

## 振動・騒音関係公式

編纂者：まる

※常用対数 ( $\log_{10}$ ,  $\lg$ ) の底を省略して  $\log$  と表記しています。

### 振動関係

#### 振動レベル

$$L = 20 \log \left( \frac{a}{a_0} \right) = 20 \log \left( \frac{a}{10^{-5}} \right)$$

- L [dB] 振動レベル
- a [ $\text{m/s}^2$ ] 加速度
- $a_0$  [ $\text{m/s}^2$ ] 基準加速度 ( $10^{-5}$ )

#### 振動レベルの補正值

周波数 [Hz]	1	2	4	8	16	32	64
補正值	-6	-3	0	-1	-6	-12	-18

#### 振動の距離減衰式

$$L = L_0 - 20 \log \left( \frac{r}{r_0} \right)^n - 8.7\lambda(r - r_0)$$

- L [dB] 振動発生源から距離  $r$ [m]における振動レベル
- $L_0$  [dB] 基準距離における振動レベル
- $r_0$  [m] 基準距離
- $\lambda$  内部減衰係数
- n 幾何減衰定数 (表面波の時、 $n=0.5$ )

## 振動伝達率

$$\tau = \frac{1}{\left|1 - \left(\frac{f}{f_0}\right)^2\right|}$$

$$f_0 = \frac{0.5}{\sqrt{\delta}} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{M}}$$

- $\tau$  振動伝達率
- $f_0$  [Hz] 固有振動数
- $f$  [Hz] 振動数
- $\delta$  [m] 静的たわみ
- $k$  [N/m] ばね定数
- $M$  [kg] 質量

ここで、 $M$  または  $\tau$  が、 $M'$  または  $\tau'$  に変化したとき、次式が成立する。

$$\frac{\tau + 1}{\tau M} = \frac{\tau' + 1}{\tau' M'}$$

## 騒音関係

### 音響パワーレベル

$$L_w = 10 \log\left(\frac{W}{W_0}\right) = 10 \log\left(\frac{W}{10^{-12}}\right)$$

- $L_w$  [dB] 音響パワーレベル
- $W$  [W] 音響出力
- $W_0$  [W] 基準音響出力 ( $10^{-12}$ )

### 音の強さのレベル

$$L_I = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \log\left(\frac{I}{10^{-12}}\right)$$

- $L_I$  [dB] 音の強さのレベル
- $I$  [ $W/m^2$ ] 音の強さ
- $I_0$  [ $W/m^2$ ] 音の強さの基準値 ( $10^{-12}$ )

### 音圧レベル

$$L_p = 20 \log\left(\frac{P}{P_0}\right) = 20 \log\left(\frac{P}{2 \times 10^{-5}}\right)$$

- $L_p$  [dB] 音圧レベル
- $P$  [Pa] 音圧 (実効値)
- $P_0$  [Pa] 音圧の基準値 ( $2 \times 10^{-5}$ )

### 音の強さ

$$I = \frac{p^2}{\rho c} = \frac{p^2}{400} = pu$$

- $I$  [ $W/m^2$ ] 音の強さ
- $p$  [Pa] 音圧
- $\rho c$  [ $Pa \cdot s / m$ ] 固有音響インピーダンス (空気の場合、 $\rho c=400$ )
- $u$  [m/s] 粒子速度 (実効値)

## 音圧レベル A 補正特性

周波数 [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000	8000
補正值	-16	-9	-3	0	1	1	-1

## 室内の音圧レベル

$$L_p = L_w + 10 \log \left( \frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right)$$

$$R = \frac{\bar{\alpha} S}{1 - \bar{\alpha}}$$

- $L_w$  [dB] 音源の音響パワー
- $r$  [m] 音源からの距離
- $R$  室定数
- $\bar{\alpha}$  室の平均吸音率
- $S$  [m<sup>2</sup>] 室の内壁の総面積
- $Q$  方向係数
  - $Q=1$  球 (空中音源)
  - $Q=2$  半球 (地面においた音源)
  - $Q=4$  1/4 球 (壁側においた音源)
  - $Q=8$  1/8 球 (部屋の隅に置いた音源)

## 自由空間・半自由空間の音圧レベル

上式で、 $S \rightarrow \infty$  から  $4/R \rightarrow 0$  となるため、以下の式が成り立つ

- $L_p = L_w - 20 \log r - 11$  (自由空間)
- $L_p = L_w - 20 \log r - 8$  (半自由空間)

## 音の大きさ (sone)

1kHz の純音の場合、音圧レベル (dB) と音の大きさのレベル (phon) は等しい。また、音の大きさ (sone) は、10dB または 10phon 増える毎に、2倍になる。

音圧レベル [dB]	20	30	40	50	60
音の大きさのレベル [phon]	20	30	40	50	60
音の大きさ [sone]	0.25	0.5	1	2	4

## その他

デシベル値の和の概算表

レベル差	0, 1	2, 3, 4	5, 6, 7	8~11	12~
加算値	3	2	1	0.5	0

2つのデシベルの差に対応する加算値を、デシベルの大きい方に加算する。

例) 50dB+51dB → 差は  $51-50=1$  なので、51に3を加算して、約54dBとなる。

デシベル値の差の概算表

レベル差	3	4, 5	6~9	10~
加算値	-3	-2	-1	0

主に暗騒音の補正に使用する。暗騒音のみの音圧レベルと暗騒音補正前の音圧レベルが既知の時、これらの値の差に対応する加算値を、暗騒音補正前の音圧レベルに加算して、暗騒音補正後の音圧レベルを求める。

例) 暗騒音が 40dB の下で測定したら音圧レベルが 45dB であった。この時の暗騒音を補正した音圧レベルは、差が  $45-40=5$  なので、45に-2を加算して、約43dBとなる。

なお、デシベル値の差が3未満のときは、暗騒音の方が大きいため、この表は適用できない。この場合は、和の概算表を利用する。

例) 暗騒音が 40dB の下で測定したら音圧レベルが 41dB であった。差が  $41-40=1$  なので、差の概算を使って計算できない。そこで、補正後の音圧レベルを  $x$  dB とすると、 $40\text{dB}+x\text{dB}=41\text{dB}$  であるから、和の概算表より  $x$  と 40 の差は5~7となる。ここで、差を6と仮定すると、 $x = 40-6$  より約34dBとなる。