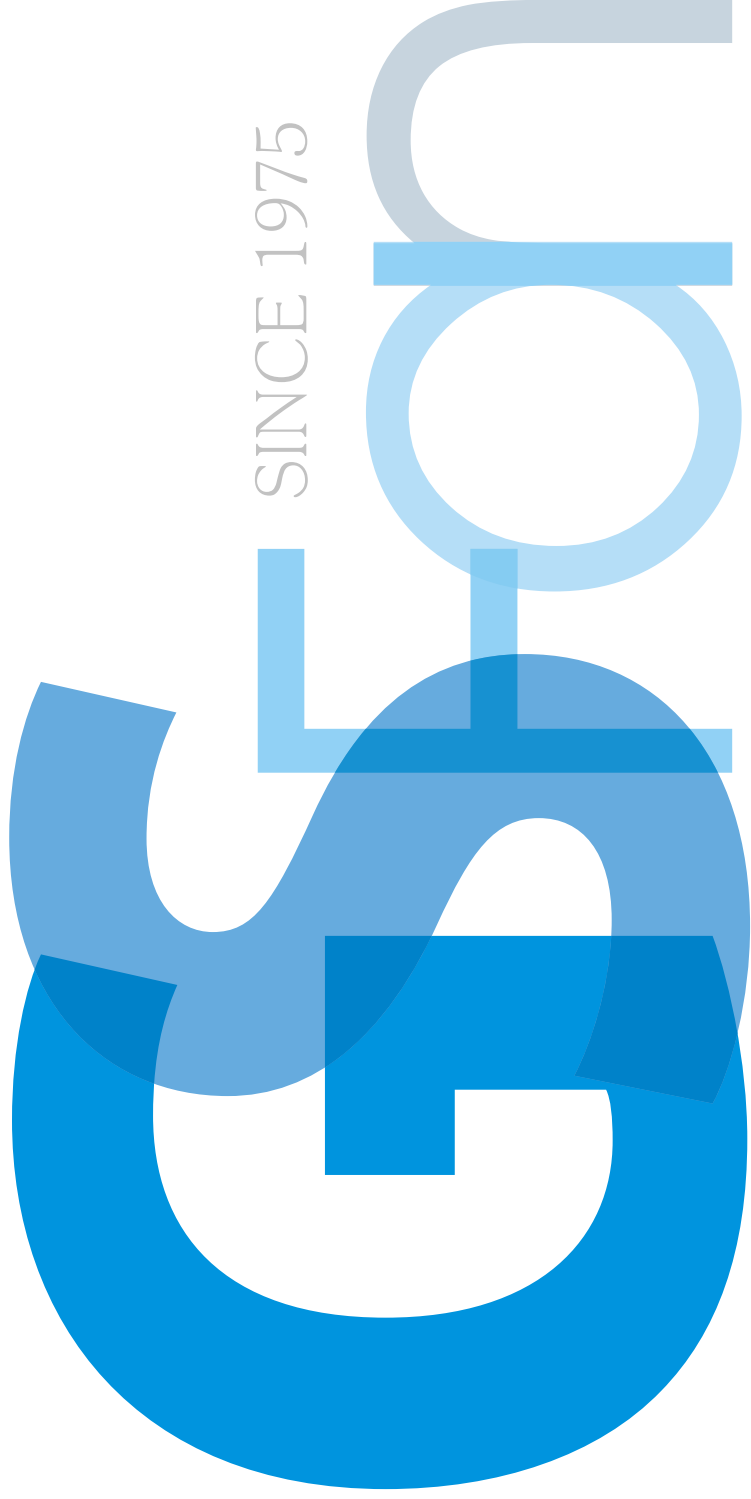




송풍기의 종류와 특성

송풍기는 임펠러의 회전운동으로 공기에 에너지를 가하여 공기량과 압력을 얻는 공기기계로서 흡입구와 토출구의 압력비가 1.1 미만인 것을 팬(FAN)이라 하고 압력비가 1.1이상 2.0 미만인 것을 블로어(BLOWER)라고 통상적으로 분류하며, 이를 통칭하여 송풍기라 한다. 송풍기는 공기의 이송방향과 임펠러축이 이루는 각도에 따라 원심 및 축류송풍기로 구분하며, 임펠러의 형상 및 구조에 따라 다음과 같이 세분된다.

송풍기 - 원심송풍기 : [다익송풍기, 레이디얼송풍기, 뒤쪽굽음깃송풍기, 익형송풍기]
- 축류송풍기 : [프로펠러송풍기, 튜브축류송풍기, 베인축류송풍기]

가. 원심송풍기

원심송풍기는 공기가 임펠러의 반경방향으로 이송되면서 공기량과 압력을 발생시키는 송풍기로서 임펠러깃의 형상과 설치각도에 따라 특성이 변한다. 원심송풍기의 형태 및 특성은 다음과 같다.

1. 다익송풍기

다익송풍기는 폭이 넓고 깃통로의 길이가 짧으며 회전방향에 대해 앞으로 기울어진 깃을 갖는 임펠러로 구성된 송풍기로, 일명 시로코송풍기라고도 하며, 다익송풍기는 다른 형태의 송풍기에 비해 낮은 속도에서 운전되며, 낮은 압력에서 많은 공기량이 요구될 때 주로 사용된다.

다익송풍기는 30~80%의 넓은 공기량 범위에서 운전되고, 일반적으로 정압이 최대인 점에서 정압효율이 최대가 되며, 최대정압효율은 60~68% 정도이다.

다익송풍기는 가격이 저렴하고 운전범위가 넓으며, 동일한 공기량과 압력에 대하여 다른 원심송풍기에 비해 임펠러의 직경이 작기 때문에 설치공간을 최소화할 수 있어 건물의 공기조화 및 환기용으로 많이 사용되고 있다.

그러나 다익송풍기는 깃의 형태와 구조적인 취약점으로 인하여 물질이동용으로는 적합하지 않다.

2. 레이디얼송풍기

레이디얼송풍기는 반경방향의 깃을 갖는 임펠러로 구성된 송풍기이며, 레이디얼송풍기는 일반적으로 다른 송풍기에 대해 임펠러폭이 좁기 때문에 주어진 용량에 대해 임펠러의 직경이 커진다. 이러한 특징은 제작가격이 비싸지는 주요원인이며, 용량에 비해 임펠러의 직경이 크기 때문에 공기조화용으로 거의 사용되지 않는다. 레이디얼송풍기는 높은 압력에서 적은 양의 공기를 이송시키거나 또는 물질운반에 적합하다. 또한 서지(Surge)현상이 없고 공기량변화에 대해 축동력이 선형적으로 증가하는 것이 장점이다. 이러한 축동력의 변화는 송풍기의 제어에 많은 도움을 준다.

3. 뒤쪽굽음깃송풍기

뒤쪽굽음깃송풍기는 회전방향에 대해 뒤로 기울어진 깃을 갖는 임펠러로 구성된 송풍기이며, 뒤쪽굽음깃송풍기는 다익송풍기에 비해 운전 속도가 약 2배정도 빠르고, 40~85%의 넓은 공기량 범위에서 운전되며, 일반적으로 80% 정도의 정압효율을 갖는다.

뒤쪽굽음깃송풍기는 효율이 높고 과부하 특성이 없으며 구조가 강하기 때문에 보일러의 공기압입 등 여러용도에서 널리 사용된다.

4. 익형송풍기

익형송풍기는 뒤쪽굽음깃송풍기처럼 깃이 회전방향에 대해 뒤로 기울어진 구조이나 깃의 단면이 익형(Air Foil)으로 된 임펠러로 구성된 송풍기이다.

익형송풍기는 뒤쪽굽음깃송풍기의 깃을 익형으로 대체한 형태로 정압효율이 86%정도로 원심송풍기 중 가장 높으며, 운전시 소음이 작기 때문에 청정한 공기이송에 많이 사용된다.

나. 축류송풍기

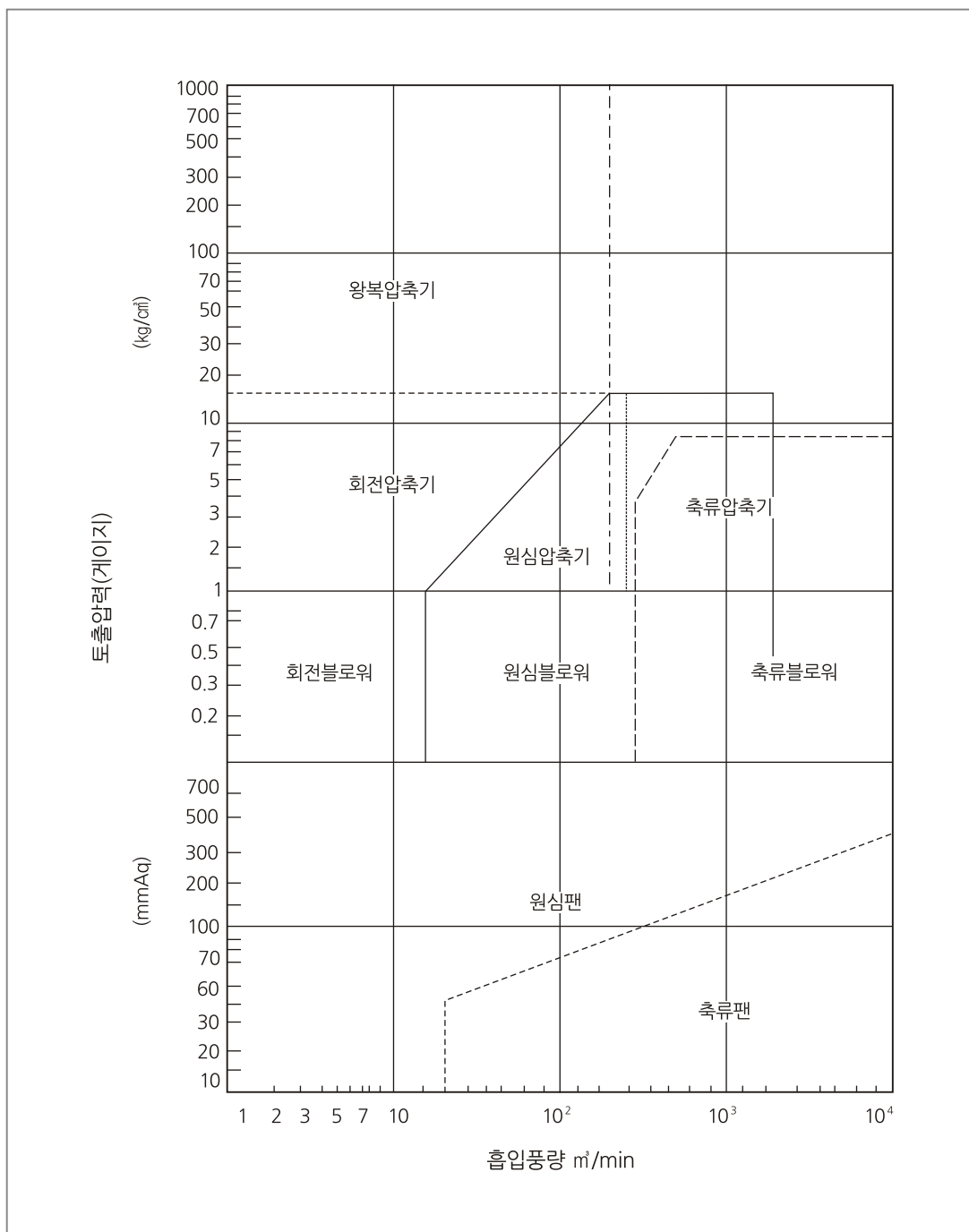
축류송풍기는 공기를 임펠러의 축방향과 같은 방향으로 이송시키는 송풍기로서 프로펠러형 임펠러로 구성되며, 임펠러의 깃(BLADE)은 익형으로 되어 있다.

1. 송풍기의 사용범위

송풍기를 실제의 설비에 사용할 경우 개개의 기능상 풍량 압력의 범위가 자연히 정해지며 풍량과 압력이 정해졌을때에는 선정표에서의 흡입 풍량 토출 압력을 보고 기종을 선택할 수 있다.

지금은 매년 기종의 진보에 따라 선정표 영역에서 벗어나 제작할 수도 있다. 송풍기 형식 특성 경제성 등을 비교하여 송풍기의 기종을 선택하는 것이 가장 이상적이며, 그에 합당한 조건을 몇가지 예를 들어보면,

- ① 장치 전체와의 관련이 있어서 작동 상황이 어떻게 변화하는지 작동범위와 용량 조절방법
- ② 취급 가스의 성질 위독성 미스트량 제한 온도 및 압력 상황 흡입 온도의 변화 흡입 압력의 변화
- ③ 지지 및 기초상태 발생 소음의 제한 조건 동력원과 전동기의 선정조건
- ④ 각 기종의 특성 비교와 연속 운전에 기기의 수명, 보수의 난이도 운전 동력비 설치장소에 있어서의 특성을 설계도면 등을 통해서 종합적으로 검토하는 것이 좋다.



2. 송풍기의 용어 및 단위

1) 풍량 : Q

송풍기의 풍량이란 토출측에서 요구되는 경우라도 흡입상태(표준공기상태)로 환산하는 것을 말한다.
단, 압력비가 1.03이하일 경우는 토출풍량을 흡입풍량으로 봐도 지장이 없다.

단위는 $m^3/sec(CMS)$, $m^3/min(CMM)$, $m^3/Hr(CMH)$
 $ft^3/sec(CFS)$, $ft^3/min(CFM)$, $ft^3 / Hr(CFH)$
 $(1m^3/min=3.53ft^3/min)$

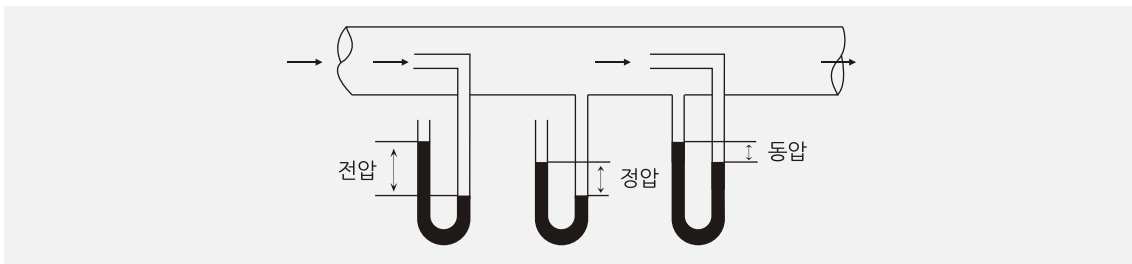
단, 기준상태(0℃, 760mmHg)으로 표시된 경우는 표준상태(20℃, 760mmHg, 65% 습도)로 환산하는 식은 다음과 같다.

$$Q = QN \times \frac{273+t}{273} \times \frac{10332}{10332+P_1}$$

Q : 표준상태의 흡입풍량 (m^3/min)
 QN : 기준상태의 흡입풍량 (Nm^3/min)
 t : 흡입 Gas 온도 (℃)
 P₁ : 흡입풍량 (mmAq)

2) 정압(Ps=Static Pressure)

정압 Ps는 기체의 흐름에 평행인 물체의 표면에 기체가 수직으로 미치는 압력이고 그 표면에 수직 Hole을 통해 측정한다.



3) 동압(Pd=Dymamic Pressure=Velocity Pressure)

동압은 속도에너지를 압력에너지로 환산한 값
 송풍기의 동압은 50mmAq(약 30m/s)를 넘지 않는 것이 바람직하다.

$$Pd = \frac{V^2}{2g} \cdot r$$

V : Velocity(m/s)
 r : Specific weight (kg/m^3)
 g : Acc Velocity(m/S^2)

$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot Pd}{r}}$$

4) 전압 (Pt=Total Pressure)

전압은 정압과 동압의 절대압의 합이다.

$$Pt = Ps + Pd$$

단위는 mmAQ(Aqure), mmWG, mmH₂O, mAq
 kg/cm^2 , kg/m^2 , pa, kapa(lpa = 9.8mmAq)
 $1kg/cm^2 = 10,000 \times (mmAq, kg/m^2, mmH_2O)$
 $1mmAq = 1kg/m^2, 10mAq = 1kg/cm^2$

마. 수두(Head)m

송풍기의 흡입구와 배출구 사이의 압축과정에서 임펠러에 의하여 단위 중량의 기체에 가하여지는 가역적 일당량($kg.m/kg$)을 말하며 기체의 기둥의 높이로 나타내고 이것을 수두(H)m라고 부른다.

$$\begin{aligned} \text{이론수두 } H &= \frac{P_t}{r} \\ \text{단열수두 } H &= \frac{K}{K-1} \cdot \frac{P_1}{r_1} \left\{ \left(\frac{P_2}{P_1} \right)^{K-1/K} - 1 \right\} \\ \text{압력비} &= \frac{\text{토출구 절대압력}(P_2)}{\text{흡입구 절대압력}(P_1)} \end{aligned}$$

H : Head (m)
 P_t : 전압 (kg/m³)
 r : 비중량 (kg/m³)
 k : 비열비 (공기=1.4)
 P₁ : 흡입 절대압력 (kg/m³)
 P₂ : 토출 절대압력 (kg/m³)

※압력비 1.03(310mmAq) 이하일 때는 이론수두식, 이상일 때는 단열수두식을 적용.

5) 비속도 혹은 비교회전도(NS)

비속도란 송풍기의 기하학적으로 닮은 송풍기를 생각해서 풍량 1m³/min, 풍압을 Head 1m생기게한 경우의 가상회전속도이고 송풍기의 크기에 상관없이 송풍기의 형식(임펠러의 형식으로도 된다.)에 의해 변하는 값이다.

$$NS = \frac{N \times Q^{1/2}}{H^{3/4}}$$

N : 송풍기의 회전속도 (R.P.M)
 Q : 풍량 (m³/min or m³/sec)
 H : Head (m)

6) 공기의 성질

흡입 상태의 공기비중량은 다음 식으로 나타낸다.

$$\begin{aligned} r &= 1.2931 \times \frac{273}{273+t^{\circ}\text{C}} \times \frac{10332-0.378\phi P_s}{10332} \text{ (kg/m}^3\text{)} \\ r &= 1.2931 \times \frac{273}{273+t^{\circ}\text{C}} \times \frac{(10332+P_1)-0.378\phi P_s}{10332} \end{aligned}$$

φ : 관계습도 (%)
 P_s : 포화수증기 압력
 P₁ : 흡입압력 (mmAq)
 t[°]C : 흡입온도

7) 효율

FAN의 효율은 전압효율, 정압효율로 구분하는데 특별히 규정이 없는 한 전압효율을 말한다. 현재 국내 FAN Maker 대부분은 전압 및 정압 효율을 구분하여 사용하지 않고 있는 실정이다.

FAN의 효율은 형식별로 보면(Maker에 따라 차이가 있음.) 다음과 같다.

기 종	효 율	기 종	효 율
Turbo Blower	40~70%	Axial Flow Fan	40~85%
Turbo Fan	60~80%	Roof Ventilator	40~50%
Air Foil Fan	70~85%	Wall Ventilator	30~50%
Sirocco Fan	40~60%	Plate Fan	40~70%

※상기효율점은 일반적인 FAN의 선정에 적용되며 특별한 경우는 당사에 문의하십시오.

