

自転車用ベル国内流通品 音圧レベル測定試験結果

2021～2022 年度 自転車等規格標準化事業 JIS 改正検討ベル作業部会

一般財団法人 自転車産業振興協会 技術研究所

2023 年 3 月

1. はじめに

JIS D 9451:2007 (自転車ベル)では、音圧レベルの下限は75 dBと規定されているが、上限については規定されていない。一方、ISO 14878:2015 (Cycles - Audible warning devices- Technical specification and test methods)では、音圧レベルの規定は、車道走行専用の自転車の汎用的な警音器であるクラス I は85 dB~95 dB、歩道走行を考慮した自転車の警音器であるクラス II は75 dB~85 dBとなっている。

今回、JIS D 9451(自転車ベル)の改正を進めていくにあたり、上記のような状況を考慮し、音圧レベルのISOとの整合化について検討するため、ベルの国内流通品の音圧レベルの現状把握をする必要があるものと、JIS改正検討ベル作業部会にて意見があった。また、ISOにて規格化されている測定での以下のような項目について、JISがISOと整合化できるか確認が必要であった。

- ・最終結果の計算には、2.0 dB 以内の 5 回の測定結果を使用 (現行 JIS では規定なし)
- ・最終的に報告される値は、5 つのシーケンスのそれぞれの間に得られた第 5 番目の結果の平均値 (現行 JIS では最大値)

以上のような目的で、ベルの国内流通品の音圧レベル測定試験を実施したので、以下に報告する。

2. 供試品

試験に用いた供試品を表 1 に示す。今回、比較のため ISO 14878 のクラス I に対応している台湾製ベルについても併せて測定を実施した。国内流通品 13 種類 28 個、台湾製 1 種類 4 個の計 32 個の測定を行った。

表 1.1 供試品①

試料		ベルの種類	個数		外観			
a	a-1	引きベル	4	12				
			a-1-1		a-1-2	a-1-3	a-1-4	
	a-2		4					
				a-2-1	a-2-2	a-2-3	a-2-4	
	a-3		4					
					a-3-1	a-3-2	a-3-3	a-3-4

表 1.2 供試品②

試料	ベルの種類	個数	外観
b	引きベル	2	 <p>b-1 b-2</p>
c	引きベル	2	 <p>c-1 c-2</p>
d	単打ベル	2	 <p>d-1 d-2</p>
e	引きベル	1	 <p>e</p>
f	引きベル	1	 <p>f</p>
g	スプリングベル	1	 <p>g</p>
h	引きベル	1	 <p>h</p>

表 1.3 供試品③

試料	ベルの種類	個数	外観
i	単打ベル	1	 <p>i</p>
j	引きベル	1	 <p>j</p>
k	単打ベル	1	 <p>k</p>
l	単打ベル	1	 <p>l</p>
m	引きベル	2	  <p>m-1 m-2</p>
Class I	単打ベル	4	  <p>Class I-1 Class I-2</p>   <p>Class I-3 Class I-4</p> <p style="text-align: right;">台湾製</p>

3. 試験方法

一般財団法人日本車両検査協会東京検査所にて、JIS D 9451:2007（自転車—ベル） 7.1 音響性能試験に規定された以下の試験方法で実施した。(1)～(4)の内容については、ISO 14878:2015 でも同様な試験方法となっている。

- (1)ベルは質量15 kg の取付金具に固定し、**図1**のように地上面から高さ1.20 m±0.05 m の位置に、自転車に取り付けられるときと同じ状態で取り付けた。このとき、取り付けられると仮定した自転車の走行方向とマイクロホンの縦軸とが一致するようにした。
- (2)マイクロホンの高さはベルの高さと同じとし、高感度軸がベルの中心を貫通するようにした。
- (3)マイクロホンの振動板とベルの中心との距離は、2 m±0.01 m とした。
- (4)手動で引手又はレバーを行程一杯に4 秒±0.5 秒間に連続10 回作動させる操作を5 回行った。試験員は、試験結果に影響を与えないように座って操作を行った。
- (5)測定時の音圧レベル波形はペンレコーダーで記録し、その波形から各10回レバー作動時の最大値、測定開始から5番目の値、上から5番目の値を読み取り、5回測定の平均値を算出した。データは、チャート紙の最小目盛りの1/10(0.1dB)まで読み取った。

