

工学単位 (EU, Engineering Unit) と単位校正
- 第 4 回 加速度検出器の場合 その 4 -

通常、FFT アナライザ等の解析装置に入力できる信号は電圧信号です。

加速度・速度・力・音圧などの物理量を測定する場合は、それらの物理量を電圧に変換する検出器 (センサ) を使用します。例えば、加速度の大きさ (m/s^2) に比例した電圧信号を出力する加速度検出器があれば、その比例係数 (感度) を使って、測定した電圧値を加速度に換算して表示する事ができます。振動の大きさを測定する際は、その大きさを加速度 (m/s^2) の値で表現する場合がありますが、**デシベル値 (dB)** という値で表現することもあります。

今回は、振動の大きさを**デシベル値 (dB)** という値で表現するための設定方法をご紹介します。

● **加速度のデシベル表示**

加速度値をデシベル値 (L) で表現する際の一般的な計算式は次の通りです。

$$L = 20 \times \log\left(\frac{a}{a_0}\right) \dots\dots\dots (1)$$

a : 加速度 (m/s^2)、 a_0 : 基準加速度 (m/s^2)

JIS 1510 「振動レベル計」で定義された振動加速度レベルを求める際の基準加速度は、 $a_0 = 1 \times 10^{-5}$ (m/s^2) が使われますが、他の規格等では別の基準加速度の値を使う場合もあります。

また、規格等に基準加速度の値が明記されている場合はよいのですが、しばしば「 10 m/s^2 を 120 dB とする」といった表現になっている場合もあります。この場合は、式 (1) を変形した式 (2) を使うと基準加速度 a_0 を算出することができます。

$$a_0 = \frac{a}{10^{(L/20)}} \quad (\text{m/s}^2) \dots\dots\dots (2)$$

たとえば、式 (2) に、 $L = 120 \text{ dB}$ 、 $a = 10 \text{ m/s}^2$ を代入すると、 $a_0 = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ が求められます。

●1 m/s² を 0 dB としたデシベル表示

当社 FFT アナライザ等で解析し、パワースペクトル等をデシベル値で表示した場合、単位名 (m/s²) にする以外特に設定しない場合は、1 m/s² を 0 dB としたデシベル値が表示されます。加速度検出器の感度が 1.02 mV / (m/s²) であった場合の DS-0221 FFT 解析ソフトウェア、DS-3000 リアルタイム音響振動解析ソフトウェアでの設定例を図 1、図 2 に示します。



図 1 DS-0221 で 1 m/s² を 0 dB に設定する場合 (設定例)



図 2 DS-3000 で 1 m/s² を 0 dB に設定する場合 (設定例)

●JIS C1510 「振動レベル計」における振動加速度レベル

JIS C1510 「振動レベル計」において、振動加速度レベルは「振動加速度の実効値を基準の振動加速度 (10^{-5} m/s^2) で除した値の常用対数の 20 倍」、と定められており、これは式 (1) で $a_0 = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ として計算したものに相当します。

DS-0221 FFT 解析ソフトウェア等には、デシベル値表示する際の基準加速度を設定する機能がありませんので、加速度検出器の感度を基準加速度で補正した値を物理量 (EU 値) に設定します。加速度検出器の感度が $1.02 \text{ mV} / (\text{m/s}^2) = 1.02 \times 10^{-3} \text{ V} / (\text{m/s}^2)$ であった場合、これに基準加速度の $1 \times 10^{-5} (\text{m/s}^2)$ 乗じた 1.02×10^{-8} を物理量 (EU 値) に設定します。単位名は空白にします。

DS-0221 での設定例を図 3 に、実効値 約 10 m/s^2 (片振幅 14 m/s^2) の加速度信号を入力したときの時間軸波形とパワースペクトルの例を図 4 に示します。パワースペクトルは正しく 120 dB を示していますが、時間軸波形のピーク値は 1424598 と非常に大きな値を示しています。これは 142 万 m/s^2 もの加速度が発生している事を示しているのではなくありません。この値に基準加速度の $1 \times 10^{-5} (\text{m/s}^2)$ をかけた $1424598 \times 10^{-5} =$ 約 14.2 m/s^2 が実際に発生している加速度の値です。



図 3 DS-0221 で $1 \times 10^{-5} (\text{m/s}^2)$ を基準加速度に設定する場合 (設定例)

