

# 송풍기 · 압축기의 소음레벨 측정방법 KS B 6361의 개정

이승배\* · 김경호\*\*

## Method of A-Weighted Sound Pressure Level Measurement for Fans, Blowers and Compressors

Seungbae Lee\*, Kyoung-Ho Kim\*\*

**Key Words:** KS B 6361(한국공업규격 B 6361), Blowers(송풍기), Sound Pressure Level(음압 레벨), Sound Power Level(음향 파워 레벨), In-Duct Method(덕트내법), Background Noise(압소음)

### ABSTRACT

The revision was proposed for methods A-weighted sound pressure measurement for fans, blowers and compressors in order to apply newly developed measurement techniques to KS B 6361 established in 1987. This proposal includes modification of terminologies, revision of sound power methods for radiated sound from the body, inclusion of In-duct measurement method, and correction method for flow noise upon microphone.

### 1. 서 론

국내에는 약 수백 개의 송풍기 제조회사가 있으며 이들 대부분은 외국회사의 자료를 이용하여 송풍기를 제작하거나 설계된 제품을 스케치하여 제작하고 있으며 시험설비도 갖추지 못하고 있는 곳이 대부분이다. 송풍기 기술은 크게 설계기술과 생산(제조)기술로 나눌 수 있으며, 설계기술은 유체역학적 설계, 저소음설계 그리고 베어링 등의 로터부 저진동설계 등 여러 종류의 핵심기술로 이루어진다. 송풍기의 용도가 다양해지고 개방된 시장 내에서 그 기술경쟁 또한 치열해짐에 따라 생산기술에 의한 가격 경쟁력 이외에 성능, 소음 그리고 품질차별화를 더불어 요구하고 있다.

고성능, 저소음의 송풍기 개발을 위해서는 우선적으로 성능과 소음을 신뢰성이 있는 방법으로 객관성 있

게 측정할 수 있는 방법의 확립이 반드시 필요하다. 현재 이와 관련된 KS규격의 소음측정방법으로는 KS B 6361 '송풍기 · 압축기 소음레벨 측정방법' 과 성능측정방법으로는 KS B 6311 '송풍기 시험 및 검사방법', KS B 6350 '터보형 블로어 압축기의 시험 및 검사방법' 등이 있다.

따라서 본 개정에서는 우선 이것들 중 산업체의 국제 경쟁력 강화에의 파급효과가 가장 크고 송풍기와 가장 관련된 규격인 1987년에 개정된 KS B 6361 '송풍기 · 압축기 소음레벨 측정방법'에 대한 규격을 선정하였다. 또한 선진규격인 ISO, ASHRAE, ANSI, AMCA, JIS 등과 비교하여 필요한 부분을 수정 보완함으로써 국내 송풍기 산업의 국제 경쟁력을 높여 국제시장에서 경쟁할 수 있도록 개정하였다.

### 2. 규격의 개정 요점

\* 인하대학교 기계공학과

\*\* 인하대학교 기계공학과 대학원

송풍기 · 압축기의 소음레벨 측정방법은 1987년에

개정된 뒤 측정방법에 대한 많은 발전이 있었음에도 불구하고, 개정된 내용이 거의 없어 현 규격으로는 그 변화된 상황에 대응할 수가 없다. 따라서 규격 내용의 수정이 불가피하며 이에 따른 중요한 개정의 요점은 크게 다음과 같다.

- 1) 현재의 측정조건에 맞게 용어를 KS A 3006(음향용어(일반)), KS A 0703(일반음장에서 음향 파워 레벨 측정방법) 등을 기준으로 재정립하였다.
- 2) 개정 전 규격의 본문에 대표소음의 산출방법이 따로 분리되어 있지 않던 것을 독립항으로 분리하여 개정하였다.
- 3) 그림 및 기록 양식을 현재의 측정조건에 맞게 개정하였다.
- 4) 부속서 2의 본문에서 방사하는 소음의 음향 파워 레벨 측정방법에 대해서는 KS A 0703 (일반음장에서 음향 파워 레벨 측정방법)의 실용 반자유음장법(A법)과 간이 반자유음장법(B법) 등을 참조하여 개정하였다.
- 5) 개정 전 규격에서 음장보정값에 대한 내용이 참고 부분에 잠시 언급되기는 하였으나 자세히 설명되어 있지 않던 것을 KS A 0703(일반 음장에서 음향 파워 레벨 측정 방법)을 참조하여 부속서 3의 독립된 항으로 분리하여 규격을 개정하였다.
- 6) 부속서 4는 덕트내법, 준자유음장법 그리고 준확산음장법으로 구분하였으며, 덕트내법에 대해서는 ISO 5136<sup>(17)</sup> 규격의 내용을 새로이 도입·개정하였다.
- 7) 부속서 5의 마이크로폰의 기류잡음에 대한 보정에 관한 내용을 새로이 첨가·개정하였다.

### 3. 주요 개정 내용

개정된 규격의 본문은 개정 전 규격의 본문에 비해 크게 바뀌지는 않았지만 용어의 정의, 측정기 그리고 소음레벨의 측정에 대한 내용이 수정·첨가되었으며, 대표 소음레벨의 산출방법에 대한 항을 독립된 항으로 새로이 개정하였다.

또한 개정 전 규격의 참고 2.의 항을 부속서 2~5로 세분화하여 개정하였다.

#### 3.1 본문의 주요 개정 내용

인용규격에 대한 항을 독립된 항으로 나타내었으며, 개정 전 규격에서는 대표 소음 레벨의 산출방법이 "기

록 방법 및 서식" 란의 주에 설명되어 있던 것을 독립된 항으로 분리하여 나타내었다. 다음의 내용은 본문의 주된 개정 내용을 설명하고 있다.

