

## 11. 소음

### 11.1 소음의 정의

소음이라는 것은 '마음에 들지 않는 소리'의 총칭으로 없는 쪽이 나온 소리이다. 따라서 소음은 인간의 주관적인 것으로 감각량이다. 이 감각을 계량하는 것은 곤란하며 우리가 규정하는 소음은 소리의 크기를 규정하는 것이다. 인간의 감각은 자극에 대해서 대칭비례한다고 말하여진다. 소음·진동 등의 크기를 표시하는 경우도 대수가 이용된다.

(1)소리의 세기

소리의 진행방향에 수직한 단위면적을 단위시간에 통과하는 소리의 에너지의 총량이라고하고 단위는  $W/m^2$ 으로 표시한다.

$$\text{소리의 세기의 레벨} = 10 \log_{10} I/b \text{ (dB)}$$

$I$  : 소리의 세기

$b$  : 기준량 ( $10^{-12} W/m^2$ )

(2)음압

음파는 공기의 농담의 파이다. 공기의 농담은 압력의 변화로 대기의 경우 대기압으로부터의 압력변화를 음압이라 부르고, 보통 그 크기의 실효치를 이용한다. 소리의 세기와 음압(실효치)의 사이에는 다음과 같은 관계가 있다.

$$I = p^2 / \rho c$$

$I$  = 소리의 세기 ( $W/m^2$ )

$p$  = 음압 (Pa)

$\rho c$  = 공기의 고유음향저항

$\rho$  = 공기의 밀도 ( $kg/m^3$ )

$c$  = 공기중의 음속 (m/s)

(3)음압레벨

음압레벨은 물리적인 소리의 강약의 정도를 대수로 표시한 것으로 다음과 같다

$$\text{음압레벨 } L_p = 20 \log_{10} P/P_0 \text{ (dB)}$$

$$10 \log_{10} I/I_0 \text{ (dB)}$$

$P_0, I_0$  는 기준량

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ (Pa)}$$

$$I_0 = 10^{-5} \text{ (W/m}^2\text{)}$$

(4)음향 파워 레벨

단위시간에 음원으로부터 반사되는 음파의 전 에너지를 음향출력이라고하고  $P(W)$ 로 표시한다.

음원의 중심으로부터  $r(m)$  떨어진 점의 소리의 세기를  $I(W/m^2)$ 라 하면, 자유공간(구면음장)에서는 다음식으로 나타낸다.

$$I = P/4\pi r^2 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

음향 파워레벨은 음향출력  $P(W)$ 와 기준음향출력  $P_0(W)$ 에 대한 비의 대수를 취해 다음식으로 표시된다.

$$\text{음향파워레벨 } L_w = 10 \log_{10} P/P_0 \text{ (dB)}$$

$$P_0 = 10^{-12} \text{ (W)}$$

(5) 음향파워레벨과 음압레벨의 관계

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r - 11 \text{ (자유공간)}$$

$$L_p = L_w - 20 \log_{10} r - 8 \text{ (반자유공간)}$$

여기서  $r$ 은 음파중심으로부터의 거리(m)을 나타낸다.

## (6) 옥타브

소리의 주파수 간격을 표현하는 언어이다.

귀로 소리를 들은 감각이 주파수의 2배의 소리를 1옥타브라고 감지하는 것에 의해 주파수대역을 옥타브단위로 구분한다.

1옥타브는  $f_1(\text{Hz})$ 에서  $f_2(\text{Hz})$ 까지 주파수가 변화하는 폭을 말한다.

소음을 검토하는 경우, 통상 1/1옥타브밴드가 사용되어 중심주파수는 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k의 8밴드로 표시한다. 또 날카로운 탁월한 주파수를 가진 소음원에 대해서는 1/3옥타브 밴드에 의해 검토하는 경우도 있다. 1/3옥타브 밴드는  $f = 2^{1/3} \cdot f_1$ 의 주파수비를 가진 2개의 주파수간격을 표시한다. 또한 각 밴드마다 음압레벨을 표시한 그림을 스펙트럼이라고 한다.

## (7) 상대레벨

음압레벨로부터 옥타브 밴드 음압레벨을 구하는 것에 사용하는 보정치를 나타낸다. 예를 들면, 음압레벨 90dB의 500Hz에서의 상대음압레벨이 -20dB이라면 500Hz옥타브 밴드음압레벨은  $90-20 = 70\text{dB}$ 이 된다.

## (8)소음레벨

주파수보정회로 A특성 (음압레벨을 인간의 청감특성과 합하여 보정한 특성)의 소음계로 측정했을 때 지시읽기라고 정의하고, 감각적인 음의 크기레벨을 나타낸다.