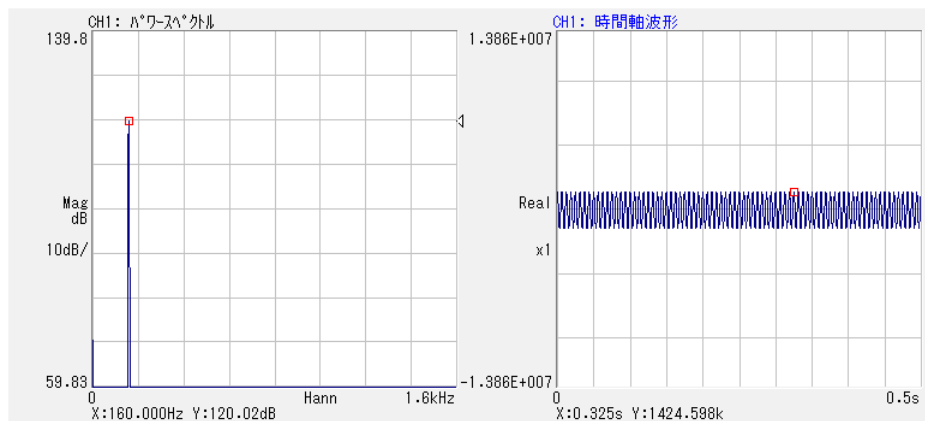


図4 DS-0221 のパワースペクトルと時間軸波形（表示例）

DS-3000 リアルタイム音響振動解析ソフトウェアでは、デシベル値表示する際の基準加速度を 0 dB 基準値として設定することができます。単位名を m/s^2 、EU 値には加速度検出器の感度を設定し、0 dB 基準値に基準加速度 $1 \text{E-}5$ ($1 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$) を設定します。なお、DS-3000 ソフトウェアの旧バージョンには 0 dB 基準値が設定できないものがありますので、最新バージョンにバージョンアップしたうえでご使用ください。

図6に、実効値 約 10m/s^2 （片振幅 14m/s^2 ）の加速度信号を入力したときの時間軸波形とパワースペクトルの例を示します。パワースペクトルの値は約 120 dB、時間軸波形のピーク値は約 14m/s^2 とどちらも正しい値が表示されています。



図5 DS-3000 で $1 \times 10^{-5} \text{m/s}^2$ を基準加速度に設定する場合（設定例）

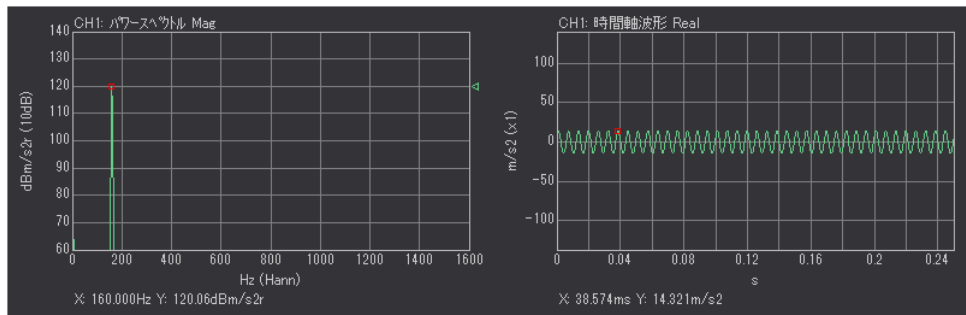


図 6 DS-3000 のパワースペクトルと時間軸波形（表示例）

●1 G を 60 dB としたデシベル表示

標準重力加速度の値を加速度の単位として用いる場合、 $1.0 G = 9.80665 \text{ m/s}^2$ と規定します。G は SI 単位には含まれず、日本の計量法では商取引などでの使用が認められていませんが、過去に測定したデータとの比較のために G という単位を使用するケースもあります。

ここでは、1 G を 60 dB としたデシベル表示する際の設定例を紹介します。

式 (2) に、 $L = 60 \text{ dB}$ 、 $a = 1 G$ を代入すると、基準加速度の値は $a_0 = 1 \times 10^{-3} G$ に設定すればよいことがわかります

DS-0221 FFT 解析ソフトウェア等には、デシベル値表示する際の基準加速度を設定する機能がありませんので、加速度検出器の感度を補正した値を物理量 (EU 値) に設定します。加速度検出器の感度が $1.02 \text{ mV} / (\text{m/s}^2) = 10.0 \text{ mV} / G = 10.0 \times 10^{-3} \text{ V} / G$ であった場合、これに基準加速度の $1 \times 10^{-3} G$ を乗じた 1.0×10^{-5} を物理量 (EU 値) に設定します。単位名は空白にします。設定例を図 7 に示します。