#### 3.1.1 용어의 정의

개정된 규격에서는 규격내용을 이해하는 데 필요한 최소한의 용어를 KS A 3006(음향용어(일반))<sup>(11)</sup>, KS A 0703(일반 음장에서 음향 파워 레벨 측정방법)<sup>(2)</sup>, JIS Z 8733(一般の音場における音響パワーレベル測定方法)<sup>(3)</sup>, ISO 3744(Determination of sound power levels of noise sources-Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane)<sup>(4)</sup>를 기준으로 개정하였으며, 개정된 정의들 중 암소음레벨에 대한 내용이 개정 전 규격에서는 "측정대상물이 없을 때의 그 측정점에서의 소음"이라고 정의하던 것을 "소음측정 중에서 측정대상물 이외에서 방사하는 모든 음원들의 측정 위치에 대한 소음 레벨, 음압 레벨 또는 밴드 음압 레벨"로 개정하였다.

#### 3.1.2 측정기

소음계의 마이크로폰에 바람이 불면 기류잡음이 발생하고 풍속이 큰 경우에는 측정이 곤란하다. 따라서 옥외에서의 측정 등 기류잡음의 영향이 예상되는 경우에는 윈드스크린을 장착하는 것이 바람직하다. 다만 윈드스크린의 효과에도 한계가 있으므로 풍속이 큰 경우의 측정은 피하는 것이 바람직하다.

또 윈드스크린에 의해 마이크로폰의 감도가 변하는 것이 있으므로 주의가 필요하다.

#### 3.1.3 소음 레벨의 측정

송풍기의 측정 위치들 중 플레넘 챔버가 있을 경우의 측정 위치에 대하여 fig. 1은 흡입구가 대기에 개방되어 있는 경우, fig. 2는 송출구가 대기에 개방되어 있는 경우의 측정방법을 새로이 추가하여 개정 전 규격의 내용을 보강하였다.

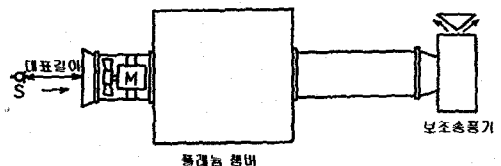


Fig. 1 흡입구가 대기에 개방되어 있는 경우

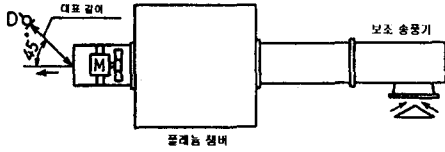


Fig. 2 송출구가 대기에 개방되어 있는 경우

### 3.1.4 대표 소음레벨의 산출방법

여러 개의 측정점에서 측정한 경우의 대표 소음레벨은 각 점의 측정값의 에너지를 평균하여 구한다. 흡입구·토출구에서 방사하는 소음의 측정은 측정점이 한 점이기 때문에 그 점의 측정값이 그대로 대표 소음레벨이 된다. 일반적인 대표 소음레벨을 구하는 식은 다음과 같다.

$$\overline{L_{pA}} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pAi}/10} \right] \quad (1)$$

여기서  $L_{pAi}$ 는  $i$  번째 측정 위치의 소음레벨의 측정값(dB)이고,  $N$ 은 측정값의 수를 나타낸다.

또 각 점의 측정값의 최소값과 최대값의 차이가 5 dB 이내의 경우에는 데시벨 단위의 값에서 평균하고 그 차이는 무시한다.

### 3.1.5 기록자료 및 기록서식

송풍기 및 압축기의 소음 측정 기록양식을 새로이 나타내었고 회전수를 회전 속도로, 소음레벨의 단위기호를 dB로 수정하였다.

### 3.2 부속서 1(송풍기 및 압축기의 밴드 음압 레벨의 측정방법)의 주요 개정 내용

개정 전 규격에서 참고 1의 내용 중 측정방법에 대한 내용을 간단히 설명했던 것을 개정된 규격에서는 상세히 다음의 내용을 첨가하였다.

1) 밴드 음압 레벨의 측정시간은 중심주파수가 160 Hz 이하의 밴드에서는 30초 이상으로 하고, 200 Hz 이상의 밴드에서는 10초 이상으로 하되 지침의 흔들림이 평균값에 가장 가까운 정수값을 눈금값으로 한다.

2) 암소음에 대한 내용을 KS A 0701(소음도 측정방법)<sup>(5)</sup>을 참조하여 새로이 개정하였다. Table 1은 암소음에 대한 보정값을 나타낸다.

Table 1 암소음의 영향에 대한 보정값 단위(dB)

송풍기·압축기의 작동시와 정지시의 음압 레벨의 차이	4	5	6	7	8	9
보정값	-2			-1		

또한 측정 결과의 표시로 간단히 표시되어 있던 것을 기록자료 및 기록양식으로 명칭을 변경하였고 그 내용도 상세히 설명하였다. 또한 기록양식 중 1/3 옥타브 밴드 음압 레벨을 측정하는 경우에는 양식의 중심주파수열 전체를 이용하고, 옥타브 밴드 음압 레벨을 측정하는 경우에는 중심주파수열 중 괄호없는 중심주파수를 사용하거나 괄호 안의 중심주파수를 삭제한 양식을 사용한다.

### 3.3 부속서 2(송풍기 및 압축기의 본체에서 방사하는 소음의 음향 파워레벨의 측정방법)의 주요 개정 내용

음원의 음향 파워 레벨을 측정하는 방법으로는 KS A 0703(JIS Z 8733, ISO 3744), KS A 0704(JIS Z 8744, ISO 3741, ISO 3742), KS A 0705<sup>(6)</sup>(JIS Z 8732<sup>(7)</sup>, ISO 3745<sup>(8)</sup>) 등이 있다.

