

効果的な聴力保護具 の選定法について

独立行政法人 産業安全研究所 江川 義之

1. はじめに

聴力保護具とは、耳栓やイヤーマフなどを指し、騒音現場で働いている労働者の耳の機能を保護する道具です。その聴力保護具を対象にして、騒音現場にとって効果的な、あるいは有効に機能するものを、どのようにして選定するかについて述べてみます。

2. 騒音障害防止のためのガイドライン

「効果的な聴力保護具をどのようにして選ぶか？」という目的の背景として、平成4年10月1日基発546号で示した「騒音障害防止のためのガイドライン」が挙げられます。

そこで「騒音障害防止のためのガイドライン」に記載されている内容の復習と、ガイドラインを運用する際の問題点について述べてみます。

騒音測定にはA測定とB測定があり、これらの測定値に基づき、騒音作業現場が第 管理区分から第 管理区分の、どの区分に属するかの評価が決まります。

そして、その管理区分ごとの騒音対策が次のように決められています。

第 管理区分 (A 測定・B 測定 共, 85dB

(A)未満の場合): この状態を継続的に維持すること。

第 管理区分 (A 測定・B 測定のどちらかが, 85dB (A) 以上90dB (A) 未満の場合): 騒音作業に従事する労働者に対して、必要に応じて聴力保護具を使用させること。

第 管理区分 (A 測定・B 測定のどちらかが, 90dB (A) 以上の場合): 騒音作業に従事する労働者に聴力保護具を使用させると共に、聴力保護具の使用について、作業中の労働者の見やすい場所に掲示すること。

これら管理区分を定めた意味は、騒音が85dB (A) 未満なら聴覚機能に影響を与えないが、85 dB (A) 以上なら聴覚機能に影響を与えることが予想されるので、聴力保護具を使用しなさいということです。

次に運用上の問題点について述べてみます。

測定した騒音作業現場のレベルが100dB (A) で、第 管理区分であったとします。対策として労働者の聴力機能を保護するため聴力保護具を使用させなければなりません。

さっそく事業主は耳栓(聴力保護具)を購入して、騒音作業現場で働いている労働者に着けさせました。これで騒音対策は充分なのでしょうか？

充分ではありません。もし購入した耳栓の減音性能が5 dB (5 dB しか騒音が低下しない)であった場合、騒音作業現場の労働者は95 (100-5)

dB (A) の騒音に曝露されていることになり、この値は85dB (A) 以上であるので聴覚機能に影響を与えることが予想されます。

これが「騒音障害防止のためのガイドライン」の運用上の問題点であります。それでは効果的な聴力保護具は、どのようにして選定したら良いのでしょうか？

3. 効果的な聴力保護具の選定方法

「周波数ごとの減音量（場合によっては標準偏差も含めて）」が表示されている聴力保護具（以下、耳栓に置換える）を選定する必要があります。

もっとも、周波数ごとの減音量が表示されていない耳栓もたくさん販売されています。しかしそのような耳栓を、乗り物内での読書や睡眠時に用いるのは結構ですが、騒音作業現場で用いるのは適切ではありません。その理由は前章で述べたようなことが生じるためです。

表1に周波数ごとの減音量の表示例を示します。このようなラベルが、耳栓の包装に印刷されていたり、説明書（カードやシールなど）に記載されているものを選定することが必要です。

表1で、周波数（n）として（1）から（7）ま

で番号がふってありますが、これは後で示す「計算式」を解り易くするためにあえてふってみました。実際は表示されておりません。また、標準偏差が表示されていない耳栓もあります。

この表で、1,000Hz 帯域の平均減音量が36.9 dB、標準偏差が4.0dB と示されています。その意味はこのタイプの耳栓は大量生産されており、生製品の68.3%の耳栓については、

1,000Hz 帯域の減音量 =

$32.9 (36.9 - 4.0) \text{ dB} \sim 40.9 (36.9 + 4.0) \text{ dB}$

の範囲で生産されていること、すなわち生製品には減音量のバラツキのあることを意味しています。

重要なことは、騒音作業現場で労働者に使用させる耳栓は、表1のような表示が貼付されている耳栓を購入しなければなりません。

4. 作業現場の騒音測定

次に作業現場の騒音測定を行います。

測定は周波数（オクターブ）分析機能のついた積分騒音計で行います。

85dB 以上の作業現場で、適切な耳栓を選定するための騒音測定は、作業者の耳の位置で測定を行う必要があります。立って作業をする時の作業

表1 周波数ごとの減音量の表示例

(n) 周波数 (Hz)	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000
平均減音量 (dB)	31.6	32.1	32.2	36.9	35.7	36.7	40.5
標準偏差 (dB)	4.3	4.6	4.8	4.0	3.3	4.2	3.4