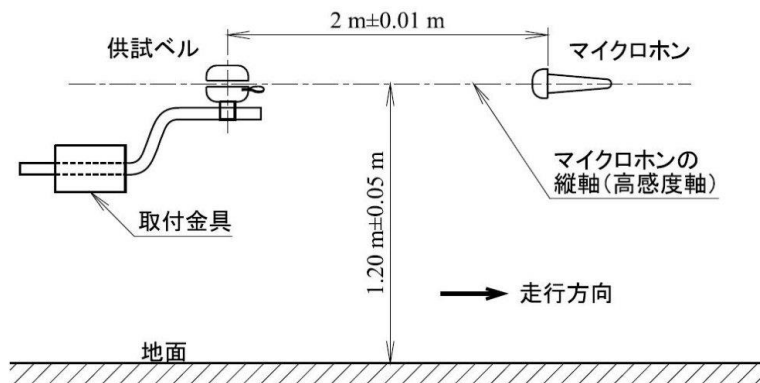


図1 ベル音響性能試験

表2 試験条件

	試験条件
ベルの高さ(m)	1.20 ± 0.05
ベルとマイクロホンの距離(m)	2 ± 0.01
取付金具の質量(kg)	15
1 測定のレバー作動回数(回)	10
1 測定の時間(秒)	4 ± 0.5
測定回数(回)	5
測定データの整理の仕方	10 回レバー作動時の以下の値 ・ 最大値 ・ 開始から 5 番目 ・ 上から 5 番目