부속서 2는 이 위의 KS A 0703(JIS Z 8733)에 규정하고, ISO 3744<sup>(4)</sup>에 대응하는 실용 반자유음장법(A법)과 ISO 3746<sup>(9)</sup>에 대응하는 간이 반자유음장법(B법)으로 나누었다.

#### 3.3.1 측정환경

측정환경은 반자유음장으로 간주되는 반무향실이 가장 바람직하며 이것 외에 실용적인 음장으로 잔향이 크지 않은 큰 실내·옥외 등으로 하는 것도 좋다. 측정환경의 음향적 조건은 음장보정값으로 보완한다. 음장보정값에서 실용 반자유음장법은 ±2dB 이내, 간이 반자유음장법은 7dB 이하의 보정이 요구된다.

음장보정값의 측정방법은 측정실내의 잔향시간으로부터 구하는 방법과 측정실내에서 기준음원의 음향 파워 레벨을 측정하는 방법이 있다.

#### 3.3.2 측정기

주파수 분석기<sup>(10)</sup>가 필요하다. 실용 반자유음장법에서의 측정기는 본문에서의 "KS C 1502(보통 소음계)<sup>(11)</sup>, KS C 1505(정밀 소음계)<sup>(12)</sup> 혹은 이것과 동등

이상의 성능을 갖는 측정기"라고 한 것과는 달리 정밀 소음계를 사용한다.

### 3.3.3 실험장치

측중심 높이 등에 특별한 규정은 없고, 측정 직육면체는 바닥면을 저면으로 하는 송풍기 및 압축기에 의해 접하는 기준 직육면체에서 등거리 떨어진 면에 의해 구성한다.

### 3.3.4 음압 레벨의 측정

각 측정점에서 눈금값에 대한 감소음의 영향을 보정한 후, 밴드 음압 레벨의 측정값으로부터 측정면상의 평균 음압 레벨을 구한 후 다음의 식에 의해 옥타브 또는 1/3 옥타브 밴드 음향 파워 레벨을 계산한다.

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \log_{10}(S/S_0) - K \quad (2)$$

여기에서  $L_w$ 는 음향파워레벨(dB),  $\overline{L_p}$ 는 측정 직육면체면 위의 평균 음압 레벨(dB),  $S$ 는 측정 직육면체면의 면적( $m^2$ ),  $S_0$ 는  $1m^2$  그리고  $K$ 는 음장보정값을 나타내고, table 2에는 실용 반자유음장법에 대한 음장보정값을 그리고 table 3에는 간이 반자유음장법에 대한 음장보정값을 각각 나타내었다.

또한 fig. 3은 실용 반자유음장법의 측정 직육면체 위의 측정위치를 그리고 fig. 4는 간이 반자유음장법의 측정 직육면체 위의 측정 위치를 각각 나타내고 있다.

Table 2 실용 반자유음장법의 감소음에 대한 보정값 단위(dB)

송풍기·압축기의 작동시와 정지시의 음압레벨의 차이	6	7	8	9	10
보정값	-1.5	-1.0		-0.5	

Table 3 간이 반자유음장법의 감소음에 대한 보정값 단위(dB)

송풍기·압축기의 작동시와 정지시의 음압 레벨의 차이	3	4	5	6	7	8	9
보정값	-3	-2	-1.5	-1.0			-0.5

### 3.3.5 A 특성 음향 파워 레벨의 산출방법

A 특성 음향 파워 레벨은 밴드 음향 파워로부터 각 대역의 A 특성의 가중치를 더한 에너지를 합한 것으로 구한다. A 특성 음향 파워 레벨을 구하는 방법은 KS A 0703의 부속서 5에 따른 것으로 다음 식으로 구한다.

$$L_{wA} = 10 \log_{10} \left[ \sum_{j=1}^N 10^{(L_{wj} + C)/10} \right] \quad (3)$$

여기에서  $L_{wA}$ 는 A 특성 음향 파워 레벨(dB)을 나타

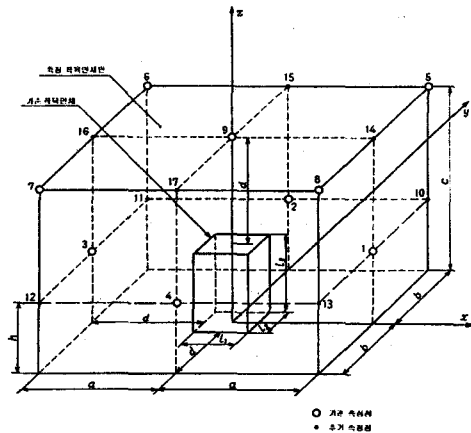


Fig. 3 측정 직육면체 위의 측정 위치 (실용 반자유음장법)

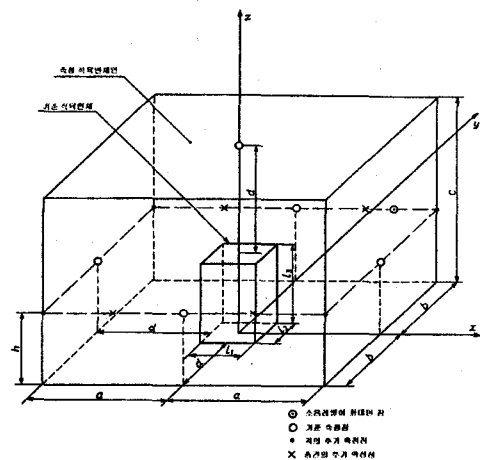


Fig. 4 측정 직육면체 위의 측정 위치 (간이 반자유음장법)

