계



33

3. 설계

- 회전수가 2,000 rpm일 때 송풍기 전압 55 mmAq, 풍량 170 m³/min을 내는 송풍기를 설계하라. 공기 비중량은 1.2 kgf/m³이다.

비속도 :
$$n_s = N \frac{\sqrt{Q}}{(p_i / \gamma)^{3/4}} = 2000 \frac{\sqrt{170}}{(55 / 1.2)^{3/4}} = 1480$$

송풍기 종류 : 유선형 정익불이 축류 송풍기, 전압효율 $\eta_t = 68 \%$

축동력 :
$$L = \frac{p_i Q}{4500 \eta_t} = \frac{55 \times 170}{4500 \times 0.68} = 3.05 \text{ (PS)}$$

원동기 동력 :
$$L_d = kL = 1.25 \times 3.05 = 3.8 \text{ (PS)} \rightarrow 6.0 \text{ (PS)}$$

회전차 축의 비틀림 모멘트

$$M_d = 71,620 \frac{L}{N} = 71,620 \frac{6}{2000} = 215 \text{ (kg}_t \cdot \text{cm)}$$

회전차 축 직경 :
$$d = \sqrt[3]{\frac{16 M_d}{\pi \sigma_i}} = \sqrt[3]{\frac{16 \times 215}{\pi \times 80}} = 2.4 \text{ cm} \rightarrow 3.6 \text{ cm}$$

회전차 바깥지름 :
$$D_o = \frac{60 K_u \sqrt{2 g p_i / \gamma}}{\pi N} = \frac{60 \times 0.199 \sqrt{2 \times 9.8 \times 55 / 1.2}}{\pi \times 2000} = 0.57 \text{ m}$$

회전차 안지름 :
$$D_i = \nu D_o = 0.55 \times 570 = 314 \text{ mm}$$

전남대 강보선

34



3. 설계

축방향 유속 : $V_m = \frac{Q}{\pi(D_o^2 - D_i^2)/4} = \frac{170 \times 4}{60\pi(0.57^2 - 0.314^2)} = 16 \text{ m/s}$

회전차 바깥지름에 대한 solidity : $\frac{l}{t} = 0.416 \quad \text{for } n_s = 1480$

동익의 깃수 : $z = 8 \quad \text{for } n_s = 1480$

(B) 동익($D=D_o=570 \text{ mm}$)

원주속도 : $u = \frac{\pi D N}{60} = \frac{\pi \times 0.57 \times 2000}{60} = 60 \text{ m/s}$

익렬 출구에서 원주 방향 유속 : $V_{2u} = \frac{gp_t}{\gamma \eta_h u} = \frac{9.8 \times 55}{1.2 \times 0.91 \times 60} = 8.2 \text{ m/s}$

상대 유속의 각도 : $\tan \beta_\infty = \frac{V_m}{u - (V_{1u} + V_{2u})/2} = \frac{16}{60 - 8.2/2} = 0.286 \quad \therefore \beta_\infty = 15^\circ 57'$

양력계수 : $C_L \frac{l}{t} = \frac{2V_{2u} \cos \lambda \cdot \sin^2 \beta_\infty}{V_m \sin(\beta_\infty + \lambda)} = \frac{2 \times 8.2 \cos 1^\circ \cdot \sin^2 15^\circ 57'}{16 \sin(15^\circ 57' + 1^\circ)} = 0.265$

가정 : $\lambda \approx 1^\circ$

$\therefore C_L = \frac{0.265}{l/t} = \frac{0.265}{0.416} = 0.637$

전남대 강보선

35



3. 설계

익형 : NACA 4409

영각 : $\alpha = 2^\circ 25'$

동익의 설치각 : $\beta = \beta_\infty + \alpha = 15^\circ 57' + 2^\circ 25' = 18^\circ 22'$

동익의 익현 길이 : $l = 0.416 t = 0.416 \frac{\pi D}{z} = 0.416 \frac{\pi \times 570}{8} = 93 \text{ mm}$

(C) 정익

평균 유속의 각도 : $\tan \beta'_\infty = \frac{V_m}{V_{2u}/2} = \frac{16}{8.2/2} = 3.9 \quad \therefore \beta'_\infty = 75^\circ 36'$

양력계수 : $C'_L \frac{l'}{t'} = 2 \cdot \frac{V_{2u}}{V_m} \cdot \frac{\sin \beta'_\infty}{\left(1 + \frac{\tan \lambda'}{\tan \beta'_\infty}\right)} = \frac{2 \times 8.2}{16} \times \frac{\sin 75^\circ 36'}{\left(1 + \frac{\tan 1^\circ}{\tan 75^\circ 36'}\right)} = 0.99$

$C'_L = \frac{0.99}{l'/t'} = \frac{0.99}{0.99} = 1.0$

익형 : NACA 4409

영각 : $\alpha' = 9^\circ$

정익의 설치각 : $\beta' = \beta'_\infty + \alpha' = 75^\circ 36' + 9^\circ = 84^\circ 36'$

익현 길이 : $l' = 0.99 t' = 0.99 \frac{\pi D}{z'} = 0.99 \frac{\pi \times 570}{14} = 127 \text{ mm}$

전남대 강보선

36



4. 송풍기의 제현상 및 문제점

1. 서징

- 송출쪽 저항이 증가하면 풍량이 감소하며 압력이 상승
- 더욱 풍량을 감소하면 관로 내의 압력과 유속이 급격히 변화하며 심한 맥동현상과 진동이 생기며 불안정한 운전 상태로 됨
- 회전차 입구 속도분포가 일정하지 않음, 깃 표면 박리가 생겨 와류영역 형성
- 서징방지 :
한계유량의 조절 : 안내깃, 밸브, 회전수
토출관에서 여분의 기체를 외부에 방출 또는 흡입관에 되돌림

2. 선회실속(rotating stall) [Airflow during a stall](#)

- 1개 깃이 실속되면 회전방향 반대되는 깃의 영각이 증가하여 실속 발생
- 회전방향과 반대방향으로 깃에서 깃으로 실속이 전달되는 현상

3. 풍량조절법

- 1) 댐퍼제어법 : 송출댐퍼제어법, 흡입댐퍼제어법
- 2) 회전수제어법 : 넓은 범위에서 높은 효율을 유지하며 운전 가능
- 3) 깃 조절법 : 송풍기 흡입쪽에 방사상의 동익을 설치, 각도를 변화시킴
- 4) 회전차 가변피치 제어법 : 축류송풍기에서 회전차 깃의 설치각을 변화시킴



4. 송풍기의 제현상 및 문제점