8) 동력계산

(1) 이론공기동력

$$L_a = \frac{Q \times P_t}{6,120} \text{ (KW)}, \frac{Q \times P_t}{4,500} \text{ (HP)}$$

Q : 풍량 m³/min
 P_t : 전압(mmAq)

(2) 축동력(Black Horse Power)

$$L_b = \frac{Q \times P_t}{6,120 \times \eta} \text{ (KW)}, \frac{Q \times P_t}{4,500 \times \eta} \text{ (HP)}$$

η: 송풍기효율

(3) 실제사용동력

$$L_k = L_b \times x \quad x: \text{MOTOR 안전율}$$

25HP 이하 20%
 25~60HP 이하 15%
 60HP 이상 10%

3. 송풍기의 종류

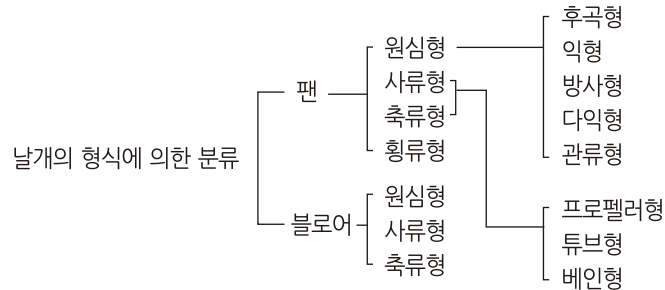
1) 배출압력에 의한 분류

일반적으로 송풍기는 압력에 따라 저압용 팬(FAN)과 고압용의 블로어(BLOWER)로 구분한다.

송풍기		압축기	$A_q = A_{\text{Aqua}}$ (회랍어)로 물이란 뜻 $A_q = H_2O = \text{Water} = (Wg)$ $1\text{mmAq} = 1\text{kg}/\text{m}^2$ $1\text{mmHg} = 13.6\text{mmAq}$
FAN	BLOWER	COMPRESSOR	
1000mmAq미만 (0.1kg/cm ²)	1,000~10,000mmAq미만 (0.1kg/cm ² ~1.0kg/cm ² 미만)	10,000mmAq 이상 (1kg/cm ² 이상)	

2) 날개(Blade)의 형상에 따른 분류

기체의 수송 및 압축작용을 하는 회전날개의 형식에 따라 송풍기는 다음과 같이 구분한다.

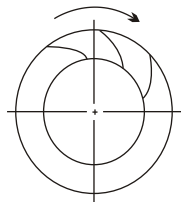


① 후향형(BACK WARD)

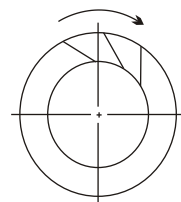
블레이드(Blade)의 끝부분이 회전방향의 뒤쪽으로 굽은 후곡형으로 (a)와 같이 날개가 곡선으로 된것과, (b)와 같이 직선으로 된 것이 있다. 후곡형은 효율이 높고 고속에서도 비교적 정속한 운전을 할 수 있는 것으로 터보형 송풍기(Turbo Fan)에 적용된다.



(a)후곡형



(b)후향직선형



② 익형(AIR FOIL, LIMIT FAN)

후곡형과 다익형을 개량한 것이다.

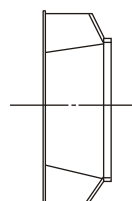
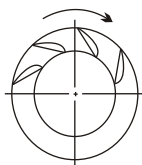
(a)는 익형 송풍기로 박판을 접어서 유선형의 날개를 형성했다. 따라서, 고속회전이 가능하며 소음이 적다.

(b)는 날개를 S자 모양으로 구부린 것으로 리미트로드팬(Limit Load Fan)이라 한다.

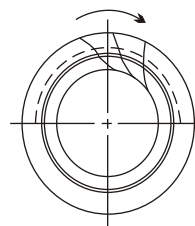
다익형은 풍량이 증가하면 축동력이 급격히 증가하여 오버로드가 된다. 따라서, 이를 보완한 것이 익형 또는 리미트로형이다.



(a)AIR FOIL FAN

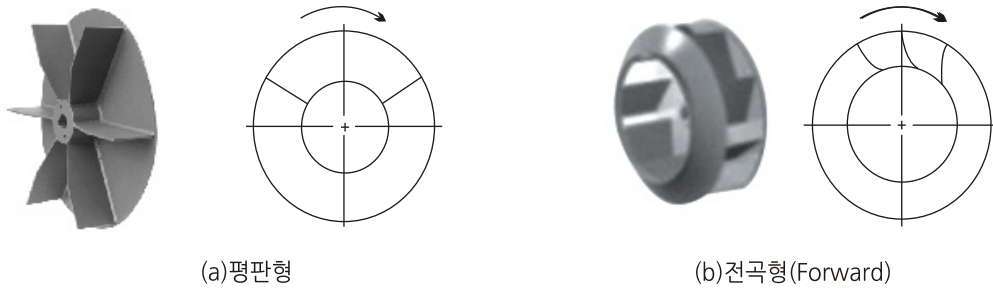


(b)LIMIT FAN



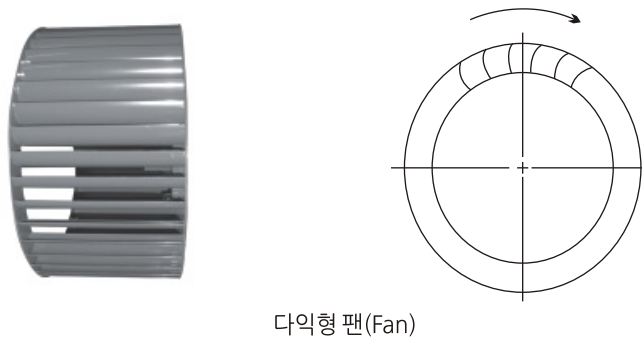
③ 방사형(PLATE FAN)

방사형의 날개로서 (a)는 평판으로, (b)는 전곡(Forward)으로 되어 있다. 방사형은 자기청소(Self Cleaning)의 특성이 있다. 따라서, 분진의 누적이 심하고, 이로 인해 송풍기 날개의 손상이 우려되는 공장용 송풍기에 적합하다. 그러나, 효율이나 소음면에서는 다른 송풍기에 비해 좋지 못하다.



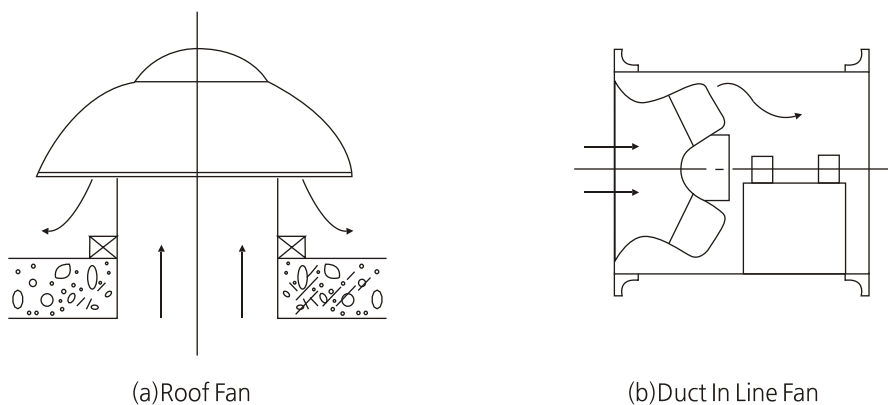
④ 다익형(MULTI BLADE FAN)

날개의 끝부분이 회전방향으로 굽은 전곡형을 동일 용량에 대해서 다른 형식에 비해 회전수가 상당히 적다. 동일용량에 대해서 송풍기 크기가 적고, 특히 팬모일유닛(FCU)에 적합하며, 저속 덕트용 송풍기로 다익형송풍기(Sirocco Fan)라 한다.



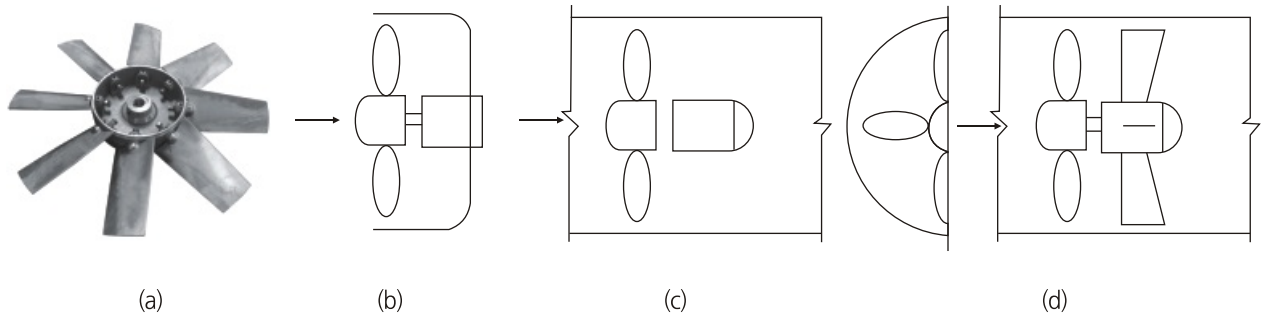
⑤ 관류형(TUBULAR FAN)

관류송풍기(Tubular Fan)로 회전날개는 후곡형이며, 원심력으로 빠져나간 기류는 그림에서와 같이 축방향으로 안내 되어 나간다. 관류송풍기는 정압이 비교적 낮고, 송풍량도 적은 환기팬으로 욕상에 많이 설치된다. 이를 응용한 Duct In Line Fan도 있다.



⑥ 축류형(Axial Fan)

(a)와 같이 프로펠러형의 브레이드가 기체를 축방향으로 송풍한다. 축류송풍기는 낮은 풍압에 많은 풍량을 송풍하는데 적합하다. 덕트시스템이 없고, 공기 기류에 대한 저항이 적은 경우인 환기팬, 소형냉각탑, 유닛 히터에는 그림(b)와 같은 프로펠러팬(Propeller Fan)이 사용된다. (c)는 튜브 축류팬(Tube Axial Fan)으로 관모양의 하우징(Housing)내에 송풍기가 들어있다. 이 형식의 송풍기는 덕트 도중에 설치하여 송풍압력을 높이거나 국소 통기 또는 대형 냉각탑에 사용된다. (d)는 축류팬의 전후에 가이드 베인(Guide Vane)을 설치한 것으로, 기류를 정류하는 역할도 갖는다. 따라서, 국소통풍이나 터널의환기에 사용된다.



4. 송풍기의 특성

송풍기의 곡선은 특성을 나타내는 것이며 개개의 기종에 따라 다른 특성을 나타내는 것이다. 또 동일 종류 중에서도 날개 출구가 크고, 작음, 압력비 등에 의해서 그 특성이 다르다. 그림을 비교하면 그 특성이 잘 나타나 있다.

종 목		원 심 환					축 류 팬 (프로펠러)
		터보팬	에어호일팬	레이디얼팬	리미트로오드팬	다익팬 (시로코)	
날 개							
특 성							
비 교	크 기	⑤	③	③	②	대소	①
	축동력	②	①	①	③	최대⑤	
	경 음	②	①	①	최대⑤	④	
압력mmAq(Rs)		50~1000	50~300	50~300	25~150	10~100	0~100
80폰을 나타낸 압력 mmAq		100	150	80	40	50	30
용 도		강압송풍	일반송풍	분진이송 원료이송	일반송풍	일반송풍	일반송풍

(a) 팬 일람표

1) 특성곡선의 구성

각종 송풍기는 고유의 특성이 있다. 이러한 특성을 하나의 선도로 나타낸 것을 송풍기의 특성곡선이라 한다.

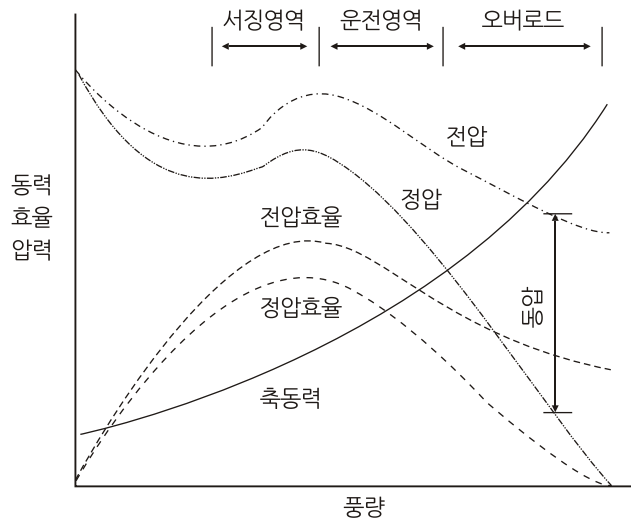
즉, 어떠한 송풍기의 특성을 나타내기 위하여 일정한 회전수에서 횡축을 풍량 $Q[m^3/min]$, 종축을 압력(정압 P_s , 전압 P_t)[mmAq], 효율[%], 소요동력L[Kw]로 놓고 풍량에 따라 이들의 변화 과정을 나타낸 것을 말하며, 그림은 한 예이다.

그림에 의하면, 일정속도를 회전하는 송풍기의 풍량조절댐퍼를 열어서 송풍량을 증가시키면 축동력(실선)은 점차 급상승하고, 전압(1점쇄선)과 정압(2점쇄선)은 산형을 이루면서 강하한다. 여기서 전압과 정압의 차가 동압이다. 한편, 효율은 전압을 기준으로 하는 전압효율(점선)과 정압을 기준으로 하는 정압효율(은선)이 있는데 포물선 형식으로 어느 한계까지 증가후 감소한다.

따라서, 풍량이 어느 한계 이상이 되면 축동력이 급증하고, 압력과 효율은 낮아지는 오버로드 현상이 있는 영역과, 정압곡선에서 좌하향 곡선부분은 송풍기 동작이 불안정한 서어징(Surging)현상이 있는 곳으로서 이 두 영역에서의 운전은 좋지 않다.

서어징(Surging)의 대책

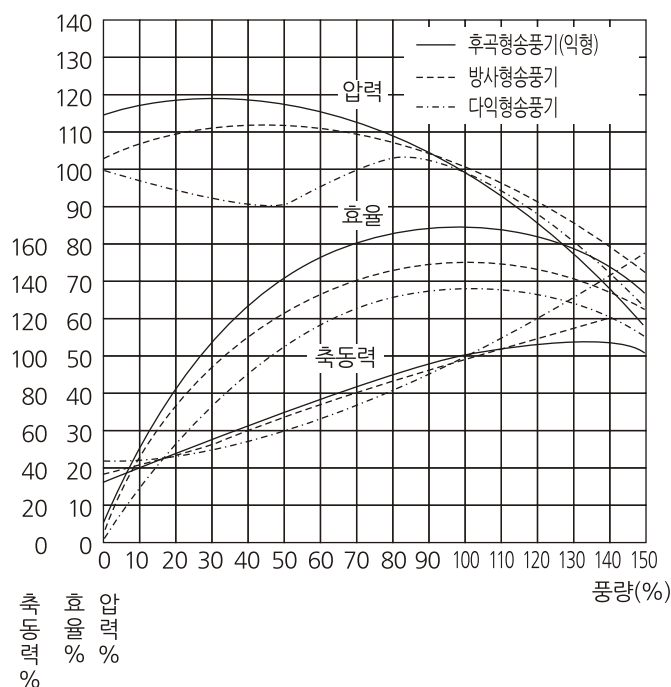
- (1) 시방 풍력이 많고, 실사용 풍량이 적을 때 바이패스 또는 방풍한다.
- (2) 흡입댐퍼, 토출댐퍼, R.P.M으로 조정한다.
- (3) 축류식 송풍기는 동.정익의 각도를 조정한다.



2) 각종 송풍기의 특성곡선과 특성비교

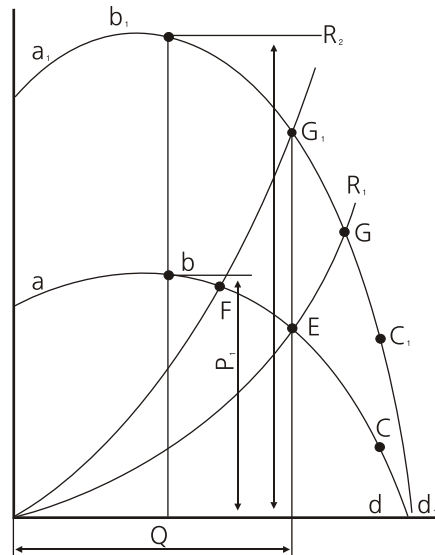
후곡형 송풍기, 방사형 송풍기, 다익형 송풍기에 대한 특성곡선이다.

이 곡선은 최고효율점에 대한 풍량, 압력 및 축동력을 백분율로 표시하여 비교하였다.



3) 직렬운전

압력을 승압할 목적으로 동일 특성의 송풍기를 2대 직렬 연결하여 운전하는 경우 그림에서 곡선 a, b, c, d는 1대 운전시의 특성을 알면, 2대 직렬운전 후의 특성은 어떤 풍량점에서의 압력을 2배로 하여 얻어진다.
예를 들면 b₁점은 b점 압력의 2배의 압력이 되어 a₁, b₁, c₁, d₁를 얻는다.



특성곡선은 이와 같이 2배하여 얻어지지만 단독운전의 송풍기에 1대 추가하여 직렬운전해도 실제의 운전압력은 2배로 되지 않는다. 그것은 관로저항이 2배로 되어 변하지 않기 때문에 저항곡선은 R₁이고, 1대 운전시의 작동점(E)에 해당하는 압력이 2대 운전시의 경우(G)에 해당하는 압력으로 되기 때문이다. 또, 2대 운전하고 있는 장치의 1대를 정지한 경우의 작동점은 저항곡선 R₁상의 G₁점에서 F₁점으로 이동하고, 압력은 절반 이상이 된다.

압력이 높은 송풍기를 직렬로 연결한 경우, 1대째의 승압에 의해 2대째의 송풍기가 기계적 문제로 일어날 수 있으므로 주의하지 않으면 안된다.

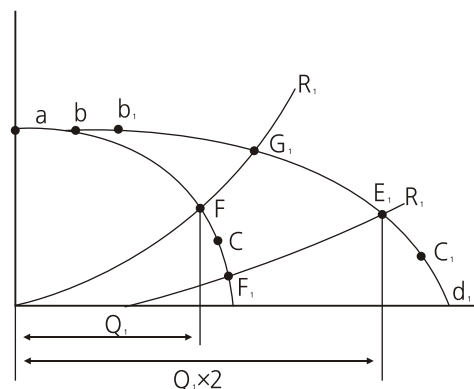
4) 병렬운전

필요풍량이 부족한 경우나 대수 제어 운전을 행하고자 하여 동일특성의 송풍기를 2대 이상 병렬로 연결하여 운전하는 경우는 직렬의 경우와 동일하게 a₁, b₁, c₁, d₁를 얻을 수 있다.

이 경우도 특성곡선은 풍량을 2배하여 얻어지지만, 실제 2대 운전후의 작동점은 G₁이기 때문에 2배의 풍량으로는 되지 않는다.

또한 병렬운전을 행하고 있는 송풍기중 1대를 정지하여 단독운전해도 작동점 E₁에서 F₁로 되고 풍량은 절반 이상이 된다.

특성이 크게 다른 송풍기를 병렬운전하는 것은 운전이 불가능한 경우도 있으므로 피하는 편이 좋다.



5) 장치의 공기저항

어느 덕트 또는 장치에 공기를 보내는 경우 그 덕트 또는 장치고유의 공기저항을 받는다. 이 저항은 동적인 것과 정적인 것의 두가지가 있어서 풍속의 2승에 비례하여 변화하는 것을 동적저항(제5-1도의 RD)이라하며 풍속에 관계없이 일정한 것을 정적저항(그림5-1의 Rs)이라 한다. 어느 송풍계통에 송풍하는 경우의 저항은 그림5-1도의 RD만이나 RD의 합계의 RT 가운데의 어느쪽이 되는데 송풍기에서는 보통 RD만의 경우가 많다. 그러나 압력자동조절식의 에어필터 등을 사용하는 경우는 계획할 때 특히 주의할 필요가 있다. 장치저항의 일반적인 것으로서 다음과 같은 것이 있다.

