

## 산업용 송풍기의 유량특성 및 소음평가방법

이봉수\*

### 1. 머릿말

공기(기체)의 강제적인 흐름을 발생시키는 송풍기는 우리나라 산업의 발전과 같이 시장규모가 확대되고 있으며, 산업 전반에 걸쳐 매우 폭 넓게 사용되고 있다. 방식 및 모양에 따라 축류 타입, 멀티 블레이드 타입, 에어포일 타입, 터보 타입 등으로 매우 다양하게 설계 및 제작되고 있으며, 이는 송풍기의 수요자의 설계 사양에 따라 결정된다. 다양한 수요 및 사양을 만족시키기 위하여 우리나라에 많은 송풍기 제작회사가 있으나, 충분한 설계수준 및 제작 능력을 갖춘 국내 송풍기 제조사는 많지 않은 실정이다. 송풍기 분야는 공조산업과 유체기계 기술이 발달한 미국, 일본, 독일, 이태리 등의 선진 업체들이 기본, 상세 설계 및 해석, 제작 등 모든 면에서 앞서 있다. 이러한 이유로 국내 송풍기 업체들은 선진국의 업체와 기술 제휴를 맺고 기술과 도면을 도입하여 생산하거나 모방 생산을 하여 왔다. 그러나 이러한 라이선스 생산 및 모방 생산은 국내 전문업체의 독자적 설계 및 해석 능력을 확보하는 데 큰 걸림돌이 되었으며, 단순 설계 및 제작에 의존하는 송풍기 생산업체들의 난립을 초래하는 계기가 되었다.

모방 생산하는 제조업체의 난립으로 인해서 송풍기 업체들은 기술적 연구 및 품질의 향상 보다 최저 가격 생산에 주력하고 있으며, 이는 자본 및 기술력의 저하로 나타나고 있다. 또한 원자재 값의 폭등으로 인하여 이런 현상이 더욱도 가속화 되고 있는 실정이다. 본 기고에서는 시험방법의 유효성 및 송풍기 유량특성 및 소음에 대해서 기술하고자 한다.

현재 국내 송풍기 제조업체의 유량 측정시험설비는

기초적인 수준에 머물고 있다. 가장 많이 사용하고 있는 풍동타입(Pitot tube를 이용)을 갖추고 있으며, 이를 바탕으로 송풍기의 풍량 및 정압을 측정하고 있다. 이 타입은 KS, ISO, AMCA에서도 규정하고 있으나, 충실에 따르지 않아 시험에 대한 오차 및 정확한 값을 데이터화 하지 못하고 있다.

### 2. 풍동타입 (Pitot tube를 이용)의 문제점

#### 2.1 피토티브 각도에 따른 오차

피토 튜브는 풍동관에서 전압(total pressure) 및 정압(static pressure)를 측정하여 이를 가지고 동압(dynamic pressure)을 계산한다. 여기서 가장 중요한 것은 전압 및 정압의 정확한 측정이다. 아래의 그림 1에서 보듯이 유량 흐름에 정확히 수평 또는 수평에 가깝게(각도 5°이하) 피토티브를 고정하는 것이 가장 중요하다. 피토티브의 각도가 발생하게 되면, 정압 측정에 동압이 합성되어 실제정압보다 더 높은 값을 구하게 되며, 전압도 같이 편차가 발생하게 된다. 이는 동압을 구하는데 치명적인 오차를 발생하게 된다. 즉

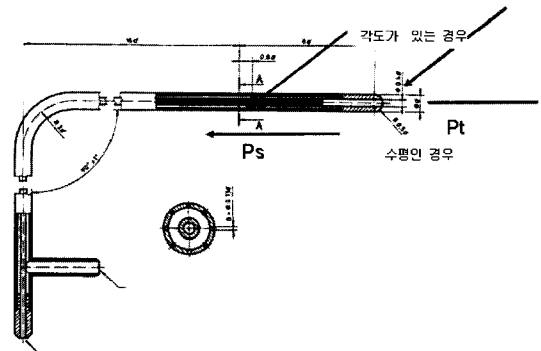


그림 1 피토티브 간략도

\* 한국기기유화시험연구원 선임연구원

E-mail: bs7624@mpi.or.kr

정압에 따른 풍량에 결정적인 오류를 범하게 된다.