Table 4 옥타브 밴드의 A 특성 보정값

j	옥타브 밴드 중심주파수 (Hz)	C <sub>j</sub> (dB)
1	63	-26.0
2	125	-16.0
3	250	-8.5
4	500	-3.0
5	1000	0.0
6	2000	1.0
7	4000	1.0
8	8000	-1.0

Table 5 1/3 옥타브 밴드의 A 특성 보정값

j	1/3 옥타브 밴드 중심주파수 (Hz)	C <sub>j</sub> (dB)
1	50	-30.0
2	63	-26.3
3	80	-22.5
4	100	-19.0
5	125	-16.0
6	160	-13.5
7	200	-11.0
8	250	-8.5
9	315	-6.5
10	400	-5.0
11	500	-3.0
12	630	-2.0
13	800	-1.0
14	1000	-0.0
15	1250	0.5
16	1600	1.0
17	2000	1.0
18	2500	1.5
19	3150	1.0
20	4000	1.0
21	5000	0.5
22	6300	0.0
23	8000	-1.0
24	10000	-2.5

내고 N은 옥타브 밴드인 경우에는 8로 하고 1/3 옥타브 밴드인 경우에는 24로 한다. 또한 L<sub>wj</sub>는 j 번째 옥타브 밴드 또는 1/3 옥타브 밴드 음향 파워 레벨(dB)을 그리고 C<sub>j</sub>는 옥타브 밴드 또는 1/3 옥타브 밴드의 A 특성 보정값을 나타낸다. Table 4는 옥타브 밴드의 A 특성 보정값을 나타내고, Table 5는 1/3 옥타

브 밴드의 A 특성 보정값을 나타낸다.

3.3.6 기록양식

기록양식의 예를 새롭게 나타내었다. 1/3 옥타브 밴드 음압 레벨을 측정하는 경우에는 중심주파수란 전체를 이용하고, 옥타브 밴드 음압 레벨을 측정하는 경우에는 양식의 중심주파수열 전체를 이용하고, 옥타브 밴드 음압 레벨을 측정하는 경우에는 중심주파수열 중 괄호없는 중심주파수를 사용하거나 괄호 안의 중심주파수를 삭제한 양식을 사용한다. 또한 10점까지의 측정점에서의 결과를 기록하고 이것 이상의 측정점의 결과를 기록하는 경우에는 여러 장의 기록양식을 사용하면 된다. 각 란에는 눈금값, 암소음 혹은 측정값(암소음의 영향에 대한 보정을 한 후의 값)을 기록한다.

3.4 부속서 3(음장보정값을 구하는 방법)의 주요 개정 내용<sup>(2)</sup>

개정 전 규격에서 참고 2에 환경보정값으로 간단히 설명되어 있던 항을 수정하여 음장보정값을 구하는 방법은 KS A 0703의 부속서 1을 그리고 잔향시간의 측정 및 실내 등가 흡음면적의 산출방법에 대해서는 KS A 0703의 부속서 3을 참고하여 부속서 3으로 개정하였다.

음장보정값은 음장뿐만 아니라 측정면의 위치, 면적 등에도 의존한다. 음장보정값을 구하는 방법에는 잔향시간을 측정하는 방법과 음향 파워 레벨이 교정된 기준음원의 음향 파워 레벨을 송풍기·압축기에 대해서 동일한 음원위치와 각 측정위치에 따라 구하는 방법이 있다.

잔향시간을 측정하는 방법의 음장보정값은 다음 식에 의해 구한다.

$$K = 10 \log_{10} \left[ 1 + \frac{4S}{A} \right] \tag{4}$$

여기에서 K는 음장보정값을 그리고 S는 측정 직육면체의 면적(m<sup>2</sup>)을 나타내며 A는 실내 등가 흡음 면적(m<sup>2</sup>)을 나타낸다. 여기서 실내 등가 흡음 면적은 식(5)와 같으며, 실내 등가 흡음 면적에 변화가 없으면 음장보정값은 일정하게 된다.

$$A = \frac{55.3}{c} \frac{V}{T} \tag{5}$$

Table 6 잔향시간의 측정횟수

옥타브 또는 1/3옥타브 밴드 중심주파수(Hz)	50~160	200~630	800이상
측정횟수	12	9	6

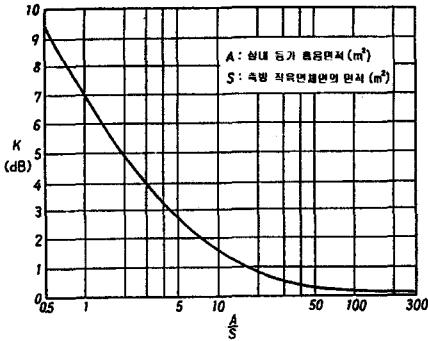


Fig. 5 음장보정값 K

식(5)에서  $c$ 는 공기 중의 음속(m/s),  $V$ 는 측정실의 체적( $m^3$ ) 그리고  $T$ 는 측정실 내의 잔향시간(s)이다. Table 6은 잔향시간의 측정횟수를 나타낸다 (13),(14),(15),(16)

또한 fig. 5는 잔향시간을 측정하는 방법의 음장보정값( $K$ )을 나타낸다.

기준음원을 이용하는 방법에서는 실내의 등가 흡음면적, 음원위치, 측정점에 변화가 없는 한 음장보정값을 측정할 필요가 없다. 또한 일반 측정에 있어서도 음향 파워 레벨의 측정때마다 음장보정값을 측정할 필요는 없다. 그러나 송풍기·압축기뿐만이 아니라 덕트 등에 의해서도 실내 등가 흡음 면적은 변하므로 주의가 필요하다.