図7 DS-0221 で 1 G を 60 dB に設定する場合 (設定例)

DS-3000 リアルタイム音響振動解析ソフトウェアには 0 dB 基準値を設定する機能がありますので、単位名を G、EU 値には単位を G に換算した加速度検出器の感度 0.01 (10.0 mV/G) を、0 dB 基準値には基準加速度の 0.001 (1×10^{-3} G) を設定します。設定例を図 8 に示します。



図8 DS-3000 で 1 G を 60 dB に設定する場合 (設定例)

●9.8 m/s² を 60 dB としたデシベル表示

前項の方法の場合、時間軸波形の単位が G になってしまいますが、0 dB 基準値の機能を持ったソフトウェアであれば、時間軸波形の単位は m/s² のまま、9.8 m/s² (1 G) を 60 dB とすることができます。標準重力加速度は正確には 9.806 65 m/s² ですが、加速度検出器を使った測定の場合それほどの精度はありませんので 9.8 m/s² としてしまっても問題ありません。

式 (2) に、 $L = 60 \text{ dB}$ 、 $a = 9.8 \text{ m/s}^2$ を代入すると、基準加速度の値は $a_0 = 9.8 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$ に設定すればよいことがわかります

DS-3000 リアルタイム音響振動解析ソフトウェアで設定する場合は、単位名を m/s^2 、EU 値には加速度検出器の感度を、 0 dB 基準値には 9.8 E-3 ($9.8 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2$) を設定します。設定例を図 9 に示します。

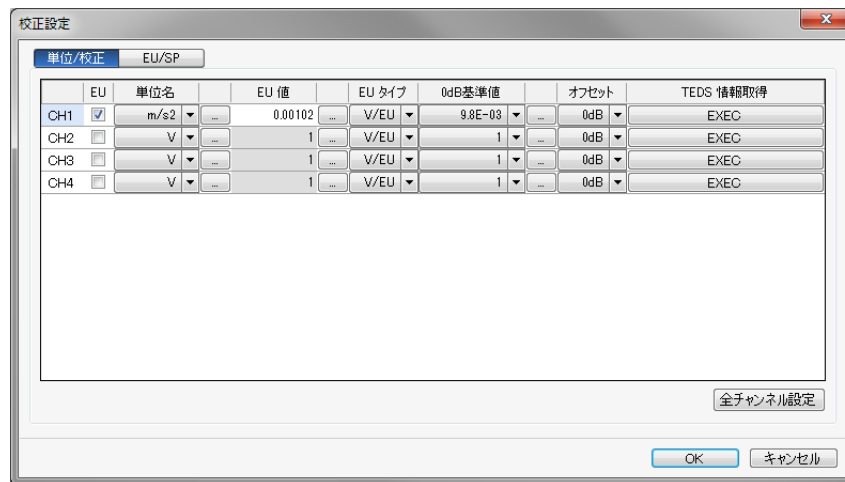


図 9 DS-3000 で 9.8 m/s^2 を 60 dB に設定する場合 (設定例)

●校正用の加振器を使用して校正する方法

加速度検出器用の感度校正器や校正用の加振器は、あらかじめ決められた大きさ (例えば 10 m/s^2) で振動する加振器です。加速度検出器をこの加振器の上に乗せれば、出力される信号 (校正信号) から校正をおこなうことができます。

たとえば、基準加速度 $a_0 = 1.0 \times 10^{-5} \text{ m/s}^2$ 、加速度の実効値 $a = 10 \text{ m/s}^2$ の場合、これらを式 (1) に代入すると、校正値のデシベル値 L は 120 dB になります。

各ソフトウェアの単位・校正機能において、物理量 (EU 値) 以外の設定を前項までの手順で設定したうえで、信号校正 (EU / S.P) 機能において校正値のデシベル値 L (120 dB) で校正します。校正の手順は、Y 軸設定を LIN ではなく LOG に設定することを除けば、前回 (計測コラム 第 149 号) でご紹介したものと同じです。

●まとめ

前回までは振動の大きさを加速度 (m/s^2) の値で表現するための解析装置の設定方法をご紹介しましたが、今回は、振動の大きさをデシベル値 (dB) という値で表現するための設定方法をご紹介しました。

今回までは振動測定に関する単位・校正方法をご紹介してきましたが、次回からは音の測定における単位・校正の方法をご紹介していく予定です。

なお、デシベル値については下記の資料もご参照ください。

■小野測器技術レポート「デシベルとは」

http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/c_support/newreport/decibel/index.htm

以上

(YK)