A. 덕트계에 의한 것

- ① 마찰저항 ② 곡관저항 ③ 분기, 합류저항
- ④ 면적, 형상의 변화에 의한 저항……기타

B. 장애물에 의한 것

- ① 담파저항 ② 에리미네-타의 저항 ③ 에어필터의 저항
- ④ 히타·쿨러의 저항 ⑤계기류의 저항……기타

6) 장치저항곡선과 송풍기의 작동점

그림 5-2도는 풍량을 800m³/min 유동하였을 때 60mmAq의 저항손실을 받을 송풍계통의 장치저항곡선을 표시한 것이다.

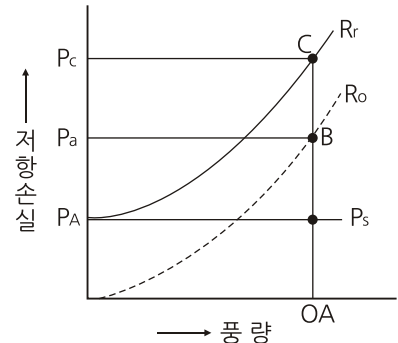
이 그림에서 지금 풍량을 1/2의 400m³/min로 한 경우는

$$\left(\frac{400}{800}\right)^2 \times 60 = 15 \text{ mmAq}$$

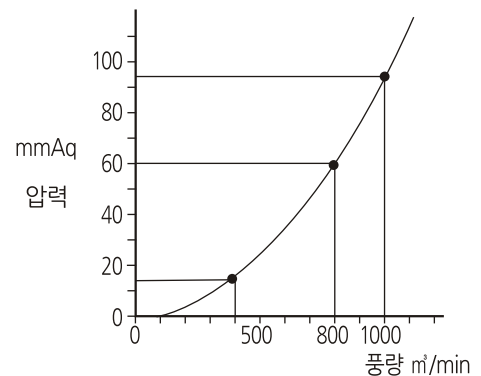
또 1,000m³/min을 유동하였을 때는

$$\left(\frac{1000}{800}\right)^2 \times 60 = 93.8 \text{ mmAq}$$

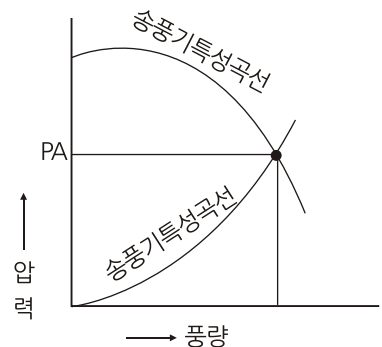
로 되며 이하 똑같이 하여 각 풍량에 대한 손실압력을 구하여 이것을 플롯트하여 곡선으로 이은 것을 개략장치저항곡선으로 본다. 이 장치저항곡선과 송풍기의 특성곡선과의 겹쳐 합한 것이 그림 5-3로 교점A를 송풍기의 작동점이라 부르는 일 작동점이 실제의 계획과 아주 일치하면 문제는 없는 것이나 실제로는 공사 시행중에 있어서의 계획 변경 기타에 의하여 실제의 손실압력과 계획시의 손실압력이 불균형이 되어 소정의 풍량을 얻지 못하는 경우가 가끔있어 보인다.



[그림 5-1]



[그림 5-2]



[그림 5-3]

5. 사양조절법

앞에서 말한 바와 같이 저항손실의 언바란스(Unbalance)가 있든가 또는 계획시의 풍량에 여유를 보든가 하는 일은 종종 있는 것으로서, 이들의 경우 풍량조절법으로서, 일반적으로는 다음과 같은 것을 들수가 있다.

1) 가변피치(Pitch)에 의한 조절법

2) 송풍기의 회전수를 변화시키는 방법

- a. 유도전동기의 2차측저항을 조절
- b. 정류자 전동기에 의한 조절
- c. 극수변환 전동기에 의한 조절
- d. 가변 푸-리(Pulley)에 의한 조절법
- e. v푸-리, 직경비를 변경하는 조절법

3) 석손벤콘트롤(Suction Vane Control)에 의한 조절

4) 흡입구 담파(Damper)에 의한 조절

5) 토출구 담파에 의한 조절

다음에 이들 각 조절법에 대하여 기술한다.

1. 가변핏치에 의한 조절

가변핏치에 의한 조절은, 임페라 날개 취부각도를 바꾸는 방법으로서, 원심송풍기에서는 그 구조가 복잡해져서 비용이 많이 들므로 실용화 되지 않고 단지 축류 송풍기에 많이 채용되고 있다.

그림 5-4는 축류송풍기의 가변핏치콘트롤(Control)인 경우의 성능을 나타내고, 같은 그림에서도 알 수 있는 것과 같이 항상 최고의 효율점에서 사용되고, 용량에 대한 최고효율점의 변동치는 다른 용량제어 보다도 항상 크며 다음에 서술하는 스피드콘트롤과 조합시키므로서 가장 경제적인 콘트롤이 된다.

2. 송풍기의 회전을 변화시키는 방법

송풍기의 회전을 변화시키는 방법(스피드콘트롤)중 a, b, c는 전동기의 회전을 변화시키는 방법이며 특히 b는 임의의 회전이 얻어져 이상적이다. a, c는 푸-리의 직경비를 변경하는 방법이고 d는 대량의 것에서는 그 기구상조작에 난점이 있다. e는 그때그때 회전을 정지하고, 미리부터 준비한 푸-리(Pully)로 교체한 후 V벨트를 바꿔 쓰는 경우 외에는 그다지 사용되지 않는다.

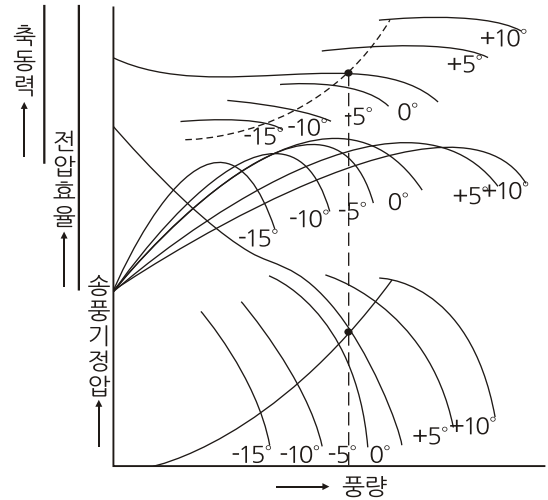
3. Suction Vane Control에 의한 조절

Suction Vane Control에 의한 방법은, 송풍기의 Casing에 흡입구에 붙인 가변날개에 의해서 풍량을 조절하는 방법으로서 풍량의 큰범위(80% 전후까지)에선 스피드콘트롤에 의거하는 것 보다도 효율이 좋고 오히려 경제적이다.

그러나 다익송풍기나 프레이트헨과 같은 날개를 갖은 송풍기로는 그다지 효과는 없고 (GSF) Limit Load Fan이나 Turbo Fan으로는 그 효과를 유감없이 발휘한다.

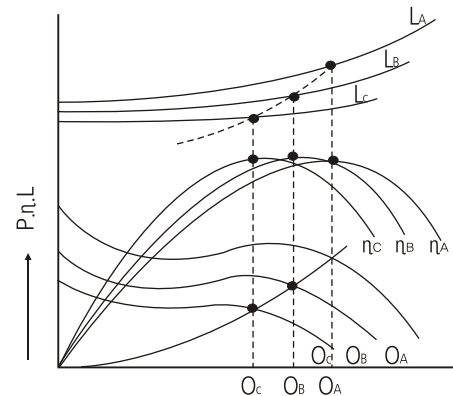
석손벤콘트롤은 수동으로도 되나 온도, 습도에 따라서 자동적으로 콘트롤 할 수가 있다. 석손벤콘트롤에 의한(GLF)Limit Load Fan의 성능은 그림 5-6도에 나타난 것과 같으며, 뒤에 말할 토출담파에 의한 조절보다도 경제적인임을 알 수 있다.

즉, 토출담파는 A, B, C, D에 따라서 동력이 변화하나 석손벤에 의하면 A' B' C' D'에 따라서 변화하고, 결국 이 두개의 곡선으로 둘러싸인 부분에 상당하느니 만큼 동력이 절약된다.



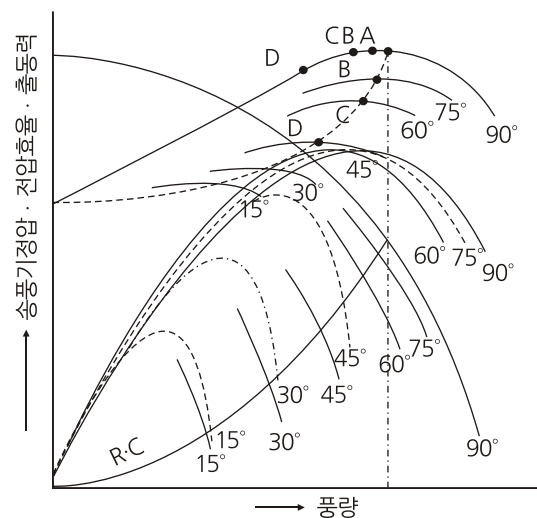
가변식축류송풍기의 가변피치콘트롤에 의한 특성

[그림 5-4]



GSF 다익송풍기의 스피드콘트롤에 의한 특성

[그림 5-5]



GLF Limit Load Fan의 석손벤콘트롤에 의한 특성

[그림 5-6]

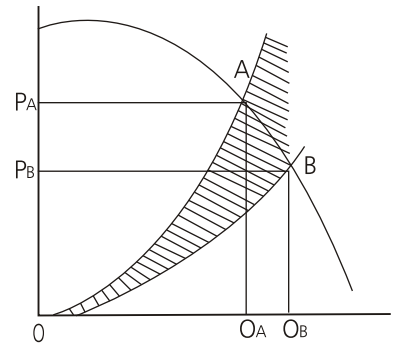
4. 흡입담파에 의한 조절

흡입구 담파에 의한 조절의 경우 토출압은 흡입담파의 조절에 따라서 감소해감으로 석순벤콘트롤의 경우와 같은 성능을 나타내나 동력은 흡입압의 강화에 의해 가스비중의 감소한 비율만큼 동력도 작아질 것이므로 일반공조용의 송풍기와 같이 저압의 것으로는 거의 그 영향은 없고 다음에 기술하는 토출담파에 의한 경우와 변함이 없다.

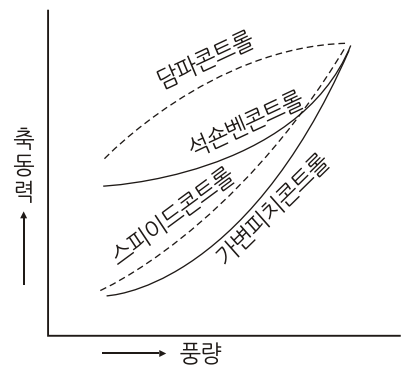
예를 들면 정압 100mmAq의 송풍기를 사용한 경우의 동력보다 1%감소한다. 일반적으로 송풍기는 흡입측 및 토출측의 양면에서 사용하므로서 동력의 차이는 이 송풍기의 경우 1% 이내가 되므로 거의 고려할 필요는 없다.

5. 토출구담파에 의한 조절

가장 일반적이며 염가이고, 다익송풍기나 소형송풍기에 적절하며 또 즐겨 채용되고 있다. 계획풍량에 얼마간의 여유를 계산해 놓고, 실제 사용시에 담파를 조정해서 소정 풍량으로 조절할 경우에 사용된다.



[그림 5-7]



[그림 5-8]

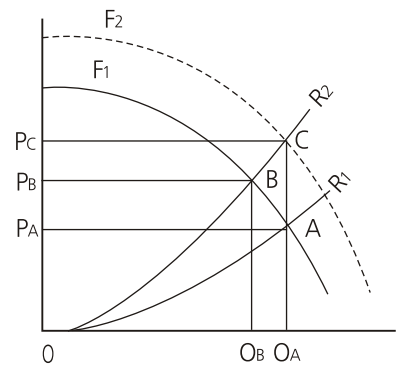
5-1. 송풍기의 풍량이 부족할때

송풍기를 현장에 설치하고 운전을 해본 결과 소정의 풍량이 나지 않는 경우 즉 현장의 형편상 곡관의 수가 계획보다 증가되어 있든가. 또 덕트에 무리한 곳이 생겼다는가 해서 당초의 계획저항보다 실제의 저항이 많아서 그 증가의 형편이 송풍기 선정 때 계산했던 여유율을 상회해서, 풍량이 부족되는 일은 많이 볼 수 있는 일이다.

이것을 그림 5-9에 대하여 설명하면 R1은 계획시의 저항곡선 F1은 당초의 송풍기 특성곡선으로서 그 교차점 A에 있어서 작동할 예정이었다. 그런데 앞에서 말한 것과 같은 이유로서 장치저항이 증가해서 실제의 작동점은 B가 되고, 풍량은 QB밖에 되지 않는다.

이것을 소정풍량의 QA로 하기 위하여는 장치저항을 계획대로의 R1이 되게끔 수정하면 좋을 것이나 실제상의 이런일은 불가능할 경우가 많다. 이럴때 일반적으로 송풍기의 회전수를 증가해서 교차점 C를 통하는 F2의 특성곡선으로 하는 방법이 취해진다.

이 경우의 송풍기특성은 다음 식에 의한다.



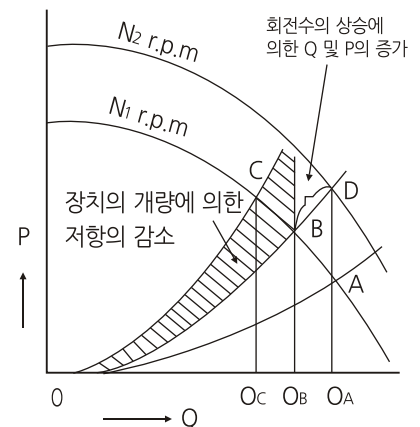
[그림 5-9]

$$(1) \text{회전수 } N_2 = N_1 \times \frac{Q^A}{Q^B}$$

$$(2) \text{풍압 } P_2 = P_1 \times \left\{ \frac{Q^A(\text{또는 } N_2)}{Q^B(\text{또는 } N_1)} \right\}^2$$

$$(3) \text{축동력 } KW_2 = KW_1 \times \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3$$

상기식에서도 알수 있는 것 같이 이같은 경우의 축동력은 회전수(또는 풍량) 비의 3승에 비례해서 증가하므로, 송풍기의 수명, 소음등이 문제가 되므로 특히 주의할 필요가 있다.



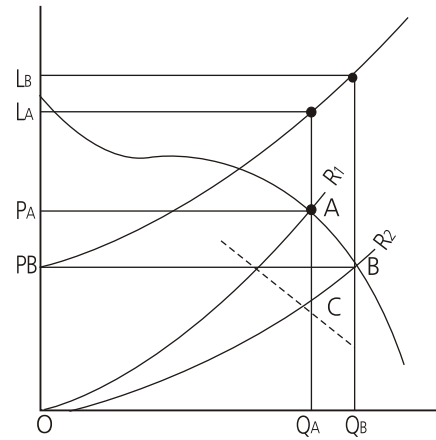
[그림 5-10]

5-2. 송풍기의 풍량이 과다일대

앞의 예와는 반대로 계획 저항보다 실제저항이 적을 경우는 풍량이 소정 이상 과다되는 것이다. 이 대책으로서 다음과 같은 방법이 일반적으로 채용되고 있다.

1) 송풍기의 회전수를 감소하는 방법

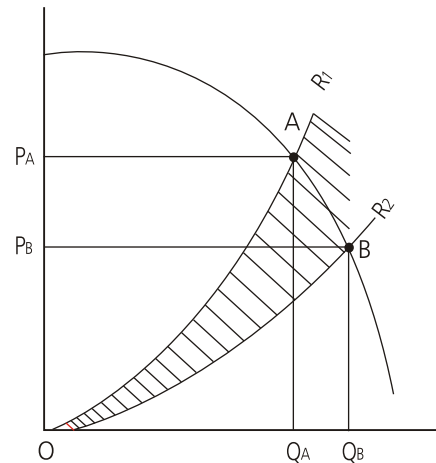
그림 5-11에 있어서 계획저항곡선은 R_1 이었으나 여유를 과도하게 보았기 때문에 실제의 저항곡선은 R_2 가 되고 교차점 B에서 작동하여 풍량은 Q_B 가 되어서 소정풍량의 Q_A 이상이 됐다. 이 때의 소요동력은 기중에 따라서는 증가하고, 경우에 따라서는 오버로드(Over Load)가 된다. 그러므로 송풍기회전수를 교차점 C를 통하는 특성곡선이 될 때까지 내려서 소정풍량의 그 차이보다 클 경우로서 일반적으로 잘 채용되는 것은 다음의 답파에 의한 조절이다.



[그림 5-11]

2) 5-12 답파에 저항을 증가시켜 주는 방법

그림 5-12에 있어서 교차점 A가 계획작동점 교차점 B가 실제작동점이다. 이 때 답파를 조정하여 R_2 의 저항회선을 R_1 의 저항회선으로 만들어 소정의 풍량 Q_A 로 조절하는 것이다. 같은 그림의 $P_A - P_B$ 는 답파에 의해서 부가된 저항을 나타낸다. 이 방법이 가장 간편하고, 염가이므로 즐겨 채용되고 있다. 그러나 이 방법은 다른 방법에 비해서 동력의 감소비는 가장 나쁘다.

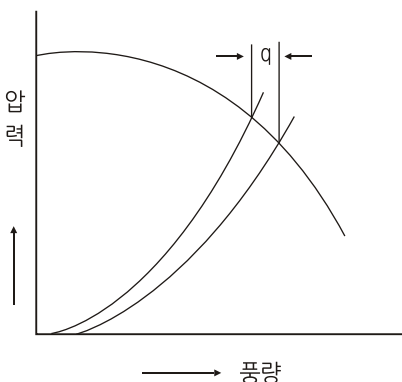


[그림 5-12]

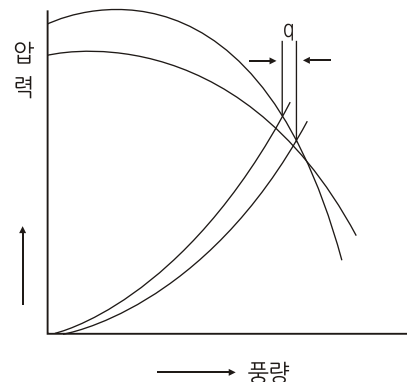
5-3. 송풍기 특성 곡선의 경사정도의 영향

계획저항과 실제값이 너무 크게 틀리면 곤란한 것이나 이 오차에 의해 풍량의 차의 크기는 문제로 삼고 있는 사용영역의 송풍기 특성 곡선의 경사도에 관계하는 것을 고려할 필요가 있다.

지금 5-13에 있어서 이 특성 회선은 평평하기 때문에 장치저항이 약간 바뀐 것 만으로도 풍량의 차는 크게 나타나고 있으나 그림 5-14와 같이 송풍기 특성곡선의 경사도가 급할 경우에는 장치저항이 약간 변동하여도 풍량의 변동은 그다지 크지는 않다.



[그림 5-13]



[그림 5-14]

5-4. 송풍기의 성능확산

1) 송풍기의 법칙

송풍기의 운전조건이나 치수가 달라졌을 때 송풍기의 성능을 예측할 수 있다.