4. 試験結果

各供試品における音圧レベル測定の結果を、図2に示す。

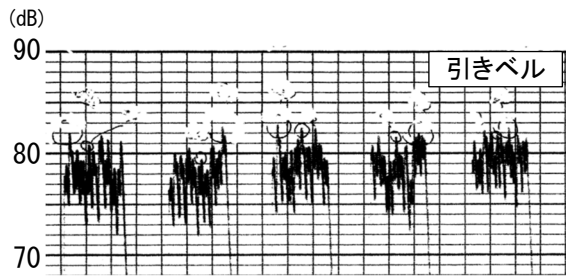


図 2.1.1 a-1-1 測定データ

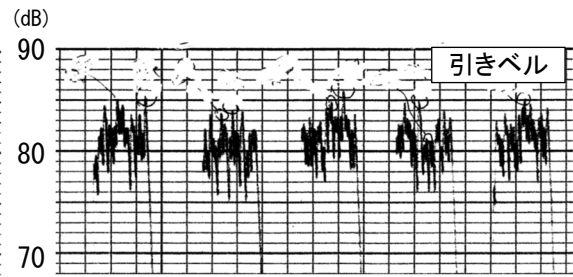


図 2.1.2 a-1-2 測定データ

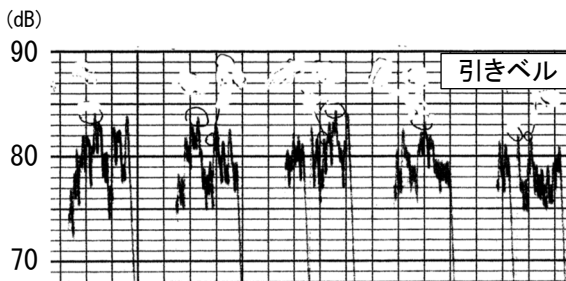


図 2.1.3 a-1-3 測定データ

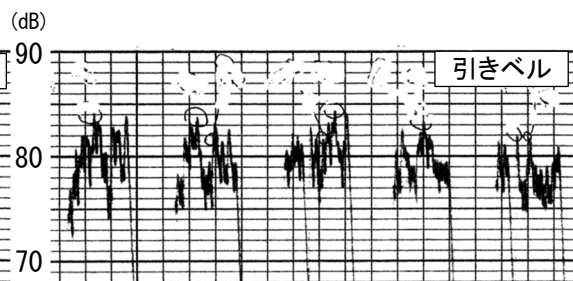


図 2.1.4 a-1-4 測定データ

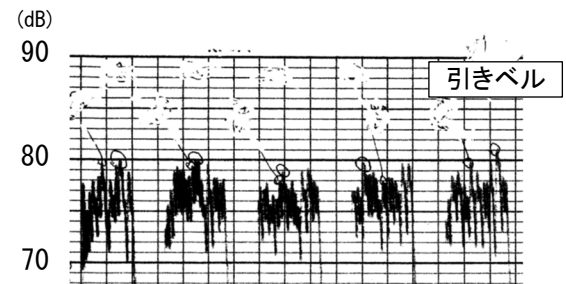


図 2.1.5 a-2-1 測定データ

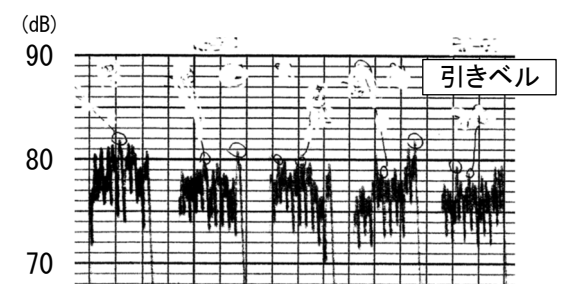


図 2.1.6 a-2-2 測定データ

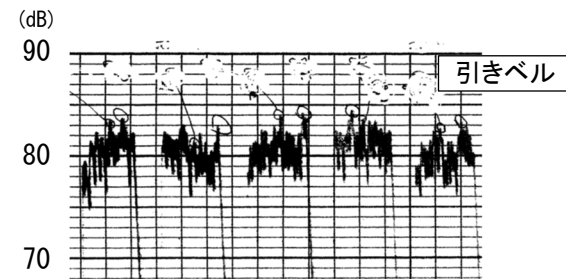


図 2.1.7 a-2-3 測定データ

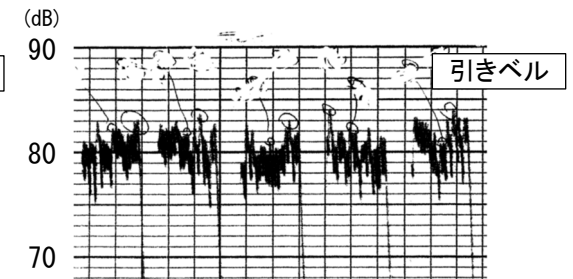


図 2.1.8 a-2-4 測定データ

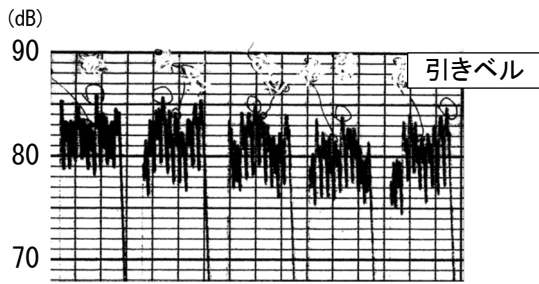


図 2.1.9 a-3-1 測定データ

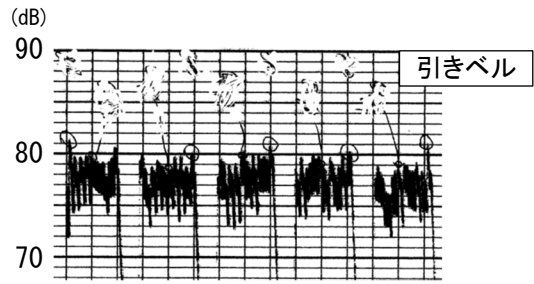