## (9) 암소음

대상으로 하는 소리가 없는 경우에 그 위치에 있어서의 소리를 암소음이라고 한다.

## (10) 암소음보정

대상으로하는 소음과 그이외의 소음이 있을때 대상소음이 단독으로 있을 때의 레벨을 구하는 방법

대상음  $L_s = 10 \log_{10}(10^{L_1/10} - 10^{L_2/10}) \{ \text{dB(A)} \}$

$L_1$ :대상음과 암소음이 동시에 발생할 때 소음레

벨(펌프운전음){dB(A)}

$L_2$ :암소음만 있을때의 소음레벨 (펌프정지시){dB(A)}

## 11.2 펌프의 소음

펌프로부터 발생하는 소음은 유체소음과 기계소음으로 나뉜다. 유체소음이라는 것은 ①임펠러로부터 유출한 후류와 케이싱 설(허)내부의 간섭에 의한 회전소음으로 그 주파수는 날개매수 Z와 회전수 N(S<sup>-1</sup>)의 적  $Z \cdot N$  및 그 고주파이다. 이 성분은 맥동 현상을 일으키는 성분과 같다. ②날개 유로간이나 케이싱 내부의 흐름의 산란에 의한 와류소음으로 광대역에 랜덤하게 분포하는 스펙트럼을 가진다. 또 케비테이션이나 스톨현상등에 의해 펌프가 진동·소음을 발생하는 경우가 있으나, 이것은 펌프의 계획·설계상 피해야 할 문제이다. 기계소음으로서는 ① 임펠러, 축, 축이음 등의 부조합에 따른 진동에 기초한 소음, ②축수부의 회전에 따르는 소음이다.

다음의 펌프의 소음의 실측례에 대해 나타낸다.

## (1) 횡축 양흡입 볼류트펌프

펌프의 사양점 부근에서 운전한 경우 소음레벨은그림 11·1처럼 현지 설치상태에 따라 측정환경(측정음향)이 제각각이나 소음레벨과 전동기 출력간 상관관계를 확인하여, 그 추정에 참고한다. 그림 11·2는 상태레벨을 표시하였으며, 동일형식의 펌프에 대하여 각각 유사한 경향을 나타내고 있다.

그림 11·3, 그림11·4는 1,600kW 전동기 구동으로 기장내 소음 및 소음 스펙트럼을 보여준다.

## (2)입축사류펌프

입축의 경우 펌프부는 수중에 들어가기 때문에 펌프기장내에서는 전동기 또는 엔진이나 감속기에 의한 소음이 된다. 그림 11·3과 그림 11·4는 1,600kW전동기 구동으로 기장내 소음 및 소음레벨을 표시한다.

## (3) 입축 볼류트 사류펌프

펌프본체가 지하, 전동기가 1층 부분에 있는 측정례를 그림 11·5, 11·6에 보여준다. 1층의 소음은 전동기만의 소음이다. 또 소음 스펙트럼의 비교에서 전동기측과 펌프측에서는 확실한 차이가 있다는 것이 판명된다.

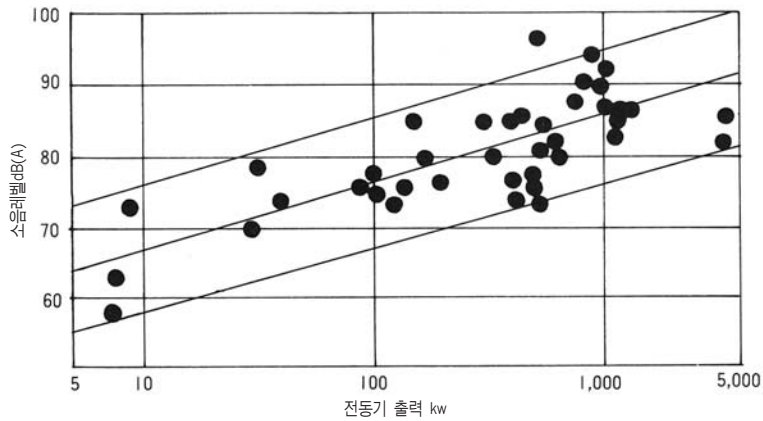


그림 11·1 양흡입 볼류트 펌프의 소음.