변수	정수	공식	계산예
비중량 $r_1 \rightarrow r_2$ 1.293 $\rightarrow$ 1.20kg	회전속도 송풍기의 크기	$Q_2 = Q_1$	$Q_2 = 120\text{cm}^3, Q_1 = 120\text{cm}^3$
		$P_2 = P_1 \cdot \frac{r_2}{r_1}$	$P_2 = 20 \times (1.20/1.293) = 18.56\text{mmAq}$
		$L_2 = L_1 \cdot \frac{r_2}{r_1}$	$L_2 = 1.5 \times (1.20/1.293) = 1.39\text{Kw}$
회전속도 $N_1 \rightarrow N_2$ 470 $\rightarrow$ 570R.P.M	송풍기의 크기 비중량	$Q_2 = Q_1 \cdot \frac{N_2}{N_1}$	$Q_2 = 120 \times (570/470) = 145\text{cm}^3$
		$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2$	$P_2 = 20 \times (570/470)^2 = 29.4\text{mmAq}$
		$L_2 = L_1 \cdot \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3$	$L_2 = 1.5 \times (570/470)^3 = 2.7\text{Kw}$
송풍기의 크기 $D_1 \rightarrow D_2$ 530 $\rightarrow$ 600	회전속도 비중량	$Q_2 = Q_1 \cdot \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^3$	$Q_2 = 120 \times (600/530)^3 = 174\text{cm}^3$
		$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^2$	$P_2 = 20 \times (600/530)^2 = 25.6\text{mmAq}$
		$L_2 = L_1 \cdot \left(\frac{D_2}{D_1}\right)^5$	$L_2 = 1.5 \times (600/530)^5 = 2.78\text{Kw}$

※ 회전수 변화의 범위는 20%이내이며 이상으로 변경하면 내부의 기류 혼란, 손실 등의 영향에 의해 비례관계가 무너지게 된다.

※ 압력비가 1.1이상의 경우 압력대신에 헤드를 이용한다.

※ 양흡입식은 편흡입식에 비해 압력 및 회전수는 같고 풍량 및 축동력만 약 1.75배 증가한다.

2) 가스의 비중량이 다른 경우

취급가스의 비중량이 시험공기의 비중량과 다른 경우는 시험결과를 다음식에 의해 환산한다.

$$P_0 = \left(\frac{r_0}{r_1}\right) \times P_1$$

$$L_0 = \left(\frac{r_0}{r_1}\right) \times L_1$$

P_0 : 취급가스의 송풍기 전압 또는 정압

L_0 : 취급가스의 동력

P_1 : 시험공기의 송풍기 전압 또는 정압

L_1 : 시험공기의 동력

r_0 : 취급기체의 비중량 kg/m^3

r_1 : 시험공기의 비중량 kg/m^3

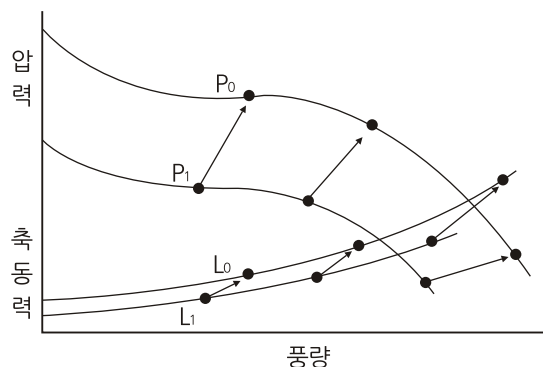
3) 회전수에 따른 성능 변화

송풍기의 규정회전수 n_0 이외의 회전수 n_1 으로 시험한 경우는, 그 결과를 다음식에 의해 환산한다.

$$Q_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right) \times Q_1 \quad P_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^2 \times P_1 \quad L_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right)^3 \times L_1$$

P_0, P_1, L_0 : 규정회전수로 환산후의 풍량, 압력, 축동력

Q_1, P_1, L_1 : 시험시의 회전수에 대한 풍량, 압력, 축동력



[예] 어떤 송풍기가 규정회전수 1000R.P.M에 대하여 800R.P.M로 운전하고, 풍량 $42\text{m}^3/\text{min}$ 정압 20mmAq , 축동력 0.3Kw 라고 하는 결과를 얻는다. 규정회전수로 환산하면 각각 어떻게 되는가?

[풀이] $Q_0 = \left(\frac{n_0}{n_1}\right) \times Q_1 = \left(\frac{1000}{800}\right) \times 42 = 52.5 \text{ m}^3/\text{min}$

$$P_0 = \left(\frac{1000}{800}\right)^2 \times 20 = 31.3\text{mm}$$

$$L_0 = \left(\frac{1000}{800}\right)^3 \times 0.3 = 0.586\text{mm}$$

4) 온도에 따른 성능변화

취급가스에 온도 t_0 가 t_1 으로 변한 경우의 성능변화는 다음식에 의해 계산한다.

$$Q_1 = Q_0, \quad P_1 = \left(\frac{273+t_0}{273+t_1} \right) \times P_0, \quad L_1 = \left(\frac{273+t_0}{273+t_1} \right) \times L_0,$$

Q_0, P_0, L_0 : 온도 t_0 에서 풍량, 압력, 축동력
 Q_1, P_1, L_1 : 온도 t_1 에서 풍량, 압력, 축동력

이 TECHNICAL DATA에 기재된 성능곡선은 모두 표준상태(온도 20℃, 절대압력 760mmHg, 상대온도 65%의 공기)로 표시되어 있다.

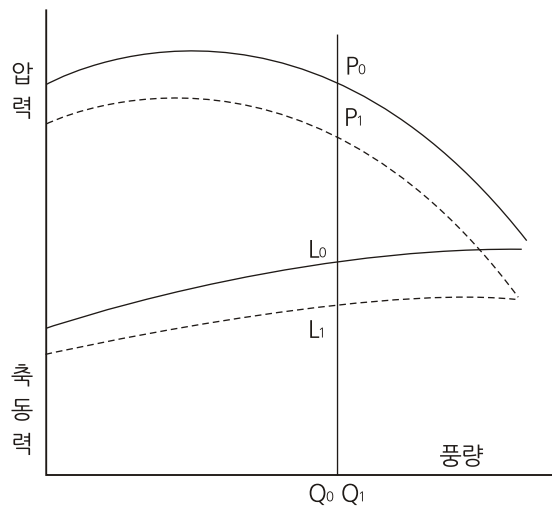
[예] 취급가스가 온도 100℃에서, 그때의 압력이 100mmAq, 축동력이 5Kw이다.

이것을 20℃, 상온으로 운전하면 그때의 성능은.

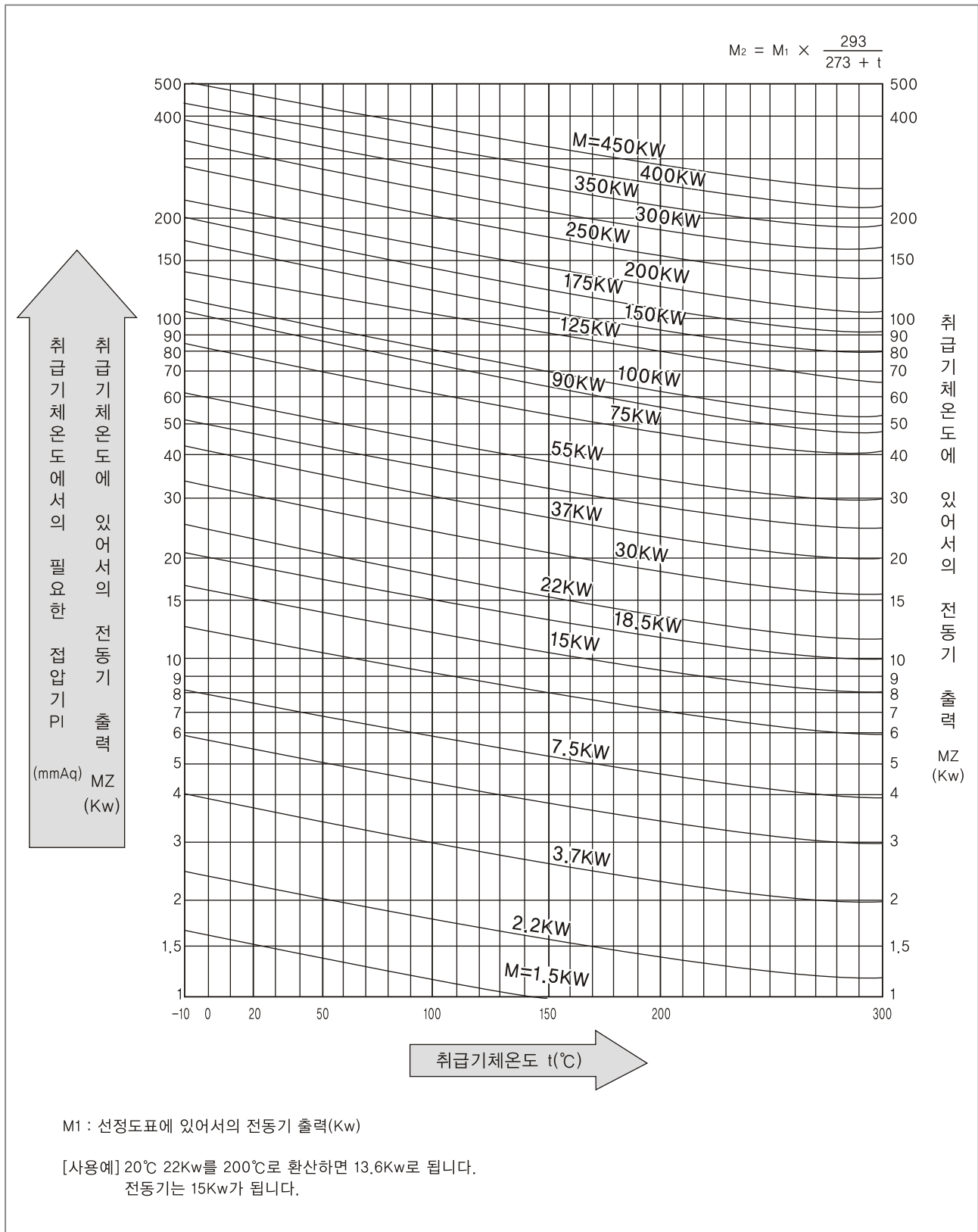
$$\text{압력 } P_0 = \left(\frac{273+100}{273+20} \right) \times 100 = 127.3\text{mmAq}$$

$$\text{축동력 } L_0 = \left(\frac{273+100}{273+20} \right) \times 5 = 6.37\text{kw}, \quad Q_0 = Q_1 \text{이 된다.}$$

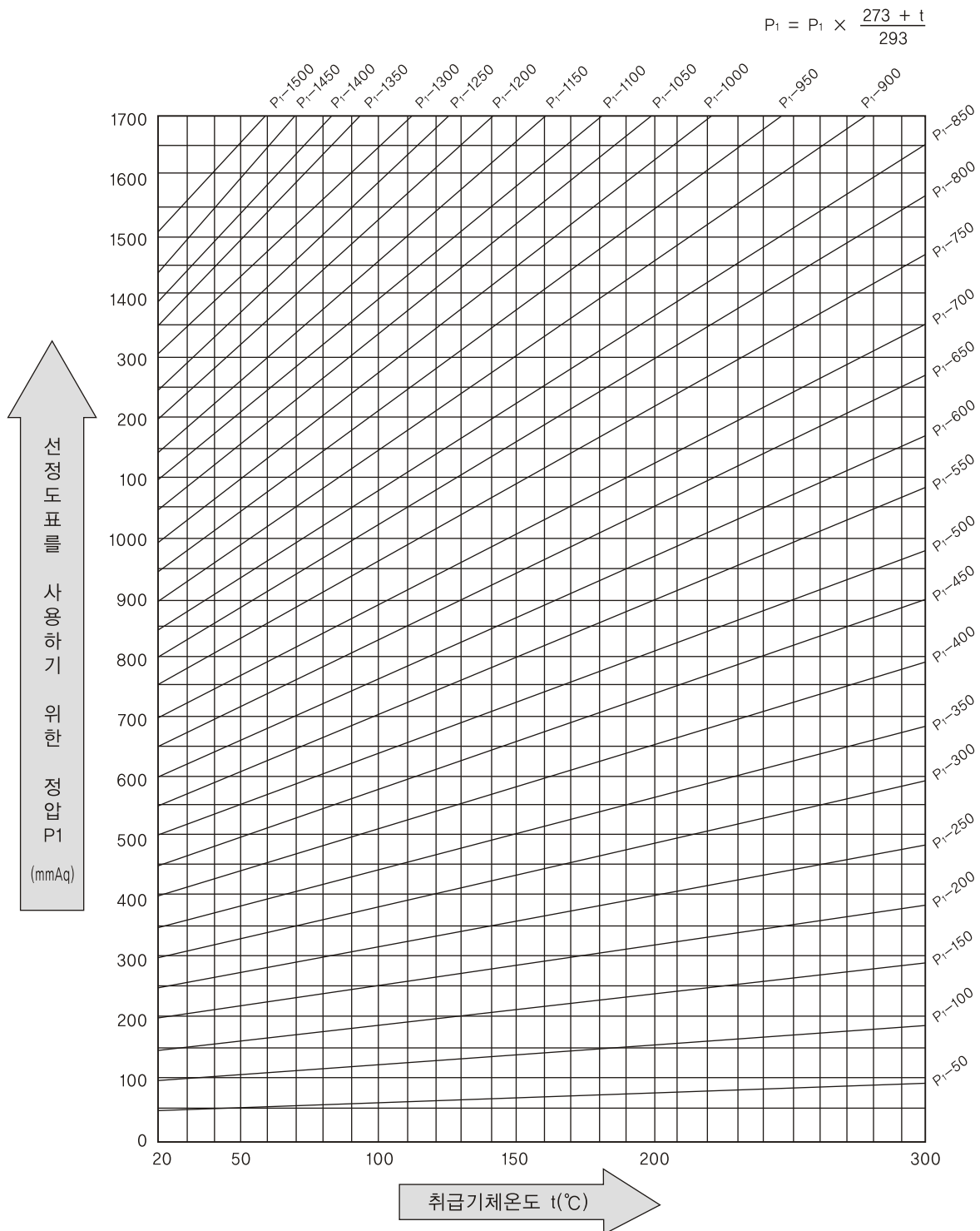
P_0, L_0 : 표준상태
 P_1, L_1 : 100℃에서의 정압과 축동력



전동기 출력의 온도환산도표



압력의 온도환산도표

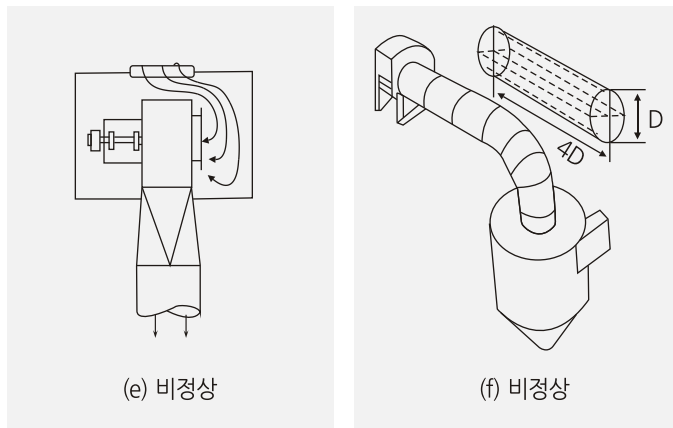
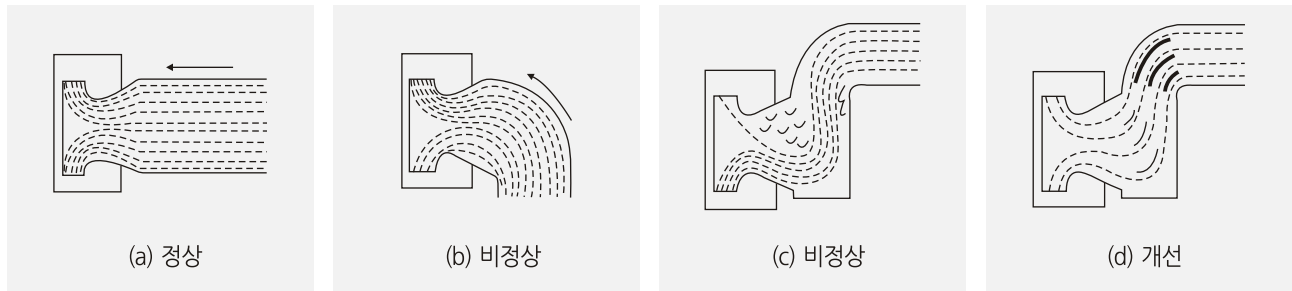


[사용예] 200°C 400mmAq의 공기를 20°C 공기의 압력으로 환산하면 도표에서 646mmAq가 된다.

6. 송풍기의 덕트의 연결

송풍기의 성능특성곡선은 흡입 및 토출측 공히 이상적인 상태에서 시험한 것이므로 실제의 설치가 이상상태와 다른 경우 성능은 악화된다.

1) 송풍기 흡입구쪽으로 편중된 흡입을 발생하는 경우



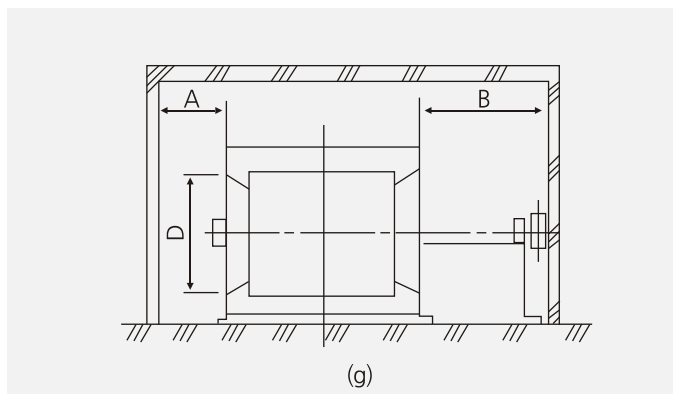
대책으로는

(b), (c)는 안내판을 넣는 것으로서 상당히 개선된다.

(e)는 흡입실의 공기취입구의 위치를 변경 하든가 안내판을 넣는 것으로서 개선된다.

(d)를 참고하라.)

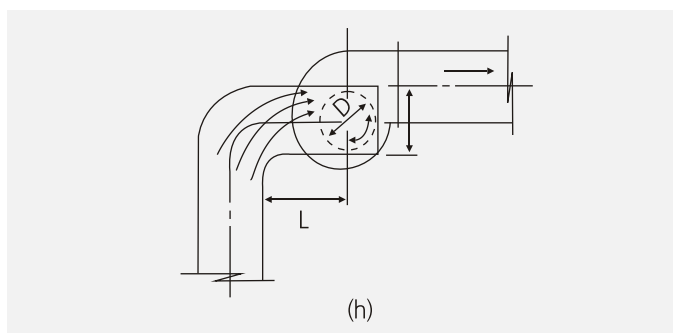
(f)는 덕트내에 안내판을 넣은 이외에 곡관부의 직경에 4배 이상의 기장에서 곡관을 처리한다.



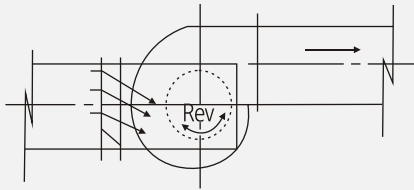
(g) $A=B$ 로 할 것. $(A=B) > 0.75D$ 가 바람직하다.

A, B가 0.75D이하의 경우는 흡입저항을 고려하지 않으면 안된다.

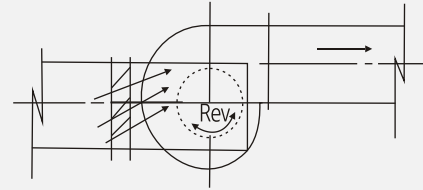
$A \neq B$ 로 0.75D 이하의 경우는 각각의 흡입저항이 다르므로 병렬운전과 같은 성능으로 되기 때문에 충분히 검토하지 않으면 안된다.