잔향시간의  $\pm 10\%$ 의 오차는 음장보정값의 오차에 있어서는  $\pm 0.5\text{dB}$  이하이다.

### 3.5 부속서 4(송풍기로부터 덕트내로 방사하는 소음의 음향 파워 레벨 측정방법)의 주요 개정 내용

개정 전 규격의 참고 2-1(자유음장법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법)과 참고 2-4(관로내법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법)의 내용을 부속서 4로 새로이 개정하였으며, 특히 덕트내법은 ISO 5136을 참조하여 새롭게 구성하였다.

덕트내법은 덕트내의 음압 레벨을 측정하는 것으로

Table 7 측정방법의 정확성

1/3 옥타브 밴드 중심 주파수(Hz)	표준 편차 (dB)
50	3.5
63	3
80 ~ 100	2.5
125 ~ 4000	2
5000	2.5
6300	3
8000	3.5
100000	4

하고 준자유음장법과 준확산음장법은 덕트내 개부에서 덕트외로 방사하는 소음의 음압 레벨을 측정하는 것으로 한다. 따라서 준자유음장법과 준확산음장법의 음향 파워 레벨의 계산은 덕트내의 개구단에서 방사하는 음향 파워와 송풍기에서 덕트내로 전파되어 덕트 개구단에 도달하는 음향 파워와의 비를 이용한다. 즉 이론적으로 음향 파워 레벨을 구한 후 개구단 반사 보정값을 보정할 필요가 있다.

#### 3.5.1 덕트내법<sup>(17),(18)</sup>

송풍기 및 압축기의 흡입구·토출구에 접속하는 덕트내로 방사하는 음향 파워 레벨의 측정방법은 ISO 5136등을 따른다.

덕트내법은 정상적이며, 광대역, 협소대역 혹은 이산주파수 소음을 입구부 혹은 출구부에 설치된 무반사 덕트로 방사하는 경우에 적용한다. 공기 온도는  $-50^\circ\text{C}$ 와  $+70^\circ\text{C}$ 의 범위를 갖는다. 시험부 덕트의 직경은 0.15m에서 2m 사이이고, 가장 빠른 속도는 30m/s까지이며 최대 스윙각은  $15^\circ$ 이다. 1/3 옥타브의 중심주파수 범위는 50~10000 Hz이다. 덕트내법에 적용하는 송풍기는 덕트가 붙어 있는 원심형 송풍기, 덕트가 붙어 있는 축류형 송풍기 그리고 덕트가 붙어 있는 사류형 송풍기이다.

측정용 덕트는 철판 재질의 원형 단면으로 하고 기류에 의한 흔들림 혹은 음향 투과가 무시될 수 있는 충분한 원형을 가진 것으로 한다.

Table 7은 덕트의 끝단 반사의 영향, 연결부의 영향 및 음압 측정으로부터 음향 파워를 계산할 때의 오차 그리고 장비보정의 오차 등의 영향을 고려한 측정방법 정확성의 표준 편차를 나타낸다.

덕트내법에 쓰이는 시험부는 중간연결 덕트, 무반장

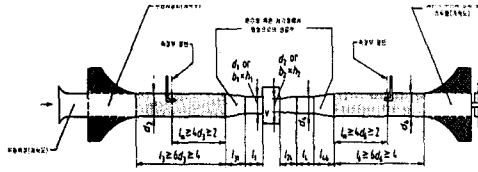


Fig. 6 입구와 출구에서 덕트내 소음의 동시측정방법

치를 갖은 시험부 덕트, 측정장치 그리고 평가되는 송풍기로 구성된다. Fig. 6은 입구와 출구에서 덕트내의 소음을 동시에 측정할 수 있는 장치의 예를 나타낸다.

덕트내법의 평균 음압 레벨의 계산 방법은 다음과 같다.

$$\overline{L_p} = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{pi}} \right] + C \quad (6)$$

여기에서  $N$ 은 측정 위치의 수(세 개이상),  $L_{pi}$ 는  $i$  번째 측정 위치에서 시간 평균된 음압 레벨(dB) 그리고  $C$ 는 마이크로폰과 샘플링 튜브의 결합에 대한 주파수 응답 수정계수로 다음과 같다.

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (7)$$

여기에서  $C_1$ 은 마이크로폰 응답 수정계수,  $C_2$ 는 샘플링 튜브의 주파수 응답 수정계수,  $C_3$ 는 샘플링 튜브의 유동 속도 수정계수 그리고  $C_4$ 는 모드 수정계수이며 이것들 중  $C_1$ 은 마이크로폰 제조사의 데이터로부터 얻어진다.

또한 주파수 밴드에 대해 시험부 덕트 안으로 방사된 소음의 음향 파워 레벨은 다음 식으로 구할 수 있다.

$$L_w = \overline{L_p} + 10 \log \frac{S}{S_0} - 10 \log \frac{\rho c}{(\rho c)_0} \quad (9)$$

여기에서  $S (= \pi d^2/4)$ 는 시험부 덕트의 단면적을 나타내며 유동저항  $(\rho c)_0$ 는  $400 \text{Ns/m}^3$ 이다.