## 2.2 피토투브를 이용한 측정점 위치에 따른 오차

일반적으로 유속 측정에 있어서 완전 발달한 상태에서 측정을 하는 것이 원칙이다. 풍동에서 동압을 측정하는데 있어서, 풍동의 가운데 측정점이 속도가 가장 빠르며 풍동 벽 쪽으로 갈수록 그 속도는 점점 줄어든다. 정확한 유량 측정을 위해서는 풍동을 통과하는 속도 분포를 알아야 하며 이를 바탕으로 하여 평균적인 속도를 구하여 유량을 산출할 수 있다. 그림 2는 풍동에서의 피토투브의 측정점에 대한 간략도이다. 일부 제조회사의 풍동은 이런 방식이 아닌, 하나의 피토투브를 이용하여 그 위치를 바꾸어 가면서 속도 분포를 구하고 있으며, 이는 정확한 속도 분포를 구하는데 한계를 가지고 있다. 또한 하나의 피토투브를 이용하게 되며, 피토투브를 고정하여 사용하는 것이 아니라, 피토투브를 이동시킴으로 측정하기 때문에 정확한 측정점을 맞추는 것도 불가능하며, 상기에서 기술한 것처럼, 피토투브가 유량 흐름에 정확한 수평을 맞추기가 어려워진다.

## 2.3 대기압 및 온도에 따른 밀도 오차

유량은 온도 및 압력에 따라 많이 변화한다. 즉, 측정 공기 유량의 밀도에 따라 유량의 값이 달라진다는 것이다. 즉 여름철, 겨울철, 고기압, 저기압 등 기후에 정압 및 유량이 변화하며, 송풍기에서 나오는 유량이 풍동을 통과할 때 발생하는 열로 인해 공기의 온도가 증가한다. 실제적으로 우리나라의 기후에 따른 밀도변

화는 1.13 kg/m<sup>3</sup>~1.23 kg/m<sup>3</sup>까지 변화하고 있다(기후에 따른 변동이 있음). 여러 가지 온도 및 압력 조건이 시험할 때 마다 발생하며, 이는 유량 측정에 고려해야할 요소가 된다. 이런 점을 고려하여 표준공기(밀도: 1.2 kg/m<sup>3</sup>)라는 용어를 사용하며, 결과값 또한 이를 기준으로 나타내는 것이 가장 정확하다. 물론, 열대지역이나 한대지역처럼 특수한 지역에서는 표준공기밀도와 다른 밀도를 쓰는 경우도 있지만, 보통 표준공기를 바탕으로 한 값을 이용한다. 현재 국내에서는 공기의 밀도 값에 대한 고려 없이 사용하고 있다.

실제적으로 유량측정에 영향을 주는 요소는 상기에 기술한 피토투브의 측정위치 각도, 위치, 측정점의 개수, 압력 및 온도보다 더 많다. 하지만 주로 영향을 주는 것은 상기에 기술한 것이며 이를 보완함으로 풍동에서의 측정값에 대한 정확성을 높일 수 있다. 하지만, 풍동에서의 측정은 정확성이 가지는 한계가 있으므로, 멀티노즐 챔버(Multi nozzle Chamber)를 사용하는 것이 더 바람직하며, 선진국 및 기술적인 우위를 가지는 제조회사는 멀티노즐 챔버를 이용하여 유량을 측정하고 있다.