（標準偏差は、表示されていない場合もある）

表2 作業現場の騒音測定結果

周波数帯域 (Hz)	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	* 合計
騒音レベル (dB (A))	84.3	92.5	96.1	97.3	95.1	89.5	75.3	101.9

（* 合計とは、125Hz から8,000Hz までの各帯域の騒音レベルの和。
騒音計では Over All 値などとして表示される）

者の耳の位置は約1.5m ですから、三脚で騒音計を固定する場合は、三脚の高さを1.5m にする必要があります。また騒音計を手を持って測定する場合は、測定者の身体から反射する騒音の影響が出ることもあります。そこで測定者はなるべく手を延ばして、騒音計のマイクロホンから50cm 程度、身体を離して測定する必要があります。

測定はその作業が行われている時間帯のうち、騒音レベルが最も大きくなる時間帯を選んで、A 特性で10分以上の等価騒音レベルを測定します。ただし騒音が定常騒音に近い場合は2～3分の測定でかまいません。騒音計には A 特性と C 特性を切替えるダイヤルがついており、C 特性とは騒音の物理量 (dB) の測定であり、A 特性とは人間の耳が感じたように騒音の物理量を補正した (dB (A)) あるいは A 特性音圧レベルという) 測定です。

表 2 にある作業現場の騒音測定結果を示します。

5. 購入した耳栓は作業現場の騒音を何 dB 低下させられるのか？

チャートの作成

さて表 2 には作業現場の騒音測定結果、表 1 には購入した耳栓の各周波数の減音量とその標準偏差が示されています。

これらの表をもとにチャートを作成してみましょう。何のためにチャートを作成するかと言いますと、購入した耳栓は作業現場の騒音を何 dB 低下させられるのか？計算するためです。表 3 にそ

のチャートを示しました。このチャートをコピーして使用されると便利であると考え、あえて表 3 には数値を書き込みませんでした。

さて、表 4 を用いて数値の書き込みを行ってみます。

まず表 2 を参考にして、A 行 (上から 3 行目) に作業現場の騒音測定結果を書き込みます。そして表 1 を参考にして、購入した耳栓の各周波数帯域の平均減音量とその標準偏差を、B 行と C 行に書き込みます。

次に D 行に B 行から C 行を減じた値を書き込みます。

ここで、何故 D 行では B 行から C 行を減じた値を記入するのかについて説明します。さきほど耳栓の減音量にはバラつきがあることを1,000Hz 帯域の減音量を例にして示しました。すなわち購入した耳栓は大量生産されているわけであり、それら耳栓のうち68.3% は、

1,000Hz 帯域の減音量についていえば、
 $32.9 (36.9 - 4.0) \text{ dB} \sim 40.9 (36.9 + 4.0) \text{ dB}$
 の範囲で生産されています。

B 行から C 行を減じるということは、購入した耳栓の減音量は32.9dB 以上は保証されるのではないかと仮定したわけです。実際に統計上においては、生產品の84% は32.9dB 以上の減音量が確保されています。

D 行は、各周波数帯域における耳栓の減音量であり、大量生產品の84% がこれ以上の減音効果を期待できる値を記入しました。

そして最後に、E 行には A 行から D 行を減じ

表 3 チャート

番号	n	1	2	3	4	5	6	7	合計
周波数帯域	Hz	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
現場騒音	A : dB (A)								
耳栓	B : 平均減音量								
	C : 標準偏差								
	D : (B - C)								
	E : (A - D)								

た値を記入します。これは耳栓を使用することによって作業現場の各周波数帯域の騒音が、どの程度のレベルまで低減できたかを示す値です。

これで表4のすべてのマス目が埋まりました。

作業現場の騒音は何dBになったのか？

耳栓を使用する前は作業現場の騒音は101.9dB (A) ありました(表4のA行一番右の欄参照)。それでは耳栓を使用することによりこの騒音が何dBまで下がったのでしょうか？

これを計算で求め、その値をF欄に記入します。すなわちE行の各値、すなわち57.0から38.2までの各値を横に加えていけば良いのです。しかしこれらの値は対数であるため、次に示す対数の和を求める式1)で計算する必要があります。

F欄の値

$$= 10\text{Log} (10^{(57.0/10)} + 10^{(65.0/10)} + 10^{(68.7/10)} + 10^{(64.4/10)} + 10^{(62.7/10)} + 10^{(58.0/10)} + 10^{(38.2/10)}) = 72.1\text{dB (A)}$$

.....1)

式1)において下線で示した値が代入するE行の値であり、後は電卓で計算すれば値が出てきます。耳栓を使用する前は作業現場の騒音は101.9dB (A) ありましたが、耳栓を使用することによりこの騒音が72.1dB (A)まで下がったこととなります。この値は85dB (A)未満ですので、耳栓を使用することにより聴覚機能に影響を与える可能性はなくなりました。

