短 報

耳栓のしゃ音性能の簡易測定法

A Simplified Method Measuring the Attenuation Efficiency of Earplugs

騒音職場で耳栓選択の際に考慮すべき点の一つとして、そのしゃ音性能があげられる。耳栓のしゃ音性能試験は、JIS T 8161¹⁾ に定められており、10名の被検者における測定値の算術平均をもってしゃ音値としている。ところが、耳栓のしゃ音性能は個人によるばらつきが大きいことが知られている²⁾ ため、必ずしも各人においてそれだけの効果をあげているかどうか疑わしい。各個人についてのしゃ音値が知られることが望ましいが、JIS¹⁾ の方法は、スピーカーを内蔵した密閉箱を製作する点、試験音として1/3オクターブバンドノイズを用いる点等、機器の面で現場には普及しにくいと考えられる。今回、市販のヘッドホンとオーディオメーターを用いた簡易測定法により、耳栓のしゃ音性能を測定し、JISの方法と比較検討したので報告する。

実験方法

耳栓は市販されている2種 (DECI DAMP, Marison Health and Safety, Inc., U.S.A.; SELEKTON A, 重松製作所) を用い、被検者には正常な聴力をもつ青年男子10名 (年齢21~22歳) を採用した。DECI DAMPは円筒形をした発泡ポリマー製で、外耳道の形に応じて変形する。SELEKTON Aは合成ゴム製で、大きさが大・中・小と3種類あり、被検者に装着状態が最も密なものを選択させた。

無響室内において耳栓を装着したときと裸耳のときとの最小可聴値を上昇法で測定し、その差をしゃ音値とした。なお測定は一耳について行なったが、耳栓は両耳に装着した。

音源には JIS¹⁾ に定められたスピーカー内蔵の密閉箱と、現在市販されているもので、耳介に密着しないタイプのヘッドホン (Fig. 1) を用い、試験音との組合せで Table 1, Fig. 2 に示すような3種類の測定法 (A, B-1, B-2) をそれぞれ4回、日を替えて繰返した。A法とB法では音源が異なる。B-1法とB-2法では試験音が1/3オクターブバンドノイズと純音とで異なる。ここでA法がJISに準拠した方法であり、B-2法がオーディオメーターとヘッドホンを直結した簡易測定法である。

域値の測定は自記オーディオメーター (永島医科器械 A 60-B) を用いて行なった。試験音は2Hzの断続音と

Fig. 1. Full open air type headphone (Napolex CTX-1).

Table 1. Three methods used for measurement.

Method	Sound source	Test sound
A (JIS)	Loudspeaker	1/3 octave band noise ($f_c=0.5, 1, 2, 4\text{kHz}$)
B-1	Headphone	1/3 octave band noise ($f_c=0.5, 1, 2, 4\text{kHz}$)
B-2	Headphone	Pure tone ($f=0.5, 1, 2, 4\text{kHz}$)

Fig. 2. Blockdiagram of measurement.

し、2dB/s で変化させた。

実験結果

2種の耳栓について、測定法ごとのしゃ音値を、10名の平均値と標準偏差で Fig. 3 に示した。平均値では、いずれも JIS¹⁾ の第1種の規格 (EP-1) を満たしている。

測定法による差を検討するため分散分析を行ない、変動に対する要因として測定法 (P)、被検者 (B)、繰返し (R) を選んだ。分散分析の結果を Table 2 に示し

Table 2. Results of analysis of variance for earplugs and frequencies.

Source of variation	DF	MS							
		DECI DAMP				SELEKTON A			
		Frequency (kHz)				Frequency (kHz)			
		0.5	1	2	4	0.5	1	2	4
P	2	2.81	0.92	32.44*	216.84**	50.66*	3.38	88.72**	24.81*
B	9	364.62**	233.86**	112.45**	90.78**	764.36**	866.12**	1301.92**	890.17**
P×B	18	13.47	12.95	5.48	11.55	12.19	9.53	8.11	6.63
R(PB)	90	15.85	16.95	9.48	17.92	17.84	13.93	16.31	17.04

P: Method, B: Subject, R: Repetition

*: $\alpha < 0.05$, **: $\alpha < 0.01$ Fig. 3. Attenuation curves of commercial earplugs (Upper: DECI DAMP, Lower: SELEKTON A). Vertical bars show standard deviations ($n=40$).

た. 被検者 (B) の項は, すべての場合に有意であり, 被検者間のばらつきは, DECI DAMP の 4 kHz を除いて測定法間のばらつきよりも大きい. 測定法 (P) の項は, DECI DAMP の 2, 4 kHz および SELEKTON A の 0.5, 2, 4 kHz の場合において有意であった. 各水準間の差を検定すると, おおのの場合とも, A 法と B 法の間には有意な差がみられ, B-1 法と B-2 法の間の差は有意でなかった (いずれも危険率は 0.05 以下). この

ことは試験音に純音を用いても 1/3 オクターブバンドノイズを用いても差はなく, 音源により差があることを意味する. 測定法 (P) と被検者 (B) の交互作用 (P×B) はいずれの場合も有意でなく, 被検者により測定法の効果の差がないことを意味する.

考 察

以上のように耳栓のしゃ音値は, 被検者および耳栓の種類により大きくばらつく. したがって現場における耳栓選択の際に, JIS の方法で求めた平均値としてのしゃ音値を用いても, 実際に各個人においてそれだけの効果が期待できるかどうかは疑わしい.

今回の B-2 法による耳栓のしゃ音値は JIS の方法 (A 法) によるそれと比較して, 有意差を認める場合のあることが明らかになった. これは音源の形態等からくる音場差が原因と考えられるが, その差は平均値で高々 4 dB であり, 現場で用いられている 5 dB ステップのオーゾオメトリの精度から見れば, この程度の差は許容されるものと考えられる. したがって簡易測定法として JIS の方法の代りに B-2 法を用いても妥当な測定ができるものと思われる.

文 献

- 1) JIS T 8161-1974.
- 2) 山本剛夫, 山本恒子: 耳栓の研究 (第 1 報) 市販耳栓の遮音度, 労働科学, 31: 19-25, 1955.

伊藤昭好, 平松幸三, 高木興一, 山本剛夫

京都大学工学部衛生工学教室

Akiyoshi ITO, Kozo HIRAMATSU, Koichi TAKAGI and Takeo YAMAMOTO

Department of Sanitary Engineering, Faculty of Engineering, Kyoto University, Kyoto, 606 Japan
昭和56年3月12日受付

通信先: 伊藤昭好あて, Reprint requests to A. Ito