덕트내 측정은 기류에 있어 기류 잡음은 피하고 이것을 저감하는 목적의 노즈콘 혹은 윈드스크린의 사용이 필요하다. 샘플링 튜브를 사용하는 것도 좋다. Fig. 7은 샘플링 튜브의 예로 II형 (구경12.7mm) 콘덴서

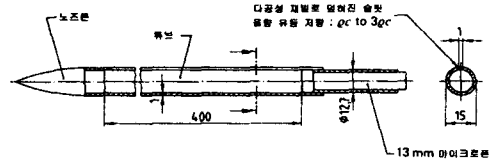


Fig. 7 샘플링 튜브

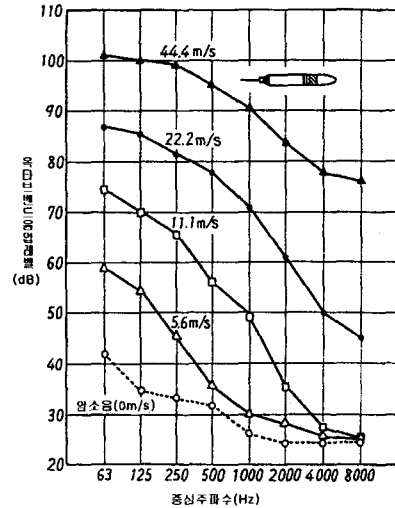


Fig. 8 노즈콘부 II형(12.7mm) 콘덴서 마이크로폰의 기류잡음

마이크로폰용의 원통 모양 윈드스크린으로 ISO 5136에 따른다. 이러한 II형 콘덴서 마이크로폰의 기류잡음에 대한 영향을 fig. 8에 나타내었다.

### 3.5.2 준 자유 음장법

자유음장에서의 측정을 원칙적으로 하고 있다. 음장 조건을 만족할 수 없는 경우에는 다른 방법(덕트내법 혹은 준확산음장법)을 이용하는 것이 바람직하다.

케이싱 혹은 전동기에서 방사하는 소음이 커서 흡입구·도출구에서 방사하는 소음의 측정에 영향이 있는 경우에는 필요에 따라서 흡음벽을 설치한다. 이 경우 흡음벽면에서 측정용 시험덕트 개구단까지의 거리를 덕트 직경의 4배보다 멀리 한다. Fig. 9는 양흡입 송풍기의 경우에 있어서 음압레벨의 측정위치를 나타내고 있다.

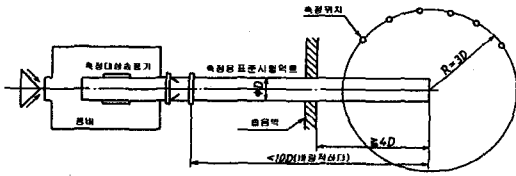


Fig. 9 양흡입 송풍기의 음압 레벨 측정위치

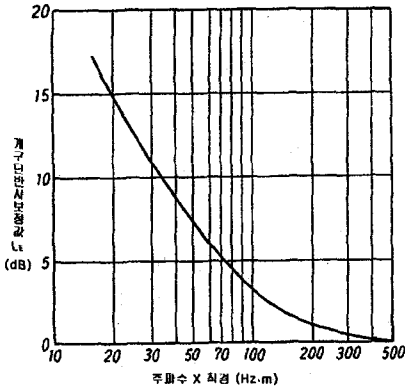


Fig. 10 개구단 반사보정값

흡입구 또는 토출구의 높이는 성능 측정 위 또는 송풍기의 형상에서 바닥면으로부터 덕트 직경 또는 그 이상의 높이가 되는 경우가 많고 바닥면에 근접한 것은 곤란하다. 이 경우 측정을 위한 음장은 바닥면에서 반사의 영향이 없는 자유음장을 기본으로 한다. 바닥면에서 반사음의 영향을 무시할 수 있는 경우에는 덕트 축높이를 덕트 직경의 3배 이상이며, 대형의 송풍기에 있어서는 그 높이로 하기 곤란한 경우가 많아 2배 이상 해도 무관하다. 또한 대형 송풍기에서는 덕트내벽이 적당한 경우가 많다.

음향 파워 레벨은 다음의 식으로 구한다.

$$L_w = \overline{L}_p + 20 \log \left( \frac{R}{R_0} \right) + 11 + L_E \quad (10)$$

여기에서  $L_w$ 는 옥타브 밴드 음향 파워 레벨(dB),  $\overline{L}_p$ 는 평균 음압 레벨(dB),  $R_0$ 는 기준거리(1m),  $R$ 는 개구단 중심에서 측정 위치까지의 거리(m) 그리고  $L_E$ 는 개구단 반사보정값(dB)를 나타내며 개구단 반사보정값은 fig. 10에 나타내었다.

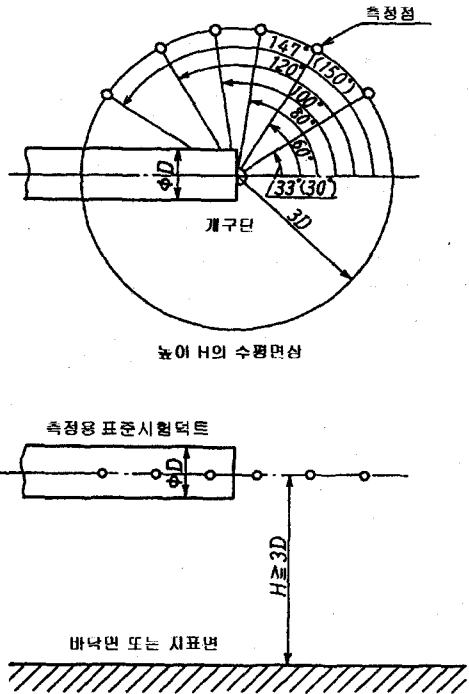


Fig. 11 측정용 표준시험 덕트와 측정위치의 설정

Fig. 11은 측정용 표준시험 덕트와 측정위치의 설정을 표시하고 있다.