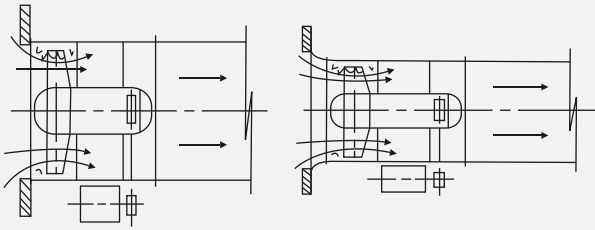
(h) 공기의 유입방향이 임페라의 회전방향과 동방향이 되어 풍량의 감소를 수반한다. 오히려 역경우는 오버로드를 가져오지만 어느쪽이나 다오편에 안내판을 넣든가 또는 L을 4D이상 충분히 잡는 것으로 문제는 해결된다.



(i) 공기의 유입방향이 임페라의 회전방향과 역으로 되어 오버로드를 가져온다.



(j) 담파를 조이면 동력은 석순벤특성에 접근하여 토출담파를 조였을 때의 차이보다 작다.

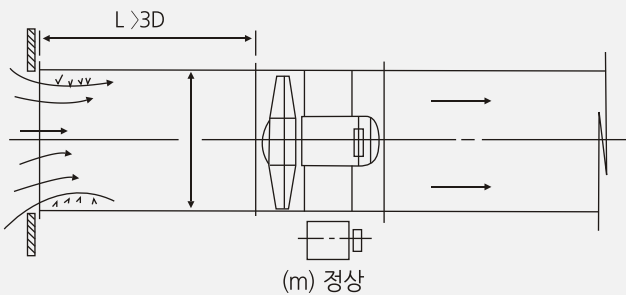


(k) 비정상

(l) 정상

(k) 공기의 흐름이 혼란하여 날개의 앞부분이 작용 못하게 되어 과류·소음을 발생하여 송풍기 효율의 저하를 가져온다.

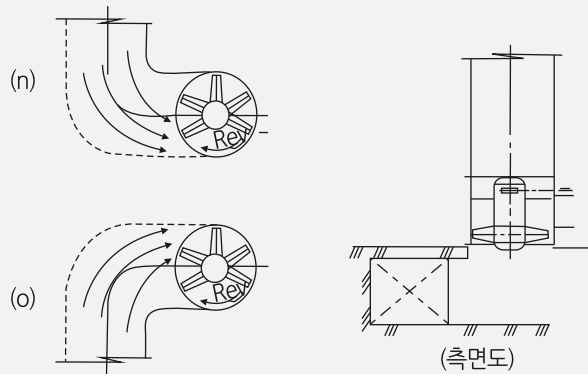
(l) 벨마우스 또는 호퍼(Hopper)를 붙이면 공기의 흐름은 정류되어 송풍기 효율은 좋아진다.



(m) 정상

(m) 흡입측에 충분한 직관부를 취하면 좋다.

2) 흡입구에서 흐름이 선회하는 경우



(n)

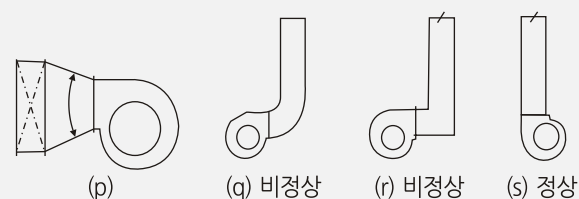
(o)

(측면도)

(n) 공기의 흐름방향이 날개의 회전방향과 역으로 되어 오버로드를 가져온다.

(o) 공기의 흐름방향이 날개의 회전방향과 동방향이 되어 풍량의 감소를 수반한다.

(3) 송풍기압력이 완전히 성장 못하게 된 토출덕트의 경우



(p)

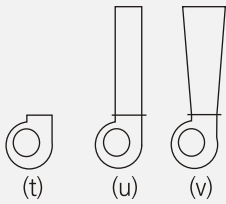
(q) 비정상

(r) 비정상

(s) 정상

토출 Pd와 같은 손실

(p) 토출구에 확대관이 달린 송풍기의 확대각은 30°를 넘으면 안된다.



토출이 대기중일때 지금 흡입측손실을 75mmAq 였다고 하고 토출풍속 1000m/min(동압Pd=17mmAq)였을때 송풍기의 필요정압은

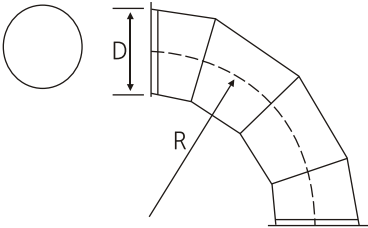
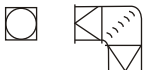
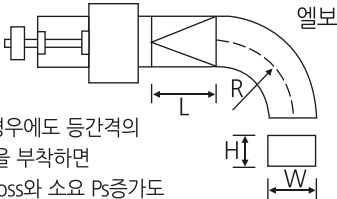
(t) ... $75 + \frac{1}{2}Pd = 75 + 8.5 (\text{mmAq})$

(u) ... $75 + \text{직관의 마찰손실} = 75 + 3.0 = 78 (\text{mmAq})$

(v) ... $75 + \text{확대관의 마찰손실} + \text{탈환} = 75 + 1.5 - 10 = 66.5 (\text{mmAq})$

단(v)의 토출풍속은 (t),(u)의 $\frac{1}{3}$ 로 한다.

4) 풍량 감소에 대한 정압보상비

기 사 (주, 본 손실표에는 마찰손실을 포함치 않음.)		무보정시 풍량의 감소	풍량보상에 필요한 Ps 증가		
	3절엘보	R/D = 0.5 1.0 2.0 6.0	12% 6 5 5	30% 13 11 11	
	4절엘보	R/D = 1.0 2.0 8.0	6 4 4	13 9 9	
	5절 이상 엘보	R/D = 1.0 2.0 8.0	5 4 4	11 9 9	
	직각엘보 Vane 없음		16	12	
	Vane부각다트		Vane 없음 A B C D	17 8 6 5 4	45 18 13 11 9
			환 → 각 → 환엘보	8	18
	Vane이 없는 각엘보		H/W=0.25 & R/2=0.5 1.0 2.0	7 4 4	15 9 9
	 어떤 경우에도 등간격의 3엽벤을 부착하면 풍량 Loss와 소요 Ps증가도 무벤의 1/3이 된다.		H/W=1.00 & R/W=0.5 1.0 2.0	12 5 4	30 11 9
			H/W=4.00 & R/W=0.5 1.0 2.0	15 8 4	39 19 9
			흡입구다트		L/D=0(다트 없음) 2 1/2 5 7 1/2 10

<표 1-1>

비고 : 1. Vane 없는 각엘보-흡입구 천이부분의 각도는 어느 부분도 30도를 넘지 않을 것. 30도 이내에서 L가 송풍기 입구경 보다 작으면 천이의 Loss는 무시된다. 길면 엘보가 송풍기에서 멀리 되므로 유리하다.

2. 흡입구다트-L가 2½D 증가하면은 해가 되는 효과를 약20%씩 감소시킨다. 예컨대, 풍량손실 10%, Fan Ps 23%의 증가를 가져 오는 엘보의 경우 직관을 다는 일에 의한 변화는 상기 표와 같다.

7. 시험편

1. 소음시험

소음의 측정은 [KS B6361]에 규정되어 있으며 간단히 소개한다.

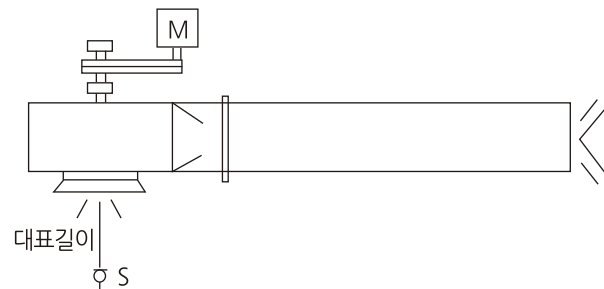
1) 측정방법

- ① 소음계의 주파수 보정회로는 A특성을 사용한다(dB(A))
- ② 소음시험에 앞서 측정점의 암소음을 측정한다.
- ③ 소음계의 마이크로폰을 음원의 방향으로 향하게 한다.
- ④ 소음계의 동특성은 원칙적으로 느린 동특성(Slow)을 사용한다.
- ⑤ 소음레벨의 눈금값은 지시값에 가장 가까운 정수값으로 한다.
- ⑥ 암소음은 대상소음의 눈금값보다 10dB 낮은 것이 바람직 하나, 부득이하여 지시의 차이가 4~9dB 일때는 암소음의 보정값에 따라 보정한다.

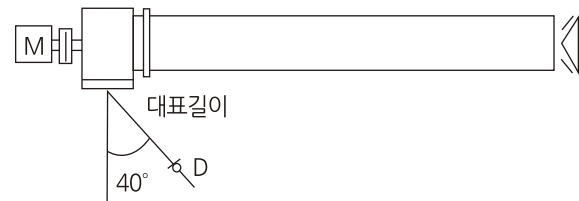
레벨차	4	5	6	7	8	9
보정차	-2			-1		

2) 측정위치

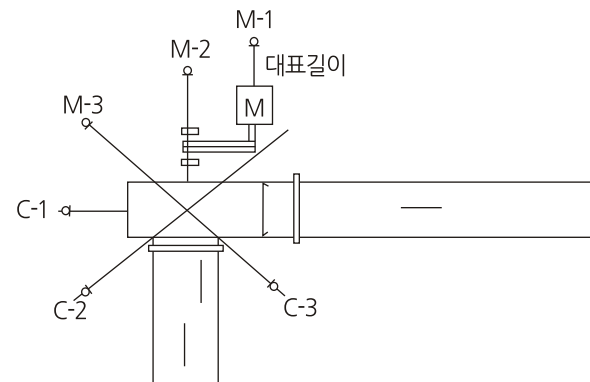
- ① 흡입구가 대기에 개방된 경우



- ② 토출구가 대기에 개방된 경우



- ③ 흡입구, 토출구의 양자가 덕트에 연결된 경우



3) 대표길이

소음 측정점까지의 거리에 관계되는 양으로서 흡입구 및 토출구로부터의 방사음을 대상으로 하는 경우 그 임펠러의 지름 또는 1m중에서 큰 쪽의 길이를 택한다. 케이싱으로부터의 방사음을 대상으로 하는 경우는 1m를 택한다.

4) 이론 소음 계산

① 풍량과 풍압으로부터 소음을 추정할 때 송풍기의 소음은 풍량×풍압²에 비례하며, 다음 식에 의해 구할 수 있다.

$$dB = dB_s + 10 \log \left(\frac{Q \times Pt^2}{60} \right) (dB)$$

dB_s : 비소음(dB)

Q : 풍량(m^3/min)

Pt : 전압(mmAq)

송풍기의 기종과 비소음 레벨(dBs)(Specific Noise)

기종명	비소음레벨
Turbo Fan	35~40
Plate Fan	45~50
Axial Fan	50~55

기종명	비소음레벨
Airfoil Fan	30~35
Sirocco Fan	40~45

[예] Sirocco Fan의 사양이 풍량 350 m^3/min , 전압50mmAq일 때 소음치를 추정하려면

$$dB = 40 \sim 45 + 10 \log \left(\frac{350 \times 50^2}{60} \right) \\ = 82 \sim 87 dB$$

② 소음법칙에 의한 계산

$$① dB_2 = dB_1 + 70 \log \frac{NO_2}{NO_1} + 50 \log \frac{n_2}{n_1}$$

$$② dB_2 = dB_1 + 20 \log \frac{NO_2}{NO_1} + 25 \log \frac{P_2}{P_1}$$

$$③ dB_2 = dB_1 - 80 \log \frac{NO_2}{NO_1} + 50 \log \frac{Q_2}{Q_1}$$

$$④ dB_2 = dB_1 - 13.3 \log \frac{NO_2}{NO_1} + 16.6 \log \frac{KW_2}{KW_1}$$

$$⑤ dB_2 = dB_1 - 10 \log \frac{Q_2}{Q_1} + 20 \log \frac{P_2}{P_1}$$

NO : 송풍기의 기번

Q : 공기량

P : 풍압

n : 회전수

KW : 축동력

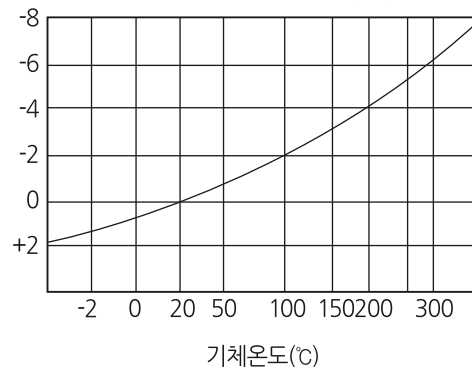
[예] Sirocco Fan #5가 현재 운전중에 있지만, 이 용량을 20% 증가하고 싶다. 이 경우의 소음은 어떻게 되는가?
단, 현재의 소음은 78dB로 한다.

[해] 상기 소음법칙(1)에 의해

$$dB_2 = 78 + 70 \log \frac{NO_5}{NO_5} + 50 \log \frac{1.2 \times n_1}{n_1} \\ = 78 + 70 \times 0 + 50 \log 1.2 \\ = 78 + 4 = 82 dB$$

답 = 82dB

기체온도에 대한 보정치(dB)



5) 거리에 의한 감쇄

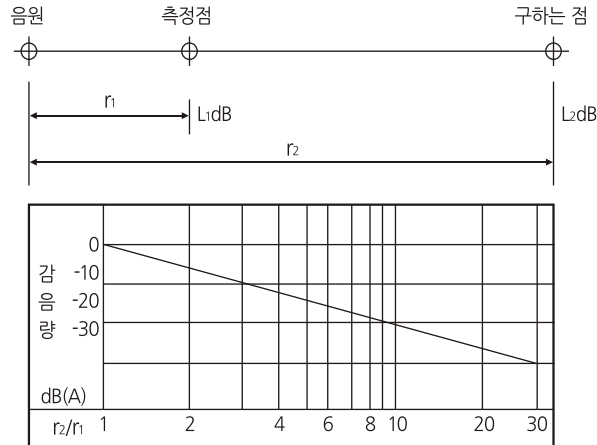
자유공간에 있어서 거리에 따른 음의 감쇄량

$$L_2(\text{dB}) = L_1(\text{dB}) - 20\text{Log}(r_2/r_1)$$

r_1 : 소음측정점과 송풍기의 거리

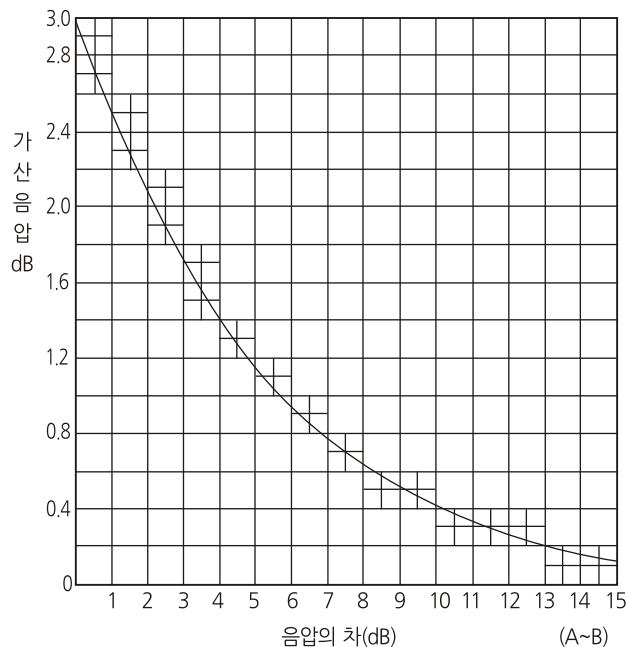
r_2 : 소음을 구하는 점의 송풍기로 부터의 거리

$$r_1 = 1\text{m로한 경우 } r_2\text{점에서 감쇄량은 } \Delta\text{dB} \approx 20\text{Log}(r_2)$$



6) 합성음에 의한 증감

소음을 발생하는 송풍기가 2대 이상 운전하고 있는 경우의 합성음은 계산도표를 이용하여 산출한다.



[예] 80dB의 음과 78dB의 음이 합성될 때 합성음압레벨은

$$A - B = 80 - 78 = 2 \text{ 계산도표로부터 합성음압레벨} = A + 2.1 = 82.1\text{dB}$$

[예] 동일 소음을 발생하고 있는 2대의 송풍기의 합성음의 증음량은 도표에 의해 그 차는 0이기 때문에 증음량은 3dB로 된다. 이것을 계산에 의해 구하는 경우는 다음 식에 의한다.

$$\Delta\text{dB} = 10\text{Log} \frac{S_2}{S_1} = 10\text{Log} 2/1 = 3\text{dB}$$

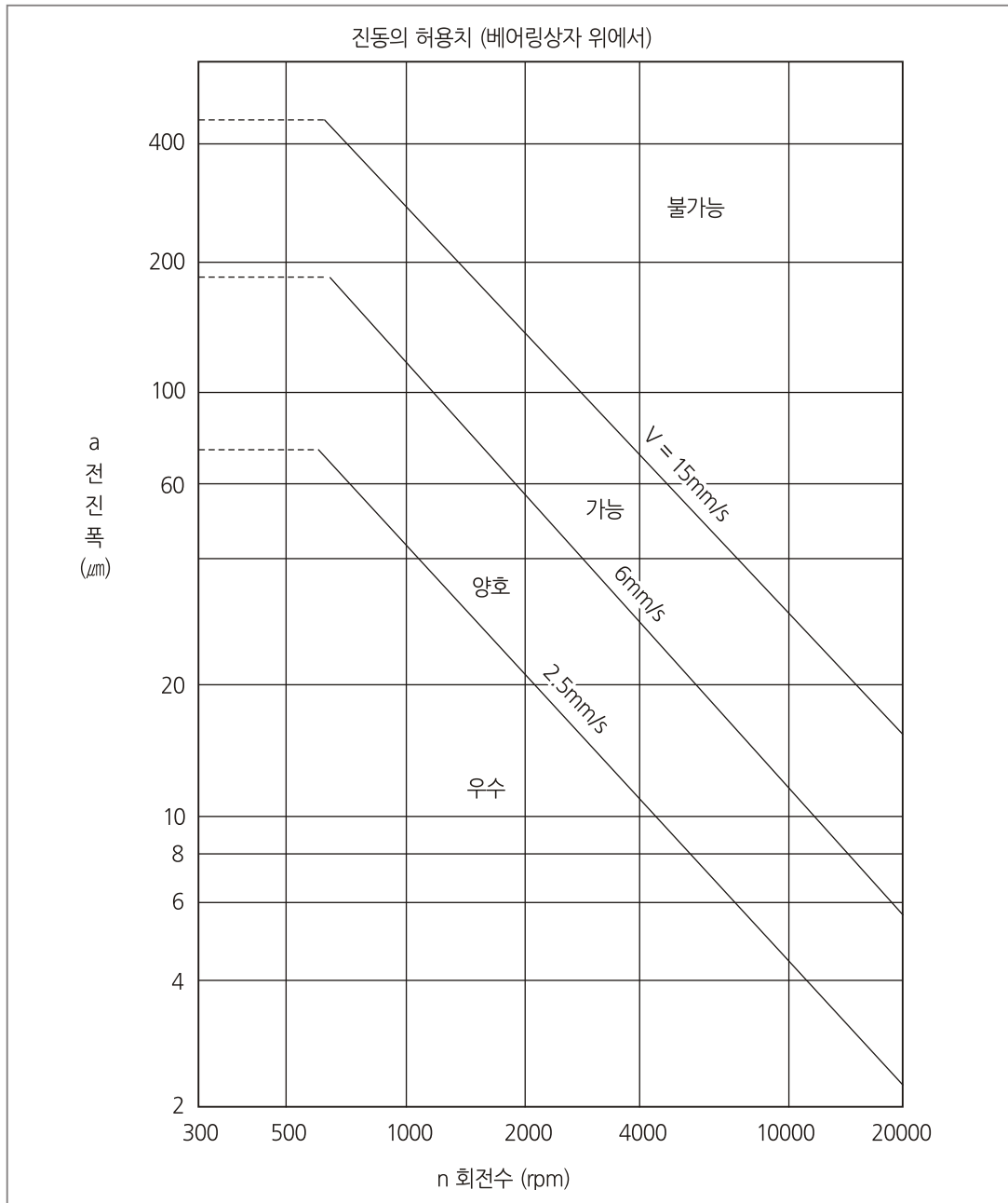
S_2 : 기기대수($S_1=1$)
 S_1 : 기기전대수

[예] 동일 소음을 발생하고 있는 3대의 송풍기의 합성음의 증음량은 2대일 때 3dB 크게 되기 때문에 2대와 1대의 차는 3dB이고 표로부터 그 증음량은 $3\text{dB} + 1.77\text{dB} = 4.77\text{dB}$ 로 된다.

