

エレクトロニクスにおけるデシベル (dB) って何？

はじめに

測定器などのスペックシートを見る時、ダイナミックレンジの項目などで“dB”の記号がたくさん使用されている事に気がつくと思います。

この“dB”はデシベルと言いますが、このデシベルは音の分野においても騒音の尺度として取り扱われている為、どうしても“音”に関連する単位に思われがちです。

測定器などのスペックシートにも使用されているように、実は電子計測を行なうに当たって避けて通れない単位なのが、このデシベル (dB) になります。

デシベルとは、長さを表す m (メートル) や時間を表す s (秒) と異なり、単位そのものが特定の意味をなさない“比率単位”である為、その意味は理解し辛くまた、通常生活ではあまり使われる事が無いので、非常に取っつきにくいものです。

今回は、この“デシベル”についてのあれこれをまとめました。
まず、デシベルの定義について以下に述べます。

デシベルとは

デシベルの説明を行なう前に、初めに“ベル”の単位に関して説明をします。

当初この単位を必要としたのは電話業界であり、ある場所からある場所に電話線で電力(信号)を送った時の損失を求めるために作られたものです。

その定義式は、

$$B = 100 \times \log \left(\frac{W_1}{W_2} \right) \dots (1)$$

になります。

ここで W_2 は送った電力 (送信電力)、 W_1 は受けた電力 (受信電力) であり、この“B”をベルといいます。

この式を見てわかるように、ベルと言う単位は分母にくる数値と分子にくる数値の比率具合を表します。

ちなみに、ベルという名前は、電話の実験で有名なアレキサンダー・グラハム・ベルより由来しております。

デシベルを使用する利点

では、実際例を用いて具体的な B (ベル) について考えてみます。例えば入力に送信電力として 2W を加えたところ、受信電力として出力 0.1W が得られたとします。

この時の損失は式(1)より、

$$B = 100 \times \log\left(\frac{0.1}{2}\right) = 100 \times \log\left(\frac{1}{20}\right) = 100 \times (-\log 2 \times 10) = 100 \times (-(\log 2 + \log 10)) \doteq -130$$

となります。

つまり、20 倍の数値 (2W 入力に対して、0.1W の出力の減衰量) がベルでは、“-130” という数値で表されます。

この例ですと、

『わざわざ難しい log 計算 (対数計算) を行わずに、そのまま割り算をした方が簡単』

という意見がでてくるかと思しますので、この質問の回答として 2000W 入力に対して 0.1W の出力減衰が発生したという極端な例で考えてみたいと思います。

この場合、先ほどのように計算を行なうと、

$$B = 100 \times \log\left(\frac{0.1}{2000}\right) = 100 \times \log\left(\frac{1}{20000}\right) = 100 \times (-\log 2 \times 10000) = 100 \times (-(\log 2 + \log 10000)) = -430$$

の結果が得られました。

通常の割り算では“2 万倍”の数値ですが、比率単位であるベルを使うと、“-430”という比較的小さな数値で扱う事ができます！

この“ベル”を更に取り扱いやすくする為に、1/10 を表す補助単位のデシ(d)を付けて dB としました。これがデシベルとなります。

従って、デシベルの式は係数の“100”が“10”になった

$$dB = 10 \times \log\left(\frac{W_1}{W_2}\right) \cdots (2)$$

となります。

デシベルを用いると、ベルでは“−130”や“−430”と表示されていた数値を、更に扱い易い“−13”や“−43”という小さい数値で表せます。

このベルという単位は先ほどから述べている通り、対数式による比率単位となります。従って、「Bに比べてAは何デシベル」という風に使い、「Aは何デシベル」とはいわない事に注意する事が必要です。

つまり基準となるものがあつた上での使用となります。
また、この式を使えば先ほどの例で求めた減衰（損失）の反対のアンプ(増幅器)の利得（増幅率）を求める事もできます。
このデシベルの考えが電気・電子回路に多用されている理由を以下に述べます。

第一の理由としては、計算が楽であるというところです。
例えば、アンプを何段もつなげた時に、通常であればそれぞれのアンプの増幅率を段数回掛け算する必要があります。

しかしデシベルは対数である為、それぞれのデシベル値の足し算で済みます。また、信号の減衰では割り算のかわりに引き算で済むので大変楽になります。

第二の理由としては、人間の感覚との一致です。
利得が2倍のアンプと3倍のアンプでは性能に大きな違いが見られますが、1002倍のアンプと1003倍のアンプとでは実質上殆ど差はありません。

これをデシベルで表すと、3dB(2倍)、4.7dB(3倍)に対して1002倍と1003倍は30dB(30.008dBと30.013dB)で表す事ができます。
数値で見た際に、非常に感覚として捕らえ易いところがあります。