### 3.5.3 준 확산 음장법<sup>(13),(14),(15),(16)</sup>

잔향실 혹은 이것에 준하는 확산성이 있는 실내에서의 측정을 원칙으로 한다. Fig. 12는 준확산음장법에 있어서 양흡입송풍기의 음압 레벨 측정위치를 그리고 fig. 13은 기준 음원 혹은 측정 위치의 설정을 나타내고 있다. Fig. 13에서 기준 음원과 마이크로폰 이동경로의 중간 위치와의 거리가 덕트 개구단면 중앙과 마이크로폰 이동경로의 중간 위치와의 거리에서  $\pm 0.6m$  이내가 되도록 위치시킨다. 기준 음원과 2m 이내에 있는 반사면과의 관계는 기준 음원의 음향 파워 레벨을 교정하는 상태와 일치시킨다. 마이크로폰의 연속 이동에 있어서 평균 음압 레벨을 직접 구할 수도 있다.

이 경우는 KS A 0704에 나타나 있고, KS C 1505(정밀 소음계)에 규정하는 소음계의 등가 소음 레벨을 구하는 방법을 이용할 수 있다.



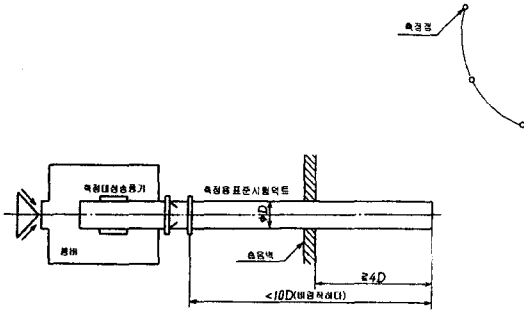
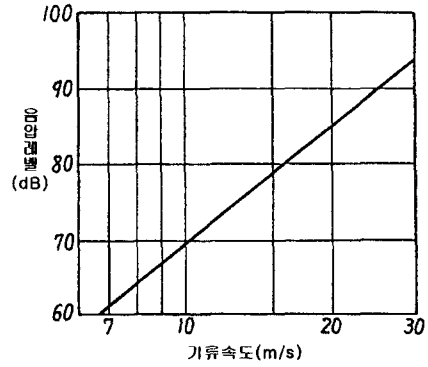


Fig. 12 양흡입 송풍기의 음압 레벨 측정위치



(a)

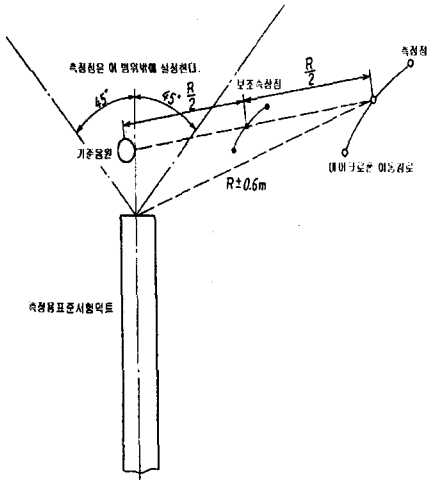


Fig. 13 기준 음원 혹은 측정위치의 설정

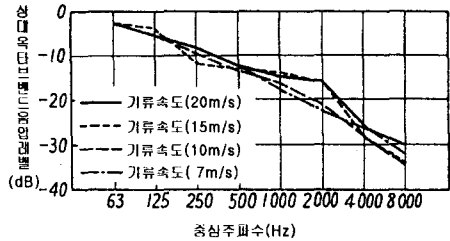
또한 음향 파워 레벨은 다음의 식으로 구한다.

$$L_W = L_{WR} + (\overline{L_{PF}} - \overline{L_{PR}}) + L_E \quad (11)$$

여기에서  $L_{WR}$ 은 기준 음원의 옥타브 밴드 교정 음향 파워 레벨(dB)을,  $\overline{L_{PF}}$ 는 측정 대상송풍기에서의 평균 옥타브 음압 레벨을 그리고  $\overline{L_{PR}}$ 은 기준 음원에서의 평균 옥타브 음압 레벨을 나타낸다.

### 3.6 부속서 5(마이크로폰의 기류잡음에 대한 보정)의 주요 개정 내용

개정 전 규격에서 참고 2-4에 간단히 마이크로폰에



(b)

Fig. 14 윈드스크린의 기류잡음

대한 언급이 있었으나 기류잡음에 대한 내용은 없었다. 따라서 새로운 규격에서는 부속서 5의 항으로 덕트내 법에 관한 마이크로폰의 기류잡음에 대한 보정방법 또는 기류잡음의 영향이 없는 것을 확인하는 방법을 기술하였다.

Fig. 14는 윈드스크린의 기류잡음을 나타내는 것으로 기류속도에 대한 옥타브 밴드의 음압 레벨은 그 기류속도에 대해서는 기류잡음의 음압 레벨(a)에 옥타브 등의 상대 음압 레벨(b)을 더하여 구한다.

사용하는 마이크로폰의 기류잡음의 측정값이 필요 없는 경우는 다음과 같다 : 노즈콘부 콘덴서 마이크로폰을 사용할 때에는 fig. 8과 비교하고, 윈드스크린을 사용하는 경우에는 fig. 14와 비교하여 평균 옥타브 밴드 음압 레벨이 10dB 이상 큰 경우 혹은 측정 덕트의 송풍기와 측정점 사이에 측정 덕트와 같은 내경으로 길이가 1m인 유리섬유 직판덕트를 삽입시켜 이것을

삽입시키지 않은 것에 대해서 덕트내 6점의 평균 옥타브 밴드 음압 레벨이 6dB 이하인 경우이다.