2. 진동시험

1) KSB 6311중의 참고값

송풍기의 진동측정법은 KS에는 아직 없지만 보통은 베어링부분의 진동진폭을 상하 수평 축방향에 대하여 측정하고 있다. 진동의 허용 추천값은 송풍기를 정반에 고정시켜 운전하는 경우 [KSB 6311]에 있는 그림을 참고로 하고 있다.



※ 비고 : 원동기쪽의 진동이 송풍기에 영향을 미치기도 하므로 축이음에 대해서는 주의할 필요가 있다.

※ 참고 : 전진폭 $a(\mu m)$ 와 진동속도 $V(mm/s)$ 의 관계는 다음과 같다.

$$V = \frac{a \cdot \omega}{2 \times 10^3} = \frac{a \pi n}{6 \times 10^4} \quad \text{여기에서 } \omega : \text{각속도 } \frac{2 \pi n}{60} \text{ (rad/s)}$$

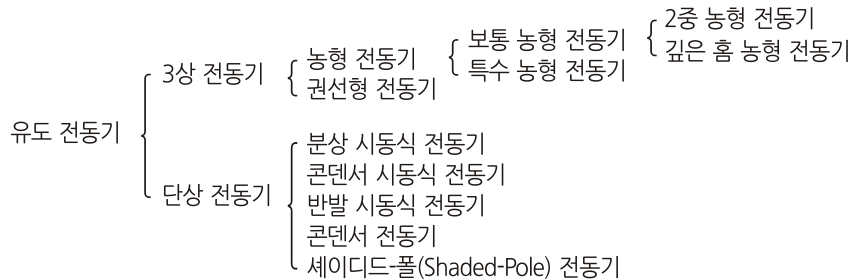
3. 베어링 온도

송풍기의 베어링온도는 KSB 6311에서 지정이 없는 경우는 주위 공기온도 보다 40℃이상 높아서는 안된다고 되어 있다. 또는 최고온도 70℃를 넘지 않는 편이 좋으며 일반적으로 측정방법으로서는 베어링 Housing 표면온도로 표시된다.

4. 전동기

전동기는 사용전원에 의하여 크기는 단상 2선식과 삼상 3선식으로 구분된다. 또한 단상일 경우와 삼상일 경우도 각각, 사용전압을 확인하여야 하며, 설치장소의 주의 여건에 따라 절연등급, 냉각방법 등이 바뀌므로 취급가스의 성질, 온도, 전동기가 부착된 기계의 설치 장소 등에 적절한 형의 전동기를 선택해야 한다. 그리고, 국내가 아닌 외국에 수출될 경우 해당지역의 주파수(Hz)를 확인해볼 필요가 있다.

가. 유도 전동기의 분류



나. 전동기 보호 형식(KSC 4402)

제1기호 (제1형식명)	0 무보호형	2 방적형	3 방우형	4 방말형	5 방분류형	6 방파랑형	7 방침형	8 수중형
0(무보호형)	IP 00				X	X	X	X
1(반보호형)	IP 10	IP 12 S			X	X	X	X
2(보호형)	IP 20	IP 22 S	IP 23 S	IP 24	X	X	X	X
4(전폐형)	X			IP 44				
5(방진형)	X			IP 54				

내 용	형 식	기 호	기호의 설명
인체 및 고형 이물에 대한 보호	무보호형	0	인체의 접촉, 이물의 침입에 대해 특별한 보호를 하고 있지 않은 구조
	반보호형	1	인체의 큰부분 예를 들면, 손의 실수로 내부의 회전 부분 또는 도전 부분에 접촉하지 않도록 된 구조 직경 50mm를 넘는 고형 이물이 침입하지 못하도록 된 구조
	보 호 형	2	손가락 등이 내부의 회전 부분 또는 도전 부분에 접촉하지 않도록 된 구조 직경 12를 넘는 고형 이물이 침입하지 못하게 된 구조
	전 폐 형	3	공구·전선 등 최소 폭 또는 최소 두께가 1mm보다 큰 것이 내부의 회전 부분 또는 도전 부분에 접촉하지 않도록 된 구조 직경 1mm를 넘는 이물이 침입하지 못하게 된 구조
	방 진 형	4	어떠한 물체도 내부의 회전 부분 또는 도전 부분에 접촉하지 않도록 된 구조 먼지의 침입을 강력히 방지하고 설령 침입해도 정상적인 운전이 지장이 없도록 된 구조
물의 침입에 대한 보호	무보호형	0	물의 침입에 대해 특별한 보호를 하지 않는 구조
	방 적 형	2	수직으로 부터 15° 이내의 방향으로 낙하하는 물방울에 의해 유해한 영향을 받지 않는 구조
	방 우 형	3	수직으로 부터 60° 이내의 방향으로 낙하하는 물방울에 의해 유해한 영향을 받지 않는 구조
	방 말 형	4	어떤 방향으로 부터의 물방울에 의해서도 유해한 영향을 받지 않는 구조
	분 류 형	5	어떤 방향으로 부터의 분류에 의해서도 유해한 영향을 받지 않는 구조
	방파랑형	6	어떤 방향으로 부터의 강한 분류에 의해서도 유해한 영향을 받지 않는 구조
	방 침 형	7	지정된 수심 및 시간 동안 수중에 침적했을 때 설령 물이 침입해도 유해한 영향을 받지 않는 구조
	수 중 형	8	수중에서 정상적인 운전이 가능한 구조

다. 방폭구조의 표시방법

기 호	내 용
d2G4	폭발등급 1급, 발화도 G4에 속하는 폭발성 가스를 대상으로 하는 내압 방폭형
eG3	발화도 G3에 속하는 폭발성 가스를 대상으로 하는 안전증 방폭형
fG3	아세치렌 계열(폭발등급 3)의 내압 방폭형

주) 가연성 가스 또는 증기에 의해 서부의 제한이 달라지기 때문에 전동기의 방폭성능을 정확하게 결정하기 위해서는 방폭구조의 종류 및 대상으로 하는 폭발성 가스의 폭발등급과 더불어 발화도 확인해야 합니다. 기호의 표시는 방폭구조의 종류, 폭발등급, 발화도 순으로 표시하고 폭발등급에 관계없이 적용되는 구조의 전기기기에 관해서는 폭발등급의 기호는 생략합니다.

방폭구조의 종류 및 기호

방폭구조	기 호	내 용
내압	d	밀폐 구조로 용기내부에서 폭발성 Gas가 폭발하였을 때 용기가 그 압력에 견디며 또한 외부의 폭발성 Gas에 인화될 우려가 없는 구조
유압	o	전기기기의 불꽃 또는 아아크를 발생하는 부분을 기름속에 넣고 기름면위에 존재하는 폭발성 Gas에 인화될 우려가 없도록 한 구조
내압	f	용기내부에 보호기체를(신선한 공기 또는 Gas)압입함으로써 폭발성 Gas가 침입하는 것을 방지한 구조
안전증	e	상시 운전중에 불꽃, 아아크 또는 과열이 되어서는 안될 부분에 이런것의 발생을 방지 하기 위하여 구조상 또는 온도상승에 대해서 특히 안전도를 증가한 구조
특수	s	폭발성 Gas의 인화를 방지할 수 없음이 시험 또는 다른 방법에 의해서 확인된 구조
본질안전	i	정상시 및 사고시에 발생하는 전기불꽃 또는 고온부에 의하여 폭발성 Gas에 점화할 수 없는 것이 확인된 구조

폭발성 Gas의 분류와 방폭구조의 적용(KSC 0906, JISC 0903)

발화도	G1	G2	G3	G4	G5
외피표면온도 상승한도	320℃	200℃	120℃	70℃	40℃
폭발등급	450℃	300℃~450℃	200℃~300℃	135℃~200℃	100℃~135℃
1급	아세톤, 암모니아, 에탄, 톨루엔프로판, 벤젠, 메탄올, 메탄, 초산, 초산에칠, 일산화탄소	에탄올, 이소아밀, 아세테이트, 부탄, 1-부탄올, 무수초산	가솔린, 핵산	아세트, 알레히드, 에칠에텔	
2급	석탄가스	에틸렌, 에틸렌옥사이드			
3급	수성가스, 수소	아세틸렌			이황화탄소

폭발등급의 분류

폭발등급	틈새의 깊이 25mm에서 화염일주 발생 틈새의 최소값
1	0.6mm 초과
2	0.4mm 초과 0.6mm 이하
3	0.4mm 이하

라. 절연의 종류와 허용 최고 온도

절연종류	구성재료	허용최고온도(℃)
Y종	예를 들면 목면, 면, 종이 등의 재료로 구성되며 와니스류를 함침하지 않고 또한 기름속에 침적하지 않는 것을 말한다.	90
A종	예를 들면 목면, 종이 등의 재료로 구성되며 와니스류를 함침하거나 기름속에 침적한 것을 말한다.	105
E종	예를 들면 폴리에스테르계 절연물	120
B종	예를 들면 마이카, 석면, 유리 섬유 등의 재료를 접착 재료와 함께 사용하여 구성한 것을 말한다.	130
F종	예를 들면 마이카, 석면, 유리 섬유 등의 재료를 실리콘 알키드 수지 에폭시 수지 등의 접착 재료와 함께 사용하여 구성한 것을 말한다.	155
H종	예를 들면 마이카, 석면, 유리 섬유 등의 재료를 실리콘 수지 또는 이와 동등한 성질을 가진 재료로 이루어진 접착 재료와 함께 사용되는 것을 말한다. 고무상 및 고체상의 실리콘 수지 또는 이와 동등한 성질을 가진 재료를 단독으로 사용하는 경우도 포함한다.	180
C종	예를 들면 생 마이카, 석면, 자기 등을 단독으로 사용하여 구성된 것, 또한 접착 재료와 함께 사용한 것을 말한다.	180초과

마. 전동기 출력 및 전압 전류 관계식

구 분	단상	삼상
전동기 출력(HP)	$\frac{AxVxIx\phi}{746}$	$\frac{1.73xAxVxIx\phi}{746}$
전동기 출력(kw)	$\frac{AxVxIx\phi}{1,000}$	$\frac{1.73xAxVxIx\phi}{1,000}$
전동기 전류(A)	$\frac{1,000xKw}{VxIx\phi}$	$\frac{1,000xKw}{1.73xVxIx\phi}$
전동기 전류(A)	$\frac{746xHP}{VxIx\phi}$	$\frac{746xHP}{1.73xVxIx\phi}$

5. 그리이스의 재주입

그리이스의 재주입은 평균 그리이스의 수명추정식에 의한 구한 수명시간의 1/3~1/2이 적합하다.

특히 100℃를 초과해서 사용되는 경우는 1/3정도의 시간에서 주입하는 것이 안전하다.

참고로 베어링의 운전온도에 대한 그리이스의 대략적인 주입기간을 나타내면 환경조건이 나쁘거나 운전온도가 120℃를 초과하는 경우에는 베어링의사용조건에 맞게 그리이스의 선정 및 적정 급유 간격을 단축할 필요가 있다.

베어링 운전 온도(℃)	급유기간			사용 베어링	사용 그리이스
	양호한 환경조건	먼지가 많은 곳	먼지 및 수분이 많은 곳		
50이하	무급유	1년	4개월	보통, C3 (-50℃, +80℃)	Shell Alvania grease G2
70이하	1년	4개월	1개월		
100이하	6개월	2개월	2주간		
120이하	2개월	2주간	5일	C4, C5 (-10℃, +200℃)	Shell Darina R2
150이하	2주간	5일	2일		
180이하	1주간	2일	1일		
200이하	3일	1일	1일		

8. GD²

1) GD² 란

회전부의 관성(탄성차효과)에서, 정지하고 있는 물체는 힘을 가해도 정지하고 있도록 하는 힘, 또 회전하고 있는 물체는 힘을 제거해도 회전하고 있도록 하는 힘, 요컨대 현상을 지속하도록 하는 성질을 말한다. 이것을 GD²으로 표시하고, G는 회전체의 중량(kg), D는 회전 직경(m)을 채용하고, kg·m²로 표시한다.

2) 회전직경 D에 대하여

물체의 절전량을 M이라 하면 M=G/g가 회전축 반경 r인 거리에 집중하고 있다고 생각하면 관성모멘트 J는 J= MR² 이 된다.

이 R을 회전반경이라 부른다.

R대신에 직경 D(m)을 채용하면 J와 GD²과의 관계는 $J=MR^2 = \frac{G}{g} \left(\frac{G}{g}\right)^2 = \frac{G}{g} \times \frac{D^2}{4} GD^2 = rgJ$ 로 된다.

3) GD² 와 모터 출력의 관계

직경 1m 두께 16mm의 강관의 중량은 약 100kg이고, GD²은 50kg·m²이 된다.

이 원판이 1500R.P.M로 회전하고 있는 때를 고려한 경우의 축동력(유효한 일은 아무것도 하고 있지 않는 것)은 원판의 마찰손실, 베어링의 마찰 손실, V벨트의 전동손실 등이 약간 있기 때문에 운전동력은 0.75kw의 모터로 충분하게 운전할 수 있다.

그러나 이것은 회전시의 것이고, 기동시의 것은 고려되지 않았다.

기동시에는 GD²의 관계하고, 이 값이 크게 되기 어렵고, 작게 되기 쉽다. 전동기에는 GD²의 허용값이 있고 회전체의 기동시에는 GD²의 허용값보다 클 때는 기동은 곤란하다.

GD²은 기동시간의 선정에 특히 필요한 사항이다. 송풍기축의 GD²의 전동기축의 GD²로 환산할 때는 다음 관계가 있다.

$$GD^2_{FM} = GD^2_F \times \left(\frac{n_F}{n_M}\right)^2$$

GD²_{FM} : 전동기축으로 환산한 송풍기의 GD²
 GD²_F : 송풍기축의 GD²
 n_M : 송풍기회전수
 n_F : 전동기회전수

9. 송풍기의 기동시간

송풍기를 기동시킬때부터 정규회전수에 도달 할 때까지의 시간, 즉 기동시간은 하기의 식으로 산출한다.

$$T_s \text{ (초)} = \frac{(GD^2_M + GD^2_{FM}) \times N_m}{375 (T_m - T_F)}$$

T_s : 기동시간(초)
 GD²_M : 전동기 GD²
 GD²_{FM} : 송풍기 GD²를 전동기축으로 환산한 값
 T_m : 전동기의 평균가속 토오크
 T_F : 송풍기의 전동기축 환산평균토오크 = $T_{FM} \times \left(\frac{\text{송풍기 회전수}}{\text{전동기 회전수}}\right)$
 N_m : 전동기회전수
 T_{FM} : 송풍기 회전시의 평균 토오크 = $\text{축동력} \times \frac{974}{\text{송풍기 회전수}} \times 0.34$

[예] Air Foil FAN #4의 사양이 풍량 220m³/min 정압 160mmAg 회전수 1800R.P.M 축동력 8KW 전동기 11KW 4극 50Hz의 경우 기동시간을 구한다.

[해] GD²_M = 0.171kg·m², GD²_{FM} = $9.89 \times \left(\frac{1800}{1460}\right)^2 = 15.0\text{kg}\cdot\text{m}^2$

단, Air fan의 GD²를 9.89로 보고, T_m = 평균가속토오크는 일반의 경우 정격 토오크의 120~200%이고, 160%라 가정한다.

$$T_m = 11 \times \frac{160}{100} \times \frac{974}{1460} = 11.74\text{kg}\cdot\text{m} \quad T_F = 8 \times \frac{974}{1800} \times \frac{1800}{1460} \times 0.34 = 1.81$$

$$N_m = 1460\text{R.P.M}$$

따라서

$$T_F = \frac{(0.171+15.0) \times 1460}{375(11.74-1.81)} = 5.9\text{(초)}$$

이상의 계산에서는 모터의 평균가속 토오크를 160%라 가정하여 계산하고 있지만, 정확을 기할 때는 모터메이커에 확인할 필요가 있다.

○ 전동기의 기동분류

전동기의 기동전류는 정적전류의 6.6~7.6배 이하라고 규정되어 있다.

10. 동력 전달 장치

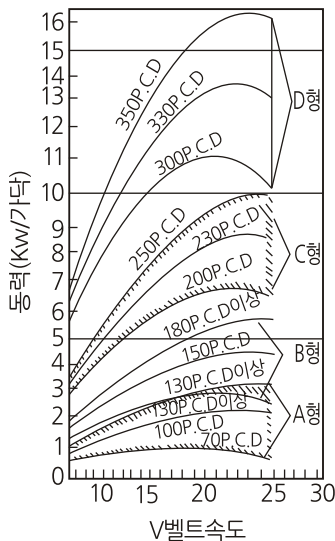
송풍기의 동력 전달장치로 Coupling과 V-BELT 대표적으로 사용된다.

1) Coupling과 Torque

$$T = 97.400 \frac{Kw}{N} \times S.F \text{ or } T = 71.620 \frac{HP}{N} \times S.F \quad \text{송풍기의 경우 S.F(안전률)는 2.5}$$

2) V-BELT(KSM-6535)

① 전달 동력 선정표



$$\textcircled{2} \text{ 주속도} = \frac{\pi d N}{1000 \times 60}$$

* 25m/s이상은 불가

③ BELT길이 계산

$$L = 2C + 1.57(D+d) + \frac{(D-d)^2}{4C}$$

④ BELT 길이로 부터 축간거리 계산

$$C = \frac{b + \sqrt{b^2 - 2(D-d)^2}}{4}$$

$$b = L - 1.57(D-d)$$

N : 회전수(R.P.M)

D : 큰폴리경(mm)

d : 작은폴리경(mm)

c : 축간거리(mm)

형	M	A	B	C	D	E	3V	5V	8V
최소폴리경(mm)	50	75	125	230	330	530	67	180	317

※ 최소폴리경의 M형은 외경 A~8V형은 피치경으로 표시한다.

※ 폴리경이 작으면 벨트의 수명을 저하시키므로 최소폴리경 이상의 폴리를 사용하는 것이 좋다.

3) BELT 인장력

V벨트의 인장상태는 운전시 슬림이 일어나지 않을 정도로 하며, 축간거리 1m의 것에서는 엄지 손가락으로 가볍게 눌렀을 때, BELT의 두께 만큼 들어갈 정도의 인장력을 부여하는 것이 적당하다.

※ BELT 조정은 운전개시 2시간 경과후 1차조정, 48시간후 2차 조정하도록 한다.

※ 축간거리는 폴리직경합의 2배 이하가 적당하며, 접촉각은 120도 이하로 되는 것을 피한다.

