

## 振動・騒音のパラメータ

工業製品の商品力の向上のため、振動・騒音を低減する、という事が良く言われるが、振動・騒音のパラメータは、それぞれ複数存在する。まず、一般的には次の事が言える。

- (1) 振動のパラメータは物理量のみ
- (2) 騒音のパラメータは、物理量と心理量の両方が存在する。
- (3) 物理量は、物理的な量を表す数字であるのに対し、心理量は、人間が感じる度合いを数量化したものである。
- (4) 振動のパラメータは大きさと方向を持つため、ベクトル量である。
- (5) 騒音のパラメータは、ベクトル量である音響インテンシティを除き、スカラー量である。

以上を踏まえ、振動・騒音のパラメータのそれぞれについて、概略を記す。

### 1. 振動のパラメータ

| 日本語       | 英語                   | パラメータ | 単位 (SI)            | 微分 |
|-----------|----------------------|-------|--------------------|----|
| 変位        | Displacement         | 変位    | m                  |    |
| 速度        | Velocity             | 速度    | m/s                | ↓  |
| 加速度       | Acceralation         | 加速度   | m/s <sup>2</sup>   | ↓  |
| コンプライアンス  | Compliance           | 変位/力  | m/N                |    |
| レセプタンス    | Receptance           | 変位/力  |                    | ↓  |
| モビリティ     | Mobility             | 速度/力  | m/sN               | ↓  |
| イナータンス    | Inertance            | 加速度/力 | m/s <sup>2</sup> N |    |
| アクセランス    | Accelance            | 加速度/力 |                    | ↓  |
| 動剛性       | Dynamic Stiffness    | 力/変位  | N/m                | ↑  |
| 機械インピーダンス | Mechanical Impedance | 力/速度  | sN/m               | ↑  |
| 動質量       | Apparent Mass        | 力/加速度 | s <sup>2</sup> N/m |    |

### 2. 振動の dB 表示

振動の大きさを明示するためには、通常振動加速度を使用する。また、人間が受ける刺激の強さは、Weber-Fechner の法則より対数に比例する事がわかっているので、次式で計算する振動加速度レベルを、振動の大きさを表すパラメータとして使用する。

$$L_{va} = 10 \log_{10} (a/a_0)^2 \quad (1)$$

ただし、 $L_{va}$ :振動加速度レベル[dB],  $a$ :振動加速度[m/s<sup>2</sup>],  $a_0$ :基準振動加速度[m/s<sup>2</sup>]. なお、基準振動加速度 $a_0$ は、JIS(日本工業規格)では $a_0 = 10^{-5}$ [m/s<sup>2</sup>], ISO(国際標準化機構)では $a_0 = 10^{-6}$ [m/s<sup>2</sup>]と異なっており、注意が必要である。ISO の振動加速度レベルの方が、20[dB]大きな値を示す事となるからである。

### 3. 騒音のパラメータ

#### 3-1 音圧

音波の伝搬により媒質に生ずる圧力. 単位は[Pa]=[N/m<sup>2</sup>]. 物理量. 通常は下記のように対数で表示される.

$$L_p = 10 \log_{10} (p/p_0)^2 \quad (2)$$

但し,  $L_p$ :音圧レベル[dB],  $p$ :音圧[Pa],  $p_0$ :基準音圧(=2.0×10<sup>-5</sup>[Pa])  
また, 周波数領域の聴感補正の特性により,

・A 特性音圧レベル:騒音測定のために,人間の聴感に近い特性を再現する補正. SPLの単位は[dBA]

・C 特性音圧レベル:人間の聴感を考慮せず,低周波数と高周波数のみを減衰させ,大きな音の騒音レベルを把握する際に使用.単位は[dBC]

・Z 特性音圧レベル:無補正の音圧レベル.単位は[dBZ]

に分類される.