또한 동일 회전수로 측정 송풍기의 작동점을 최고 효율점 근처에서 토출 풍량점 혹은 그 중간점의 3점에 대한 변화에 대해서 측정 덕트내의 6점의 평균 음압 레벨과 측정 덕트 개구단 근점 3점의 평균 음압 레벨과의 차이의 변화가 중심주파수 250 Hz~2 kHz의 주파수 대역에서는 3dB 이하, 그 외의 주파수 대역에서는 6dB이하에 있는 경우에 기류잡음의 측정값이 필요하다.

사용하는 마이크로폰의 기류잡음 측정값이 있는 경우에는 보통의 압소음 보정 방법에 의해 보정한다. Table 8은 기류잡음의 영향에 대한 보정값을 나타낸다.

Table 8 기류잡음의 영향에 대한 보정값 단위(dB)

측정대상송풍기 운전시의 밴드음압레벨과 기류잡음의 밴드 음압 레벨의 차이	4	5	6	7	8	9
보정값	-2		-1			

또한 기류잡음은 동일 풍속에서도 흐름의 상태에 의해 변하고, 특히 마이크로폰의 기류잡음 측정시의 기류보다 실제의 측정덕트 내의 기류 방향이 복잡하고 동일 풍속하에서도 큰 기류잡음으로 되는 경우가 많다.

#### 4. 결 론

개정 전 규격에서는 본문, 참고 1(송풍기 및 압축기의 밴드 음압 레벨 측정방법) 그리고 참고 2(송풍기·압축기의 음향 출력 레벨의 측정방법)으로 나누었으며, 참고 2는 다시 자유음장법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법, 근점 음장법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법 그리고 기준 음원 치환법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법과 관로내법에 의한 음향 출력 레벨의 측정방법으로 나누어져 있었다.

이러한 규격을 본문, 참고 1(송풍기 및 압축기의 밴드 음압 레벨의 측정방법), 참고 2(송풍기 및 압축기의 본체에서 방사하는 소음의 음향 파워 레벨의 측정방법), 참고 3(음장보정값을 구하는 법), 참고 4(송풍기로부터 덕트내로 방사하는 소음의 음향 파워 레벨 측정

방법) 그리고 참고 5(마이크로폰의 기류잡음에 대한 보정)로 나누어 개정하였다. 본문에서는 인용규격에 대한 항과 대표 소음 레벨 산출방법에 대한 항을 독립적으로 구분하여 나타냈으며, 또한 전체적으로 측정 결과를 기록하는 양식과 측정방법을 나타내는 그림을 현실정에 맞게 나타내었다. 특히 참고 3과 참고 5는 개정 전 규격에서 간단히 설명되어 있던 것을 부속서로 따로 분리하여 상세히 설명하였다.

또한 참고 2는 KS A 0703을 참조하여 실용 반자유음장법과 간이 반자유음장법으로 나누었고, 참고 4는 덕트내법, 준자유음장법 그리고 준확산음장법으로 나누어 설명하였다. 특히 덕트내법은 ISO 5136을 기준으로 새로이 도입하였다.

## 후 기

본 연구는 국립기술품질원 지원의 펌프, 송풍기 관련 유체기계 규격의 선진화 연구(II)에 의해 이루어졌으며, 이에 관계자 분께 감사를 포함합니다.

## 참고 문헌

- (1) 한국공업규격, 1989, "음향용어(일반)," KS A 3006, pp 1~19
- (2) 한국공업규격, 1990, "일반 음장에서 음향 파워 레벨 측정방법," KS A 0703, pp 1~24
- (3) 일본공업규격, 1991, "一般の音場における音響パワレベル測定方法," JIS Z 8733, pp 1~45
- (4) ISO, 1994, "Determination of sound power levels of noise sources-Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane," ISO 3744, pp 1~31
- (5) 한국공업규격, 1990, "소음도 측정방법," KS A 0701, pp 1~6
- (6) 한국공업규격, 1991, "무향실 또는 반무향실에서의 음향 파워 레벨 측정방법," KS A 0705, pp 1~15
- (7) 일본공업규격, 1991, "無響室又は半無響室における音響パワレベル測定方法," JIS Z 8732, pp 1~31
- (8) ISO, 1977, "Determination of sound power levels of noise sources-Precision methods for anechoic and semi-anechoic rooms," ISO 3745, pp 1~21
- (9) ISO, 1995, "Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources using sound

- pressure - Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane," ISO 3746, pp 1~27
- (10) 한국공업규격, 1990, "옥타브 및 1/3 옥타브 밴드 분석기," KS A 5113, pp 1~9
- (11) 한국공업규격, 1990, "보통소음계," KS C 1502, pp 1~7
- (12) 한국공업규격, 1990, "정밀소음계," KS C 1505, pp 1~7
- (13) 한국공업규격, 1990, "잔향실에서의 음향 파워 레벨 측정방법," KS A 0704, pp 1~26
- (14) 일본공업규격, 1991, "残響室における音響パワレベル測定方法," JIS Z 8734, pp 1~41
- (15) ISO, 1999, "Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources-Precision methods for broad-band sources in reverberation rooms," ISO 3741, pp 1~32
- (16) ISO, 1990, "Acoustics-Determination of sound power levels of noise sources-Precision methods for discrete-frequency and narrow-band sources in reverberation rooms," ISO 3742, pp 1~11
- (17) ISO, 1990, "Acoustics-Determination of Sound Power Radiated into a Duct by Fans - In-duct Method," ISO 5136, pp 1~22
- (18) ANSI/AMCA, 1986, "Laboratory Method of Testing In-Duct Sound Power Measurement Procedure for Fans," ANSI/AMCA 330-86, pp 1~16