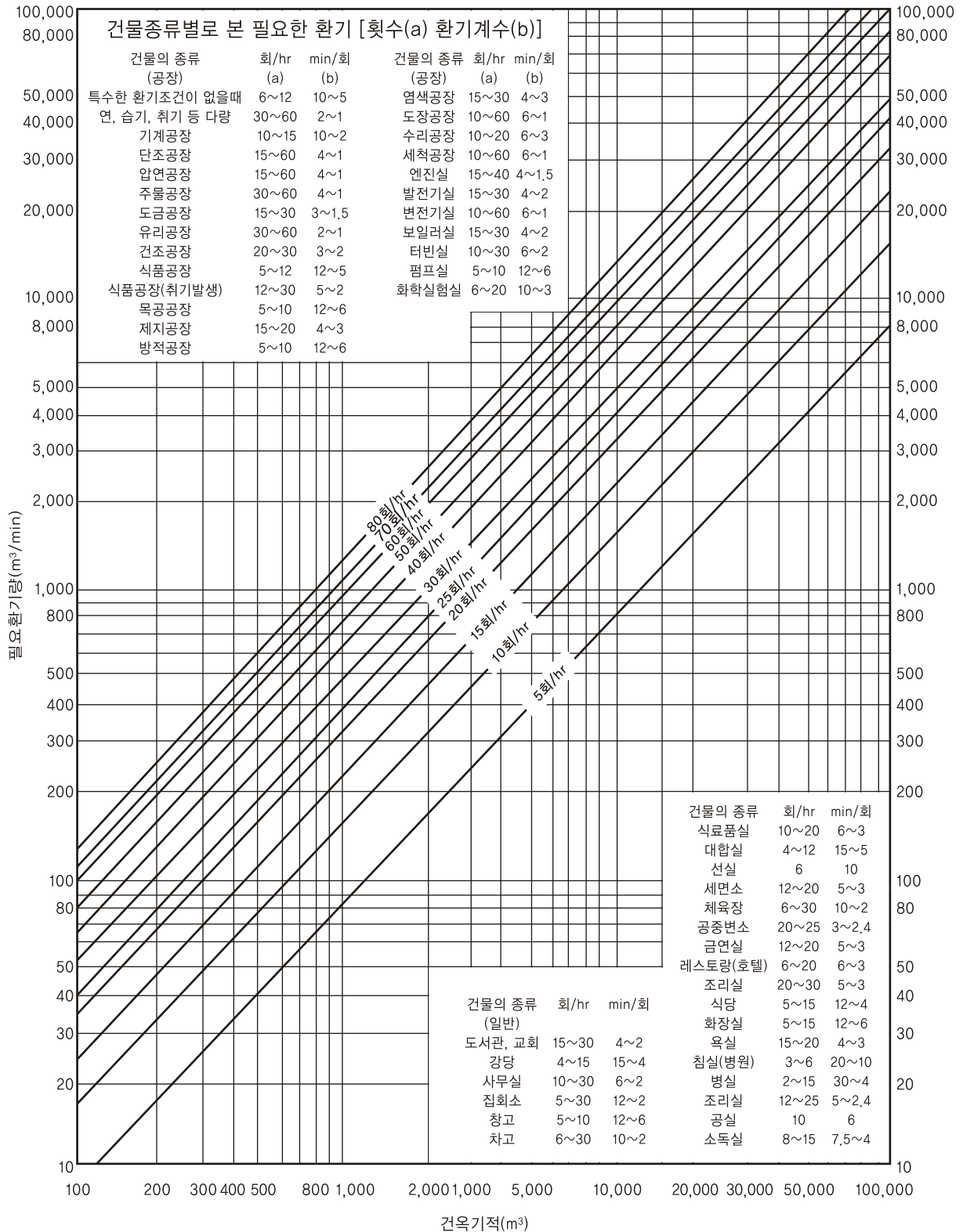
11. 풍량 선정

인간의 건강상, 생산보관면과 취기를 제거하기 위한 환기장치, 먼지나 분진 등을 배출하기 위한 배기장치, 시멘트, 곡물 등을 이송하기 위한 이송장치, 보일러, 소각로 등의 연소를 위한 연소장치 등을 이용하기 위해 풍량을 산정한다.

1) 부속실의 필요환기량

작업장	시간당환기횟수	작업장	시간당환기횟수	작업장	시간당환기횟수
기계공장	10~15	식품공장	12~20	보일러실	15~30
주조공장	30~60	제분공장	6~12	창고	5~10
자동차정비	10~15	인쇄공장	6~15	화장실	5~15
도금공장	15~30	방직공장	30~60	극장	8~20
용접공장	15~20	목공공장	15~20	식당	5~15
염색공장	15~30	발전소	20~30	조리실	20~30
제지공장	15~30	변전소	30~50		

소요환기량조건표(건축기적과 환기횟수에 따라 산출)



2) 일반적으로 사용되는 포착 또는 제어속도의 개략치

유해물질의 발생상태	공 정 예	속 도
움직이지 않는 공기중에 실제상 거의 속도가 없는 상태로 유해물질이 발생 하는 경우	용기의 액면으로 부터 발생하는 가스, 증기, 흠등	0.25~0.5m/sec
비교적 조용한 대기중에 낮은 속도로 유해물질이 비산하는 경우	Both식 Hood에 있어서의 분무 도장작업, 간헐적인 용기 충전작업, 낮은 속도의 컨베이어 작업, 도금작업, 용접작업, 산세척작업	0.5~1.0m/sec
빠른 공기 이동이 있는 작업장소에 활발히 유해물질이 비산하는 경우	Both식 Hood에 있어서의 분무 도장작업, 함침 (Dipping)도장작업, 컨베이어의 낙하구 분쇄작업, 파쇄기	1.0~2.5m/sec
대단히 빠른 공기 이동이 있는 작업장소에 아주 빠른 속도로 유해물질이 비산하는 경우	연산작업, 분무작업, 텀블링작업, 블라스트작업	2.5~10.0m/sec

3) 덕트내의 운송속도(m/s)

종 류	공 정 예	속 도
매우 가벼운 분진 (가스, 증기, 흠즈 등)	각종 가스, 증기, 아연이나 알루미늄의 휴움목분, 자동차 차고의 가스, 스프레이 도장시의 배기, 주방기구대의 배기	10m/sec
중정도의 비중의 건조 분진	목면, 바프작업, 마춤, 목재, 곡물, 고무나 페이클라이트 등의 분말	15m/sec
일반 공업분진	스프레이, 연마시의 먼지, 그라인더에서의 먼지, 침공시의 먼지, 채질할 때의 먼지, 목재, 신발의 흠, 대패밥	20m/sec
무거운 분진	연, 주조작업, 선반작업 물에 젖은 철분 등	25.2m/sec
기 타	미분탄(20), 목선(22.5), 양모(25), 염(27.5), 소맥(29), 모래(35) 시멘트(35), 적철광(32.5)	

예) 바닥면적 165m² 높이 2.7m의 공기조화를 하는 사무실의 소요공기량을 구하는 경우

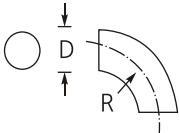
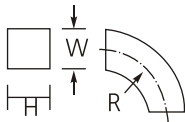
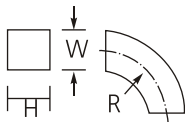
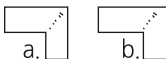
소요공기량 $Q = N \times V / 60 \text{ m}^3/\text{min}$
 $N = \text{환기횟수}/\text{h}$
 $V = \text{부속실의 면적}(A \times H) \text{ m}^3$
 $A : \text{바닥면적}(\text{m}^2)$
 $H : \text{높이}(\text{m})$

부실의 면적 $V = 165 \times 2.7 = 445 \text{ m}^3$
 환기횟수 $N = 5 \text{ 회}/\text{h}$
 소요공량 $Q = 445 \times 5 = 2230 \text{ m}^3/\text{h}$
 $= 2230 / 60 = 37.2 \text{ m}^3/\text{min}$

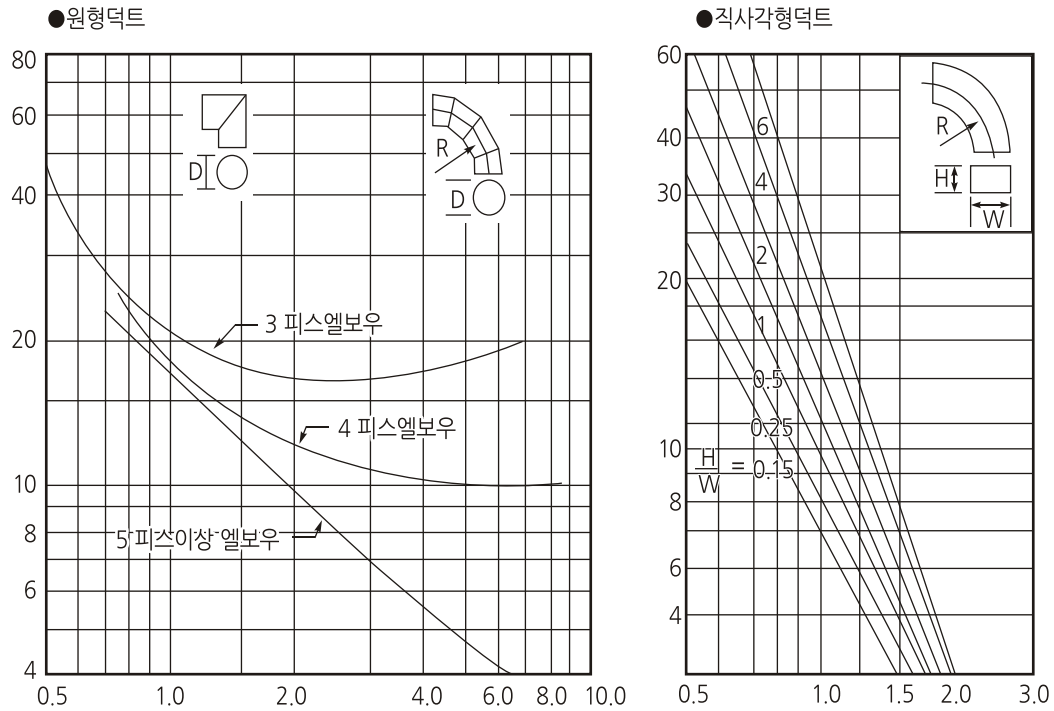
12. 풍압선정

덕트내를 공기가 흐르는 경우 덕트면과 공기사이에 마찰에 의한 공기의 압력감소가 생긴다. 이것을 덕트의 마찰압력 손실이라 한다.

1) 덕트의 형상에 의한 압력손실

형 상		상 태	마찰계수	상당길이					
			C	L/D	L/M				
N 수축관		직사각형 또는 원형 덕트 (안내익근 부착 또는 무부착)	원형의 90도 곡관의 값에 N/90을 곱하여 구함						
원형 90도 곡관		직각 R/D = 0.5 0.75 1.0 1.5 2.0	1.30 0.90 0.45 0.33 0.24 0.19	65 23 17 12 10					
직사각형 90도 곡관		H/W R/W							
		직각 0.5 0.75 1.0 1.5 직각 0.5 0.75 1.0 1.5 직각 0.5 0.75 1.0 1.5	1.25 1.25 0.60 0.37 0.19 1.47 1.10 0.50 0.28 0.13 1.50 1.00 0.41 0.22 0.09 1.38 0.96 0.37 0.19 0.07		25 25 12 7 4 49 40 16 9 4 75 50 21 11 4.5 110 65 43 17 6				
		분할익근을 가지고 있는 직사각형 90도 곡관		0.5 0.7 1.0 1.5 0.5 0.75 1.0 1.5	0.70 0.16 0.13 0.12 0.45 0.12 0.10 0.15		28 19 12 7.2 22 16		
				안내익근을 가지고 있는 직사각형 엘보우		a. 관상익근			
						b. 성형익근			

2) 덕트 굽힘의 등가길이 계수



3) 덕트내의 댐퍼손실계수

덕트형	장 방 형								원 형
날개 각도 θ (°)	1매 날개		2매 날개 (대향익형)		2매 날개 (평행익형)		4매 날개 (평행익형)		1매 날개
-	$\theta \zeta R$	0	ζR	ζ	ζR	ζ	ζR	ζ	ζ
0	0	0.35	0	0.5	0	0.52	0	0.83	-
10	0.33	0.68	0.22	0.72	0.17	0.69	0.140	0.93	0.52
15	0.56	0.91	0.46	0.96	0.32	0.84	0.22	1.05	0.95
20	1.14	1.49	1.09	1.59	0.73	1.25	0.52	1.35	1.54
30	3.38	3.73	3.4	3.9	2.0	2.52	1.74	2.57	3.80
40	9.55	9.9	11.11	11.61	4.68	5.2	4.36	5.19	10.8
45	16.45	16.8	17.0	17.5	6.94	7.46	6.25	7.08	20
50	27.35	27.7	30.1	30.6	10.58	11.1	9.57	10.4	35
60	94.05	95.2	78.6	79.1	24.78	25.3	23.02	25.85	118
70	315.75	316.1	213.3	213.8	67.58	68.1	69.37	70.2	751
75	607.76	608.0	354.5	355.0	119.98	120.5	143.47	144.3	-
0°	$\zeta_0 = 0.35$		$\zeta_0 = 0.5$		$\zeta_0 = 0.52$		$\zeta_0 = 0.83$		

4) 원형 덕트의 마찰손실(100m당)

원형 덕트내를 흐르는 풍량과 원형 덕트의 직경이 결정되면 길이 100m에 상당하는 원형덕트의 마찰손실을 도표에 의해 구할 수 있다.

$$H_f = \frac{\lambda L}{D} \cdot \frac{r V^2}{D} = \frac{\lambda L}{D} \cdot \left(\frac{V}{4.05} \right)^2$$

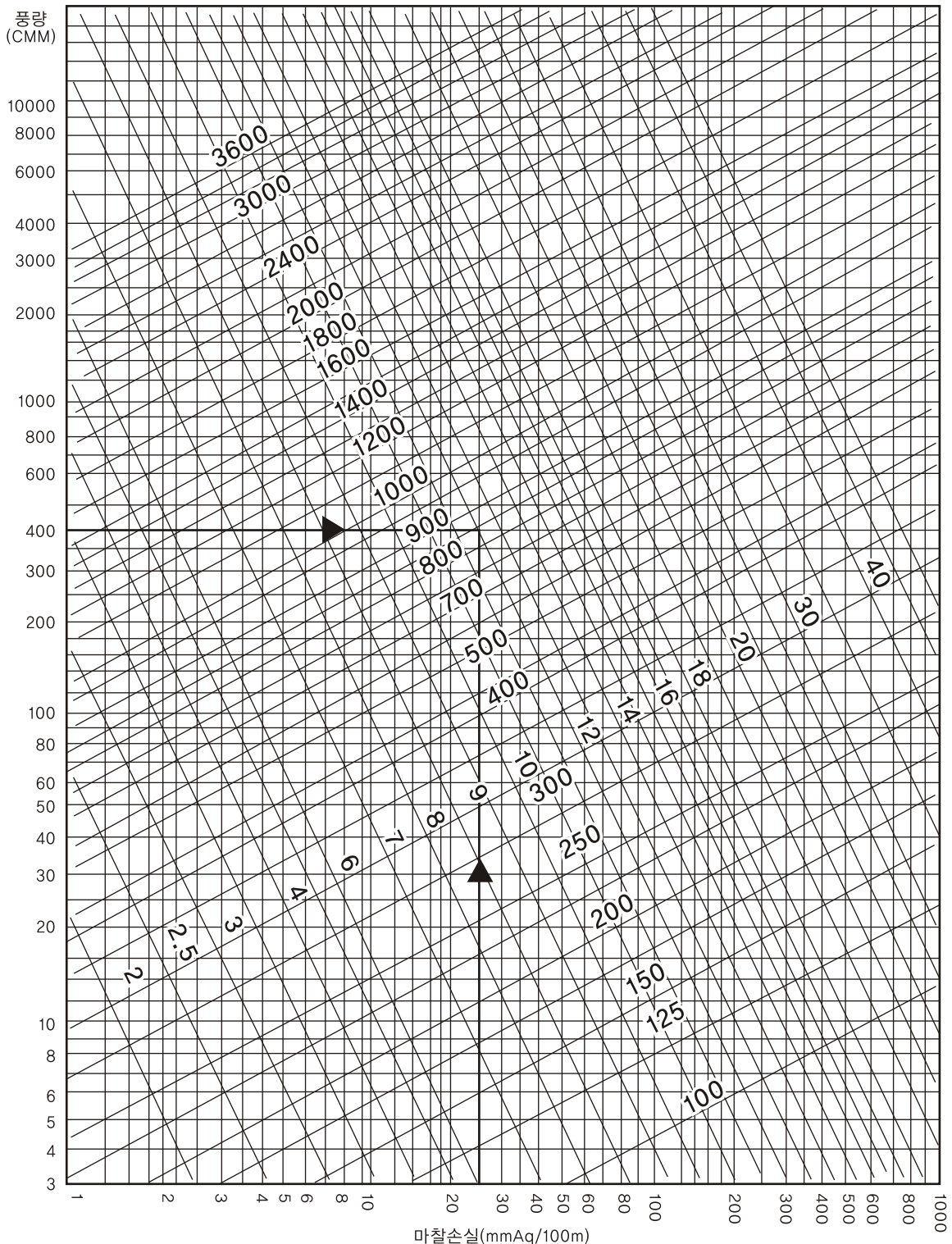
Hf : 압력손실(mmAq)

λ : 관마찰계수

L : 덕트의 길이(M)

V : 풍속(m/sec)

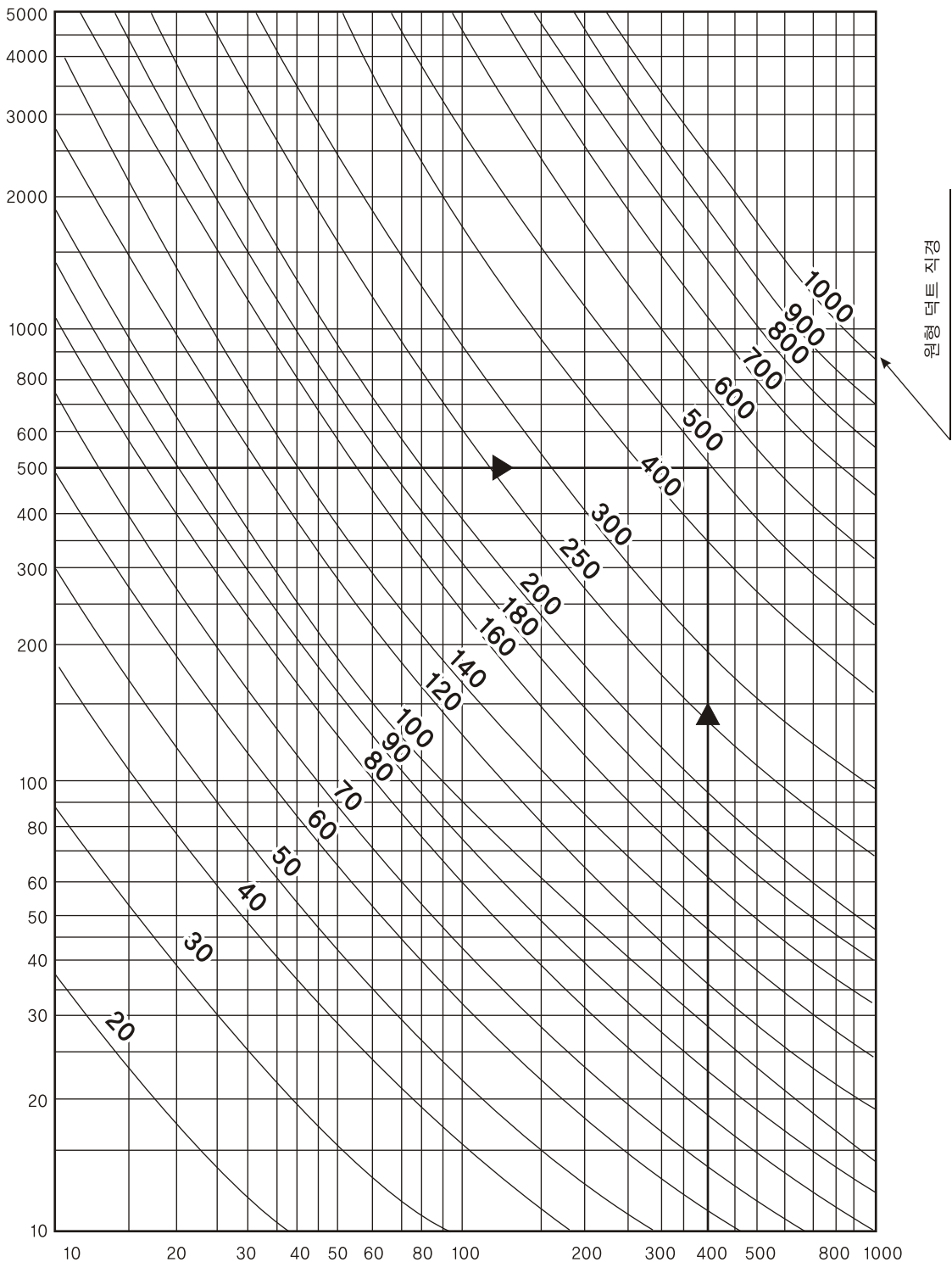
D : 덕트의 직경(M)



[예제] 풍량 400m³/min, 덕트직경 약 850mm의 경우에는 덕트내 풍속 11.7m/sec로써, 100m당 마찰손실은 25mmAq가 된다.