## 3. 송풍기 유량특성 곡선의 중요성

송풍기의 전체적인 특성을 알기 위해서는 송풍기의 유량특성 곡선으로 표현하는 것이 일반적이다. 그림 3은 송풍기 유량특성 곡선의 일반적인 예이다. 현재 우리나라에서는 일반적으로 송풍기의 구매 사양점을 한 점으로 표현하고 있다. 다시 말하면, 소비자는 송풍기 구입에 있어서, 압력 및 풍량을 한 점으로만 발주하고 있으며, 제조업체에서는 이 한 점에 대한 데이터만 입증하면 된다. 송풍기는 정압이 변화함에 따라 유량 및 축동력이 변화는 특징을 가지고 있다. 즉, 송풍기가 설치되는 조건(정압)에 따라 유량 및 축동력이 변화한다. 한점의 정압에 대하여 유량을 측정하게 되면, 실제 설치시에 문제가 발생 될 수도 있다. 소비자가 제시한 설계 정압과 실제 측정 정압이 일치하여, 유량을 측정하게 되면 큰 문제가 없지만 실질적으로 설계 정압과 실제 송풍기가 설치되었을 때의 정압은 달라지는 것이 대부분이다. 이를 극복하기 위해서는 정압 및 유량 범위를 소비자가 제시하여야 하며, 제조자도 정압 및 유량 범위에 따른 시험 데이터를 제공하여야만 송풍기 가동시 안정적인 운전이 가능하다. 예로서 모건설사에서 한 점에 대한 시방을 제공했으며, 제조업

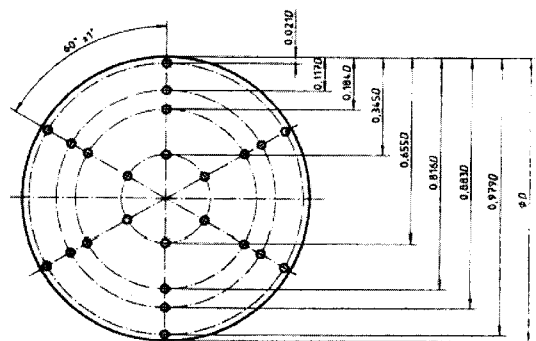


그림 2 유량 측정 위치 및 수

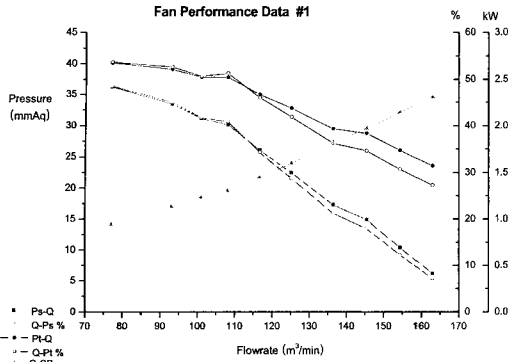


그림 3 송풍기 성능 곡선

체에서는 이를 바탕으로 하여 송풍기를 제작·설치하였다. 현장 설치 후 건설사는 풍량이 제시한 시방치럼 나오지 않았으며, 이로 인하여 분쟁이 발생하였다. 이 송풍기를 시험해 본 결과, 제조업체의 송풍기는 건설사가 제시한 시방에 만족하였으나, 마침 이 점이 송풍기의 서징(surging point)점이였다. 설치조건이 제시한 시방보다 아주 약간 높은 정압이 걸린 상태였는데, 건설사는 송풍기가 서징점에 있다는 것을 상상하지도 못한 것이다. 송풍기 유량특성 곡선은 전체적인 송풍기의 특성을 알고, 이를 바탕으로 하여 설치조건에 어떤 송풍기가 적절한가를 판단하는 것이 중요하다.

#### 4. 송풍기의 소음

국내에서 현재까지는 주로 송풍기의 유량 성능에 대하여만 고민하였지만, 생활환경이 발전하고, 쾌적한 환경을 추구함에 따라 송풍기의 소음에 대한 관심이 증가하고 있다. 미국, 유럽, 일본 등 선진국에서는 일찍이 이러한 점을 파악하고, 송풍기의 소음 측정에 대해 많은 부분을 연구해 오고 있다. 송풍기의 유량 성능에 대한 부분은 벌써 일정정도의 수준에 도달해 있으며, 소음에 대해 많은 연구를 진행해오고 있다. 이에 비하여 우리나라는 아직도 송풍기 소음에 대해서는 많은 부분이 부족한 현실이다. 이 점을 이용하여 선진국의 고효율/저소음 송풍기가 점차적으로 국내의 시장을 잠식하고 있다.