#### 3-2 音響パワーレベル

音源が空間に放射する音響パワー.単位は[W]=[J/s].物理量.

$$L_W = 10 \log_{10} (W/W_0) \quad (3)$$

ただし,  $L_W$ :音響パワーレベル[dB],  $W$ :音響パワー[W],  $W_0$ :音響パワー基準値(=1×10<sup>-12</sup>[W])  
音圧レベルは測定位置によって数値が変化するが,音響パワーレベルは測定対象物それぞれに対して一意的に数値が定まるのが特徴である.

#### 3-3 音響インテンシティ

音場内の単位面積を単位時間内に通過する音響エネルギーを表す物理量.単位は[W/m<sup>2</sup>].次式で定義される.

$$\vec{I} = \overline{p(t) \cdot \vec{u}(t)} \quad (4)$$

但し,  $\vec{I}$ :音響インテンシティ[W/m<sup>2</sup>],  $p(t)$ :音圧[Pa],  $\vec{u}(t)$ :音の粒子速度[m/s]  
騒音を表す他のパラメータはスカラー量であるが,音響インテンシティはベクトル量であり,複数点で測定を行う事により,音源の位置を特定出来る,という特徴がある.

#### 3-4 ラウドネス

音の主観的な大きさに対応する心理量.ラウドネスの数値が2倍であれば,人間は2倍うるさく感じる,という性質を持つ.単位は[sones].

尚,本節以降の4つのパラメータは音圧から計算する.ラウドネス  $N$  は次式で計算する.

$$N = \int_0^{24Bark} N'(z) dz \text{ [sone]} \quad (5)$$

但し,  $N'(z)$ : 臨界帯域ごとのラウドネス,  $z$ : 臨界帯域番号.

可聴周波数帯域をカバーする 24 個の臨界帯域全体にわたって臨界帯域ごとのラウドネスを積算したものが音全体のラウドネスとなる.

### 3-5 シャープネス

主観的な音の鋭さ, 甲高さに対応する心理量. 単位は[acum]. シャープネス  $S$  は次式で計算される.

$$S = 0.11 \frac{\int_0^{24Bark} N'(z)g(z)zdz}{\int_0^{24Bark} N'(z)dz} \text{ [acum]} \quad (6)$$

但し,  $N'(z)$ : 臨界帯域ごとのラウドネス,  $g(z)$ : シャープネスの重みづけ係数,  $z$ : 臨界帯域番号.  $N'(z)$  に, 高周波数になるほど値が大きくなる鋭さの感覚特性である  $g(z)$  を乗じて, 全帯域にわたって積算する. これを音全体のラウドネス  $N$  で除す事により, シャープネスを求める.

### 3-6 ラフネス

主観的な音の粗さに対応する心理量. 粗さの感覚を生じる変調周波数は 15~300[Hz]であり, 70[Hz]で最大となる. 単位は[asper]. ラフネス  $R$  は次式によって求められる.

$$R = 0.3f_{mod} \int_0^{24Bark} \Delta L(z)dz \text{ [asper]} \quad (7)$$

但し,  $f_{mod}$  は変調周波数,  $\Delta L$  は臨界帯域ごとの興奮レベルの最大値と最小値の差異,  $z$ : 臨界帯域番号.

### 3-7 フラクチュエーションストレングス

音の主観的な変動感の強さに対応する心理量. 変動感は, 変調周波数が 20[Hz]以下の, 比較的ゆっくりとした変化によって生ずる. フラクチュエーションストレングス  $F$  は次式で求められる.

$$F = \frac{0.008 \int_0^{24Bark} \Delta L(z)dz}{(f_{mod}/4)^4 + (4/f_{mod})} \text{ [vacil]} \quad (8)$$

但し,  $f_{mod}$  は変調周波数,  $\Delta L$  は臨界帯域ごとの興奮レベルの最大値と最小値の差異,  $z$ : 臨界帯域番号.

## 4. まとめ

振動・騒音のパラメータの, それぞれの特徴を羅列的に記した. 振動・騒音をコントロールする際に, ターゲットパラメータの選択は重要なポイントとなるので, ご参考になれば幸いである.

尚，ここに挙げたのは振動・騒音の主なパラメータであり，他にもパラメータは存在する.