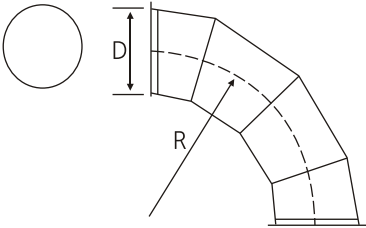
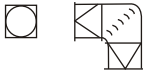
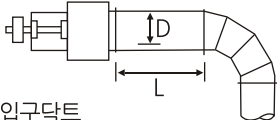
5) 직사각형 덕트로부터 원형 덕트의 환산료

임의의 직사각형 덕트로부터 원형 덕트의 크기를 구할 때에는 직사각형 덕트의 긴변의 길이와 짧은 변의 길이로부터 그 덕트에 상당하는 원형 덕트의 직경이 구해진다. 이것에 의해 어떤 형상의 직사각형 덕트라도 전부 원형 덕트로 환산할 수 있다.



[예제] 장방형 덕트 400×500mm를 원형 덕트로 환산하면 제5도에 의해 직경 D=490mm의 원형덕트가 구해진다.

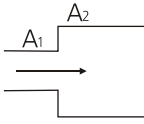
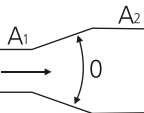
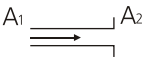
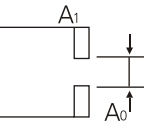
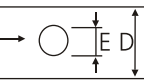
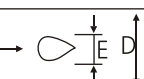
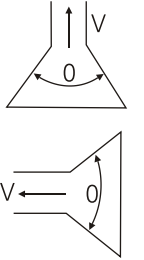
6) 풍량 감소에 대한 정압보상비

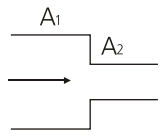
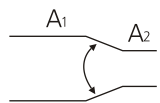
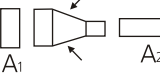
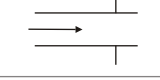
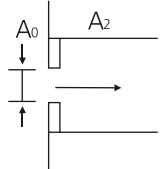
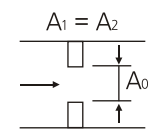
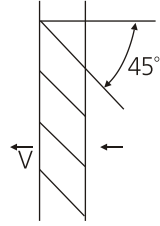
기 사 (주, 본 손실표에는 마찰손실을 포함치 않음.)		무보정시 풍량의 감소	풍량보상에 필요한 Ps 증가		
	3절엘보	R/D = 0.5 1.0 2.0 6.0	12% 6 5 5	30% 13 11 11	
	4절엘보	R/D = 1.0 2.0 8.0	6 4 4	13 9 9	
	5절 이상 엘보	R/D = 1.0 2.0 8.0	5 4 4	11 9 9	
	직각엘보 Vane 없음.		16	12	
	Vane부각다트		Vane 없음. A B C D	17 8 6 5 4	45 18 13 11 9
			환 → 각 → 환엘보	8	18
	Vane이 없는 각엘보		H/W=0.25 & R/W=0.5 1.0 2.0	7 4 4	15 9 9
	어떤 경우에도 등간격의 3엽벤을 부착하면 풍량 Loss와 소요 Ps증가도 무벤의 1/3이 된다.		H/W=1.00 & R/W=0.5 1.0 2.0	12 5 4	30 11 9
	H/W=4.00 & R/W=0.5 1.0 2.0		15 8 4	39 19 9	
	L/D=0(다트 없음.)		10 8 6 4 2	23 19 13 9 4	

비고 : 1. Vane 없는 각엘보-흡입구 천이부분의 각도는 어느 부분도 30도를 넘지 않을 것. 30도 이내에서 L가 송풍기 입구경 보다 작으면 천이의 Loss는 무시된다. 길면 엘보가 송풍기에서 멀리 되므로 유리하다.

2. 흡입구다트-L가 2½D 증가하면은 해가 되는 효과를 약20%씩 감소시킨다. 예컨대, 풍량손실 10%, Fan Ps 23%의 증가를 가져 오는 엘보의 경우 직관을 다는 일에 의한 변화는 상기 표와 같다.

7) 단면변화에 의한 손실계수

형상	상 태	손실계수	
		A_1/A_2	C_1 C_2
급확대 		0.1	0.81 81
		0.2	0.64 16
		0.3	0.49 5
		0.4	0.36 2.25
		0.5	0.25 1.00
		0.6	0.16 0.45
		0.7	0.09 0.18
		0.8	0.04 0.06
		0.9	0.01 0.01
완만한 확대 	θ	C_r	
		5°	0.17
		7°	0.22
		10°	0.28
		20°	0.45
		30°	0.59
		40°	0.73
급배출구 	$A_1/A_2 = 0$	1.00	
직각단 오리피스 배출구 	A_0/A_1	C_0	
		0.0	2.50
		0.2	2.44
		0.4	2.26
		0.6	1.96
		0.8	1.54
		1.0	1.00
덕트관통 각재 	E/D	C	
		0.10	0.7
		0.25	1.4
		0.50	4.0
덕트관통 파이프 	E/D	C	
		0.10	0.20
		0.25	0.55
		0.50	2.00
덕트관통 유선형재 	E/D	R	
		0.10	0.07
		0.25	0.23
		0.50	0.90
호퍼입구 	θ	C	
		원형	장방향
		10°	0.14 0.25
		20°	0.07 0.13
		30°	0.04 0.10
		60°	0.05 0.12
		90°	0.11 0.19
		120°	0.20 0.27
		150°	0.30 0.37

형상	상 태	손실계수	
		A_1/A_2	C_2
급축소 직각코너 		0.0	0.34
		0.2	0.32
		0.4	0.25
		0.6	0.16
		0.8	0.06
완만한축소 	θ	θ	
		30°	0.02
		45°	0.04
		60°	0.07
등단면적 변형 	$A_1=A_2$ $\theta \leq 14^\circ$	C	
		0.15	
플랜지부착 입구 	$A = \infty$	C	
		0.34	
덕트입구 	$A = \infty$	C	
		0.85	
성형입구 	$A = \infty$	C	
		0.03	
직각단 오리피스 입구 	A_0/A_2	C_0	
		0.0	2.50
		0.2	1.90
		0.4	1.39
		0.6	0.96
		0.8	0.61
		1.0	0.34
덕트중의 직각단 오리피스 	$A_1 = A_2$	C_0	
		0.0	2.50
		0.2	1.83
		0.4	1.21
		0.6	0.64
		0.8	0.20
		1.0	0.0
겔러리 또는 루버 	개구비	C	
		70% 90%	0.755 0.5

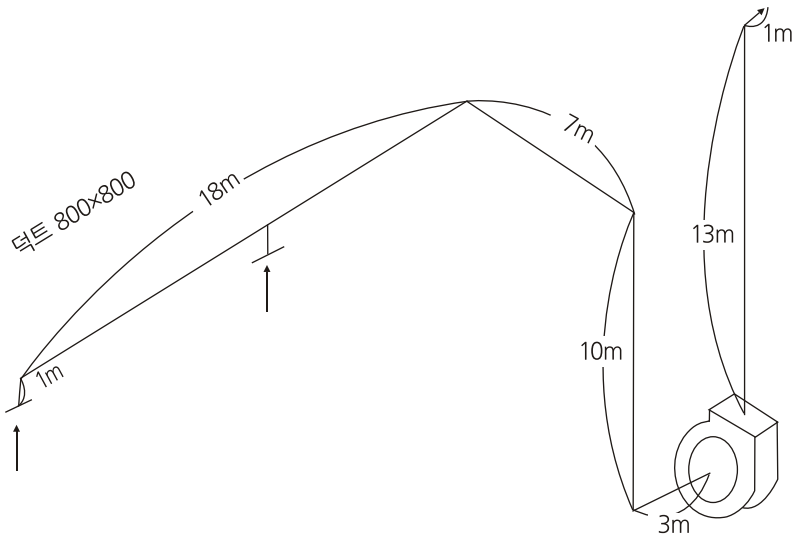
※ 주의 : C_0 , C_1 , C_2 값은 각각 덕트면적 A_0 , A_1 , A_2 내의 풍속을 기준으로 한 경우의 값을 표시한다.

13. 손실압력 계산

그림은 어떤 배기설비의 개략도이다. 손실압력은 얼마인가?

단, 덕트사이즈 : 800×800mm

풍량 Q:350m³/min



계산 a) 덕트 직관의 길이 Lm

$$L=3+10+7+18+1+13+1=53\text{m}$$

b) 각 덕트를 원형 덕트로 환산 m

$$D=902\text{mm}, \text{면적 } A=0.639\text{m}^2$$

c) 덕트내 풍속 Vm/s

$$V=350/(60 \times 0.639)=9.12\text{m/s}$$

① 직관부 압력 손실 Hf mmAq

$$\Delta p = \epsilon r \left(\frac{V^2}{2g} \right) \times \frac{l}{d} = 0.02 \times 1.2 \left(\frac{9.12}{19.6} \right)^2 \times \frac{5^3}{0.902} = 7.3\text{mmAq}$$

(단, 마찰계수=0.02로 한다.)

② 곡관내 압력 손실

$$R/W=0.75(W=H)$$

$$C=0.41 \quad 5\text{개소}$$

$$H_f = C \left(\frac{V}{4.04} \right)^2 = 5 \times 0.41 \left(\frac{9.12}{4.04} \right)^2 \approx 10.44\text{mmAq}$$

③ 흡입구 압력손실(흡입구 치수 900×900)

직각단 오리피스 입구 A1/A2=1.0로 하여 C=0.34

$$H_f = C \left(\frac{V}{4.04} \right)^2 = 5 \times 0.41 \left(\frac{9.12}{4.04} \right)^2 \approx 10.44\text{mmAq}$$

$$H_f = 0.34 \left(\frac{7.20}{4.04} \right)^2 = 1.0$$

(단) V=350(60×0.9²)

④ 배기루버(치수 1000×1000)

프리에리어 70%로 하여 C = 0.75

$$H_f = 0.75 \left(\frac{5.8}{4.04} \right)^2 = 1.5$$

⑤ 압력손실합계

$$\Sigma H_f = 7.3 + 10.44 + 1.0 + 1.5 = 20.2\text{mmAq}$$

약 20%의 여유 20.2×1.2=24.3mmAq

답 : 24.3mmAq

14. 보수관리

보수관리의 양부는 송풍기의 수명을 좌우하는 커다란 요소이다.

송풍기가 소정의 성능을 발휘하고 원하는 운전을 지속하기 위해서는 빈틈없는 보수관리가 필요하다.

이를 위해서는 송풍기를 정기적으로 점검하고, 사고를 미연에 방지할 것이 결실하다.

점검해소	항목	점검내용
계기	전 류 계 전 압 계 전기계통	1. 지침은 정상값을 표시하고 있는가? 2. 결선은 정상인가?
케이싱	진동	1. 이상진동은 없는가? 2. 각 체결볼트, 너트의 풀림은 없는가? 3. 용접부에 균열이 없는가?
	부 식 · 마 모	방청, 부식, 마찰의 경우
	공기누설	1. 분할부 2. 덕트의 접속부
	음	각 부의 마찰음
익근차	케이싱과의 부착	흡입구와 마우스링의 빈틈, 포개짐
	부 식 · 마 모	1. 부식, 마모의 경우 2. 먼지의 부착정도
	변형	주판, 배판, 브레이드의 굽형, 변형
	용접	균열
베어링	진동, 발열, 음	1. 진동값의 측정기록 2. 볼트, 너트의 느슨해짐 3. 그리스의 열화, 눈금 4. 기름의 오염정도, 눈금 5. 온도계의 정오 6. 음
기초	볼트	1. 볼트의 느슨해짐, 파손 2. 콘크리트의 균열
구동부	커플링 폴리, V벨트	1. 커플링의 그리스누수 2. V폴리, V벨트의 마모 3. V벨트의 장력
부속기기	댐 퍼 롤	1. 작동상태 2. 볼트, 너트의 각 체결부의 느슨해짐. 3. 용접부의 균열
구동기	모터 콘트롤 모터 터닝장치 등	1. 진 동 2. 배 선 3. 이상음 4. 간 격

송풍기 견적 및 발주 사양서

주 문 주:	납품장소:	부	상대플랜지	: 유	무		
주 문 일: 20 . . .	용 도:		☆댐 퍼	: 유	토회출	흡입무	
수 량:	설치장소:		☆공동배드	: 유	무		
납 기: 20 . . .	운전조건:		☆기초보울트	: 유	무		
종 류:	온 도: MAX at °C	속	☆캔바스	: 유	토회출	흡입무	
모 델: G	습 도: %		☆방 진	: 유	무		
품 량: m³/min at °C	취급기체:		☆				
풍 압: mmAq at °C	기체성질:		구	입회검사	: 유	무	
회 전 수: r.p.m	비 중 량: kg/m³	비	시험성적서	: 유	무		
토 출 구: mm X mm	재 질		서	바란싱성적서	: 유	무	
흡 입 구: Ø mm				류	외형치수검사서:	유	무
흡입방식: 편흡입 양흡입							
전 동 기: TYPE, KW- P- r.p.m- , Ø HZ- VOLT, MAKER:	수주측부담 ☐						
도 장: 제조회사기본	지정:	발주측부담 ☐					
비 고: 송풍기 모델기입"예"							

GTF- # 4.5-G6-Z

송풍기의 종류 ←

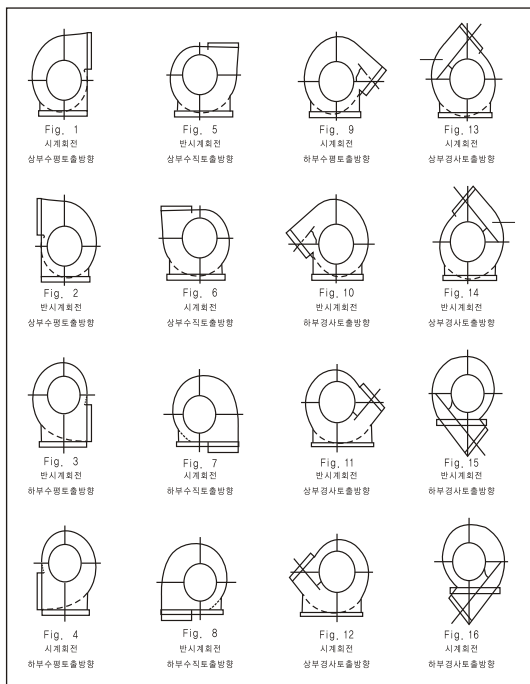
송풍기의 크기 ←

→ 전동기의 위치

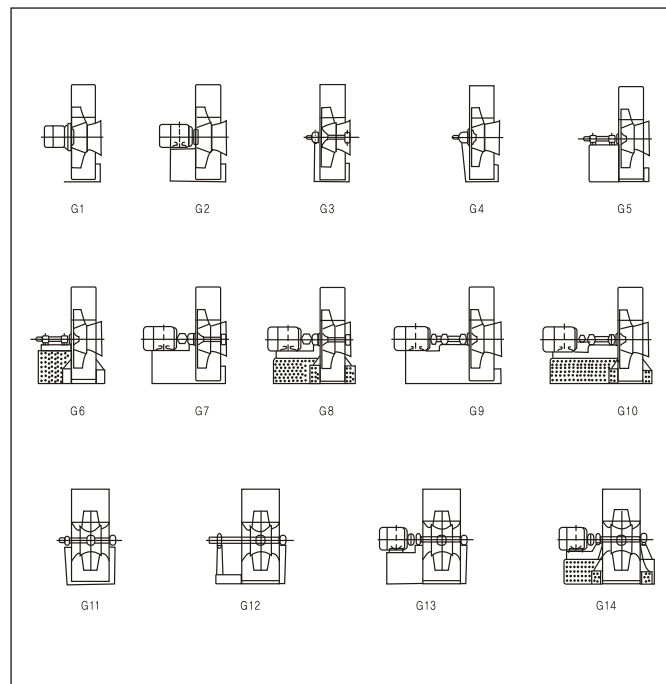
→ 송풍기의 구동방법

송풍기의 구동방법

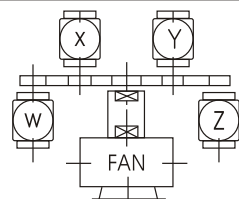
■ 송풍기의 회전방향 (흡입구측에서 보았을때)



■ 송풍기의 구동방법

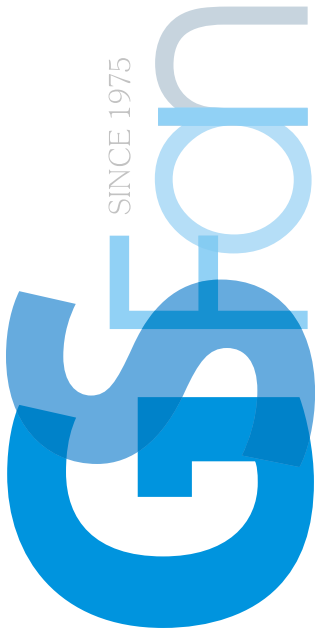


전동기의 위치



위 사항의(건축, 도면)이 (예산용, 입찰용)으로 필요하니
20 년 월 일 까지(전화, 우편, 인편)으로 제출바랍니다.

회 사 명 : 작 성 일:
소 속 : 담 당:
전화번호 :



(주)금성풍력

405-818 인천광역시 남동구 청능대로 410번길 63 (고잔동)
(구주소: 인천광역시 남동구 고잔동 662-10 남동공단 98BL 11LT)
TEL: (032)811-9500(代)~2 FAX: (032)811-9503, 811-9545

Gumsung PoongRyuk Co.,Ltd.

#63, 410 Cheoung Neung Dae Ro, Namdong-Gu, Incheon, 405-818, Republic Of Korea.
(98BL 11LT, Namdong Industrial Estate, 662-10 Gojandong)
TEL: 82-32-811-9500~2 FAX: 82-32-811-9503, 811-9545

www.gsfan.co.kr

· 본 제품의 사양은 품질개선을 위하여 예고없이 변경될 수 있습니다.
· Due to a policy of continuous development and improvement the right is reserved to supply products which may differ from those illustrated and described in this publication.
Certified dimensions will be supplied on receipt of order.

· 당사와의 협의없이 본 내용을 복제시 법의 저촉을 받습니다.
· Be under the application of a law if you copy those illustrated and described in this publication which is not conferred with us.