##### 4.1 송풍기의 소음 측정

일반적으로 송풍기의 소음은 소음음압레벨(Sound

표 1 소음파워레벨 구하는 예제

Determination Number 1						
AMCA Band Number:	1			2		
Center Frequency (Hz):	50	63	80	100	125	160
Lpm	60.4	55.3	63.7	64.9	67.9	68.5
Lpb	35.6	36.0	37.9	43.8	48.9	46.5
Lpm - Lpb	24.8	19.3	25.8	21.1	19.0	22.0
Lpc	60.4	55.2	63.7	64.9	67.9	68.5
Lpm - Lpc	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0
Lwr - Lpq	9.4	16.4	14.5	12.5	13.3	14.7
Lwi	69.8	71.6	78.2	77.4	81.2	83.2

pressure level)과 소음파워레벨(Sound power level) 두 가지로 표현할 수 있다. 현재 많이 사용하고 있는 것은 소음압 레벨인데, 이는 측정 환경에 따라 그 값이 많이 변화하다. 즉 절대값이 아니라는 점이다. AMCA에서는 환경의 영향을 받지 않는 소음파워레벨로 성능을 인증하고 있으며, 선진국에서 송풍기 소음은 대부분 소음파워레벨 값으로 나타내고 있다.

산업용 송풍기의 소음측정은 실외가 아닌 잔향실에서 측정이 가능하며, 표준음원 소스(Reference Sound Source)를 이용한다. 표 1은 소음파워레벨을 구하는 예제이다. 여기에서는 간략히 나타냈지만 측정은 송풍기 유량특성 곡선에서 측정된 값과 같은 정압에서 소음을 1/3옥타브 밴드로 측정한다. 이는 같은 소음이라도 저주파일 때와 고주파 일 때 인간이 느끼는 소음에 대한 불편함이 다르기 때문에, 다양한 주파수에 대한 데이터를 통하여 소음분석을 하는 것도 중요한 요인 중에 하나이다.

Lpb = measured Sound Pressure Level of Room Background(not RSS)

Lpm = measured Sound Pressure Level of Fan that is running

Lpc = Corrected fan sound pressure level

Lwi = Sound Power Level measured at open inlet

$$Lwi = Lpc + (Lwr - Lpq)$$

## 5. 맺음말

전반부에서는 송풍기의 정압 및 유량 측정시 오차가 발생할 수 있는 요인에 대하여 기술하였으며, 후반부에서는 송풍기의 소음 측정 방법에 대하여 간략히 기술하였다. 송풍기는 산업 및 가정에 아주 광범위하게 사용되고 있으며, 송풍기의 효율을 조금만 올리면, 그 파급 효과는 국내 전체적으로 파급되며, 에너지 절약이 상당히 많이 될 것이다. 에너지 절약을 위하여 제조업체에서는 송풍기 유량특성 곡선을 소비자(설치자, 설계자)에게 제공함으로써 아주 알맞은 송풍기가 설치되도록 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 송풍기의

효율이 올리는 것이 제조업체의 주 임무이지만, 송풍기의 유량특성 곡선을 소비자(설치자, 설계자)에게 제공함으로써 적절한 송풍기를 선택하게 하는 것도 제조업체의 또 하나의 서비스라고 볼 수 있다. 이러한 서비스를 만족시키는 것은 결국, 제조업체의 송풍기 카탈로그에 정확한 데이터의 기술이야말로 가장 편리하고 효과적인 방법이라고 생각한다. 제조업체의 카탈로그 제작에 많은 시간과 노력을 투자한다면, 앞으로 외국 송풍기와 충분히 경쟁이 가능하며, 또한 국내의 송풍기의 해외 진출에도 많은 도움이 될 것이라고 확신한다.