購入した耳栓のラベルに平均減音量は示されているが、標準偏差が示されていない場合もあります。すなわち表4において、C行の値が記入できず、そのためD行の引算ができない場合もあります。

その場合はA行の値からいきなりB行の値を減じて、その値をE行の各欄に記入して下さい。そして先ほど示した式1)で各周波数帯域の和を求めて下さい。そしてその値に約5dBを加えた値が耳栓を使用した場合の騒音曝露量です。

耳栓のラベルに標準偏差が示されていなかったため、その標準偏差を約5dBと仮定して見積もったわけです。

6. 聴力保護具表示法の新たな動き

今まで、聴力保護具(耳栓を含めて)を選定する場合は、「周波数ごとの減音量(場合によっては標準偏差も含めて)」が表示されたものを選定する必要があること、さらにその保護具を使用した場合作業現場の騒音は何dB低下するか?その計算方法について述べてきました。

しかし、この方法は極めて面倒な方法であります。第一に作業現場の騒音の周波数分析をしなければなりません。第二に式1)を用いて計算しなければなりません。第三に耳栓を購入して計算してみたら、その値が85dB (A)以上(聴覚機能に影響を与えるレベル)であった場合、耳栓を購

表4 数値の記入例

番号	n	1	2	3	4	5	6	7	合計
周波数帯域	Hz	125	250	500	1,000	2,000	4,000	8,000	
現場騒音	A : dB(A)	84.3	92.5	96.1	97.3	95.1	89.5	75.3	101.9
耳栓	B : 平均減音量	31.6	32.1	32.2	36.9	35.7	35.7	40.5	
	C : 標準偏差	4.3	4.6	4.8	4.0	3.3	4.2	3.4	
	D : (B - C)	27.3	27.5	27.4	32.9	32.4	31.5	37.1	
	E : (A - D) dB(A)	57.0	65.0	68.7	64.4	62.7	58.0	38.2	F欄

F欄の値 = 72.1dB (A)

入したことが無駄になってしまいます。

そこで、聴力保護具に SNR 表示を行う運動が進められています。SNR とは Single Number Rating の略であり、聴力保護具の包装や説明書に図 1 左で示したラベルを貼付しようという運動です（図 1 右はラベルの寸法比）。この運動は、社団法人・日本騒音制御工学会・ラベリング分科会を中心に進められています。

最近、この SNR ラベルが貼付された聴力保護具が販売されるようになってきましたので、コンサルタントの皆さんの目に触れることがあるかと思えます。

7. SNR ラベルの使用方法

それでは、この聴力保護具に貼付された SNR ラベルをどのようにして使用するのかについて説明します。

まず作業現場の騒音測定を行うわけですが、もう周波数分析を行う必要はありませんので、普通騒音計で充分です。

ただひとつ気をつけて欲しい点があります。

それは C 特性で騒音測定を行うことです。騒音計には A 特性と C 特性を切替えるダイヤルがついていることを前述しましたが、騒音計のダイヤル

を切替えて C 特性で計測して下さい。

作業現場の騒音測定を C 特性で行ったら、95 dB あったとします。そして図 1 で示したように、もし聴力保護具に <SNR 30> のラベルが貼付されていたとします。その場合 (95 - 30) で、その聴力保護具を使用することにより作業現場の騒音が 65dB になったと計算します。

すなわち、

$$\text{<C 特性騒音レベル - SNR 値>}$$

という単純な引算のみで聴力保護具使用時の騒音レベルが求められるのです。

先ほど聴力保護具を購入してから、騒音の周波数分析を行い、チャート上で複雑な計算をしてみたら、その値が 85dB (A) 以上であり、購入したことが無駄になってしまった例を述べました。

もうそのようなことはありません。

騒音作業現場の騒音測定を C 特性で行い、100 dB あったとしたら、85dB 未満に騒音を低下させれば良いわけですから、SNR 16以上のラベル表示がされた聴力保護具を購入すれば良いということになります。

作業現場の騒音対策についてコンサルタントの皆さんが相談を受けた場合、SNR ラベル表示のされた聴力保護具があることを教えてあげて下さい。

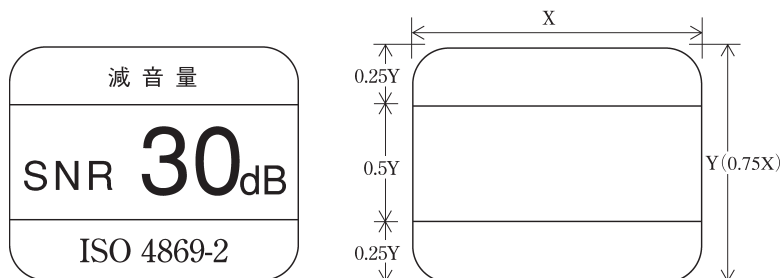


図 1 聴力保護具に表示する SNR ラベル