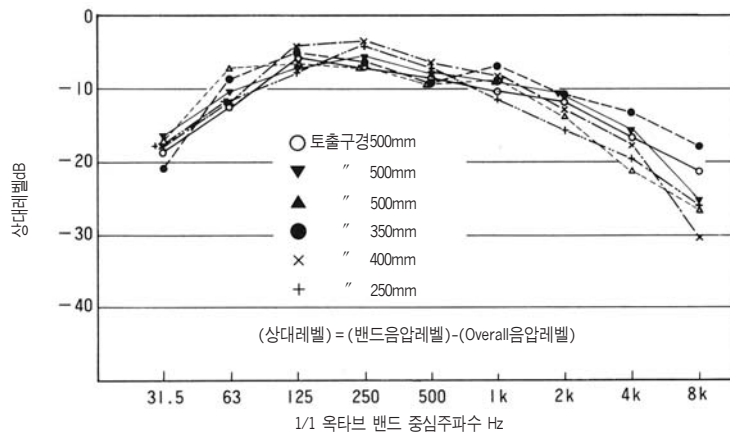


그림 11·2 양흡입 볼류트 펌프의 소음상대 스펙트럼

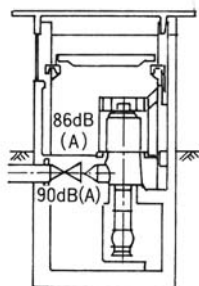


그림 11·3 입축사류 펌프의 소음

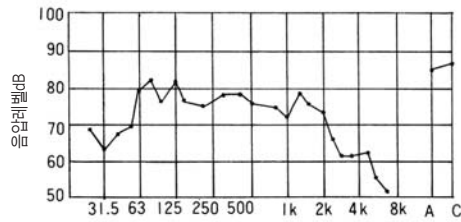


그림 11·4 입축사류 펌프의 소음예

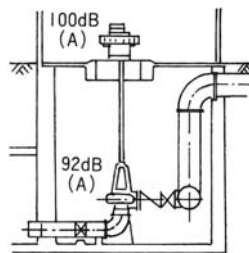


그림 11·5 입축사류 펌프의 소음예

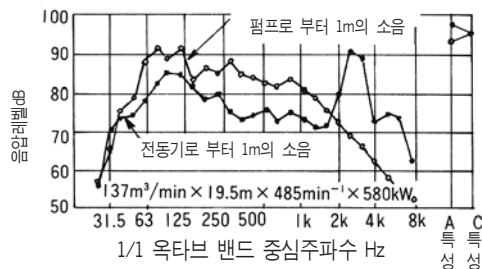


그림 11·6 입축볼류트 사류펌프의 소음예

#### (4)수중 모터펌프

수중에서 발생하는 소음이 수중으로부터 공기중에 전파될때 수면에서 반사되기 때문에 크게 감소한다. 그림 6·8과 그림 6·9에 측정례를 보여준다. 지상의 소음은 토출배관으로부터 방사되는 유체음이 지배적이다. 소음 스펙트럼에서도 펌프의 Z.N주파수의 1차와 2차가 현저하다. 또, 피트상에 건옥이 있는 경우, 수중 펌프의 운전 에 의해 핏트내 물에 전해진 압력파가 핏트를 진동시키고 건물벽으로 전파한다.

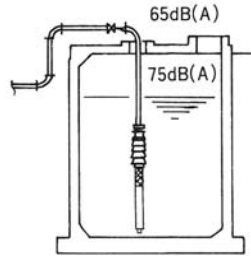


그림 11·7 수중 모터 펌프의 소음예

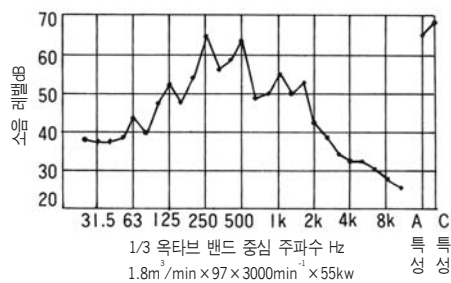


그림 11·8 수중모터펌프의 소음예

그결과 고체전파에 의해 건물 벽면으로부터 소음이 발생하기 때문에 주의가 필요하다.

### 11.3 전동기의 소음

전동기소음은 그 구조(예를 들면 전폐 내랭형, 방적 보호형, 전폐외선형의 순으로 소음은 크게된다.)

극수나 출력에 의해서 소음치가 달라진다. 전동기에서 발생하는 소음의 종류는 다음의 3가지로 크게 분류된다.

①통풍소음(팬음, 닥트음 등)

②기계소음(회전자의 언밸런스에 의한 진동음이나 축수부음 등)

③전자소음(고정자 회전자의 고주파 자속상호간의 간격에 의한 진동음)

전동기 소음은 통상 무부하운전시의 수치로 나타나기 때문에 실부하와 무부하의 소음차를 고려할 필요가 있다.

소음에 대해서는 일반적으로 무부하시의 소음치 +5dB(A)를 실부하시 소음치로 하고 있다.