デシベルで考えることは、このようにダイナミックレンジの大きな現象や周波数の広い現象の把握が必要な場合や利得等の特性を見る際に非常に便利な為、多用されております。

デシベル計算におけるテクニック

いい事尽くめのデシベルですが、一方でこのデシベルを使用していく上で、log計算（対数計算）を理解しなければいけないと言う大きな欠点があります。

通常デシベルの計算を行なう場合、関数電卓があれば簡単に結果を出すことができます。関数電卓は対数計算の他に指数計算や三角関数の計算ができるので、電気の仕事に関わっている方や理系の学生の方であれば持っているかもしれません。また、パソコンの電卓機

能にも関数電卓がありますので、こちらを使ってもデシベル計算が容易にできます。

ただ、関数電卓は高価な為、全ての人が持っていないでしょう。また、パソコンが手元になれば log 計算は簡単に行なう事ができません。

でも大丈夫です。

log2、log3、と log7 の値さえ知っていれば、一通りの数値の log 計算が可能です！

例えば、log4 は【log2+log2】になりますし、log5 はlog (10÷2) ですので【1-log2】になります。また、log6 は【log2+log3】となり、log8 はlog2³ですので、【log2+log2+log2】といった具合になります。

以下の表がそれぞれの値とその覚え方（語呂合わせ）の例を纏めたものです。

対数	数値	覚え方
log2	0.30103000	され、一応され
log3	0.47712126	死なない兄さん
log7	0.84509804	はしごを配れよ

電気・電子回路におけるデシベル

電気・電子回路におけるデシベルの理解でつまずきやすいのは、電力比なら 10 を掛けるが電圧比だと 20 を掛けるという部分です。

『同じ現象に対して 2 つのデシベル値があるのは変。なぜ電圧になると 20 を掛けるのか？』と思う人に、次にその理由を述べます。

(2)の式の“W”の部分をオームの方式を用いて変換すると、

$$dB = 10 \times \log \left(\frac{V_1 I_1}{V_2 I_1} \right)$$

と置き換える事ができます。

ここで、V は電圧値で I は電流値です。

更に電流値を電圧値と抵抗値で置き換えると、(抵抗値を R とします)

$$dB = 10 \times \log \left(\frac{V_1^2 / R_1}{V_2^2 / R_2} \right)$$

となります。ここで電圧のデシベルを求める為、 $R_1=R_2$ とした時、

$$dB = 10 \times \log \left(\frac{V_1^2}{V_2^2} \right) = 20 \times \log \left(\frac{V_1}{V_2} \right)$$

となります。

従って、電圧比をデシベルで求める際には 20 を掛ける事になる。電流比をデシベルで求める際にも同じように計算すると、 20 を掛ける事がわかります。

デシベル表記と%表記

冒頭でもあったように、よく測定器の性能を示す部分でスペックシートを見てみると、精度の仕様が dB で表示されます。また、一方でスペックシートには%表示がされている事があります。

もし、精度の表示を dB 表示から%表示に、もしくはその逆に変換する必要がある場合、以下の式で変換を行う事ができます。

例えば、 20% を dB に変換すると 20% は 5 分の 1 を意味する為、式では、

$$dB = 10 \times \log \left(\frac{1}{5} \right) = 10(-\log 5) = -7dB$$

となります。

反対に $1dB$ の電力値を%に変換すると式では、

$$\begin{aligned} 1dB &= 10 \times \log X \\ 0.1dB &= \log X \\ X &\doteq 1.26 \end{aligned}$$

となります。

(この計算は結構複雑なので、関数電卓を使用して求めてください)

この計算から、1dBは1.26となります。

仮に、0dBを1mWと定義したdBm単位を用いた場合、その変化量は

$$1.26\text{mW} - 1\text{mW} = 0.26\text{mW}$$

になります。

従って1dBの%表示では、26%の変化量を意味し、dBm単位では0.26mWとなります。

その他のデシベルに関して

デシベルは元々“比における単位”であり相対値となる為、比較の基準（定義式のlogの分母）を絶対値としたデシベルが存在します。

この場合、デシベル値も絶対値として取り扱う場合があります。

例えば音響関係で音圧レベルをデシベルで表記する際には、0dBを $20\mu\text{Pa}$ としています。人間の耳で聞き取れる音圧レベルの範囲をデシベルで表示するとダイナミックレンジで約120dBです。これは100万倍を意味しますが、やはりここでも1,000,000倍を120dBで表記できるため非常に便利です。

以下によくある絶対値としてのデシベルの例を挙げます。

- dBm…1mW=0dBとした時の電力の比
- dB μ …1 μ V=0dBとした時の電圧の比
- dBc…キャリア(搬送波)レベルをデシベル表示する際に使用
- dB…音圧レベルでのデシベル表示。 $20\mu\text{Pa}=0\text{dB}$

最後に

ここまでくれば、デシベルのなんたるかが概ね理解して頂けたかと思います。

デシベルを使いこなした人などは、毎月のお小遣いをデシベルで表現し、『今月は1dB貯金できた!』なんて人がいるかもしれません。

何かの時に“デシベル”の表記を見つけた際には、今回記載した知識を活用して頂ければと思います。

以上、