図 2.1.10 a-3-2 測定データ

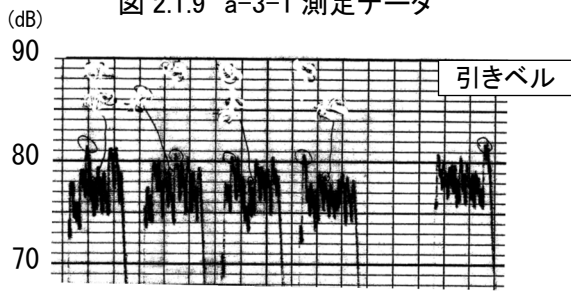


図 2.1.11 a-3-3 測定データ

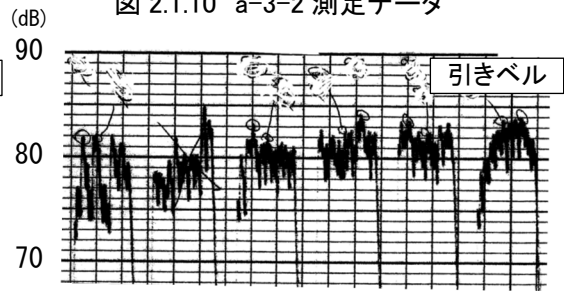


図 2.1.12 a-3-4 測定データ

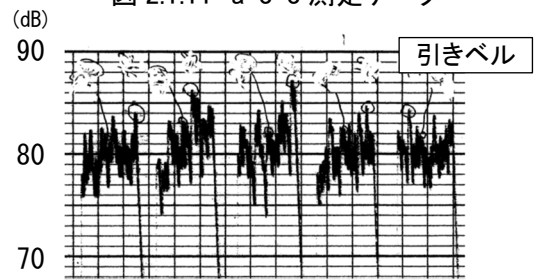


図 2.2.1 b-1 測定データ

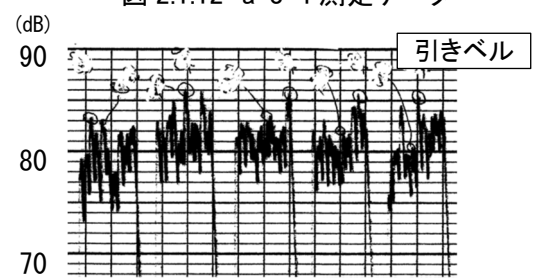


図 2.2.2 b-2 測定データ

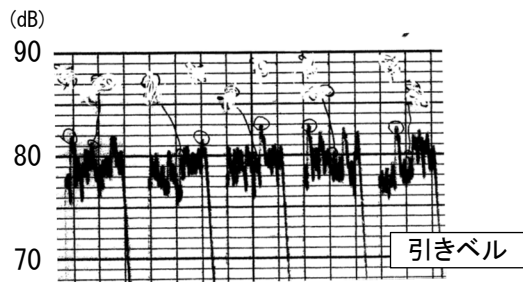


図 2.3.1 c-1 測定データ

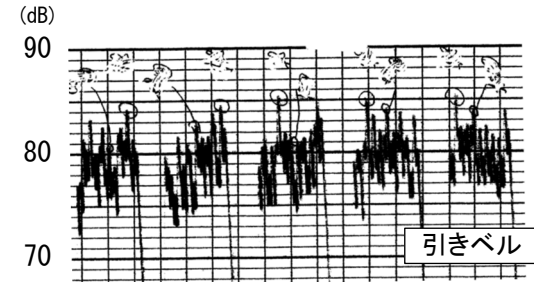


図 2.3.2 c-2 測定データ

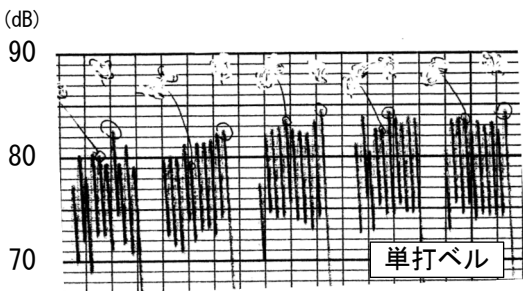


図 2.4.1 d-1 測定データ

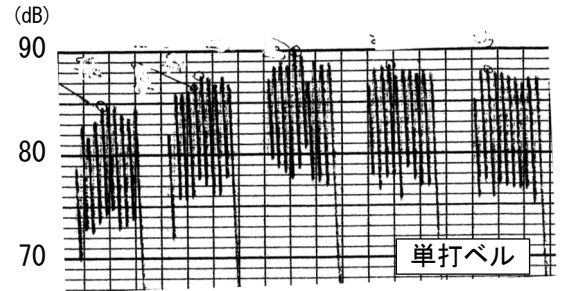


図 2.4.2 d-2 測定データ

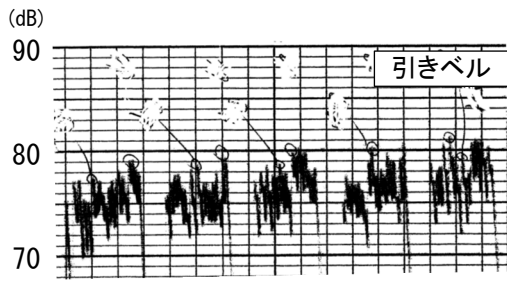


図 2.5 e 測定データ

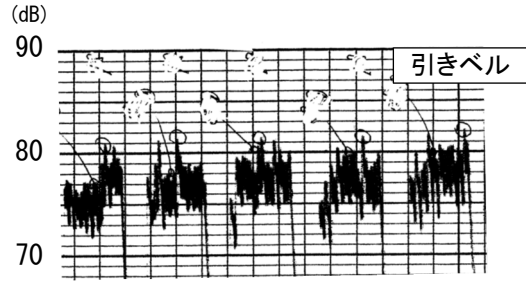


図 2.6 f 測定データ

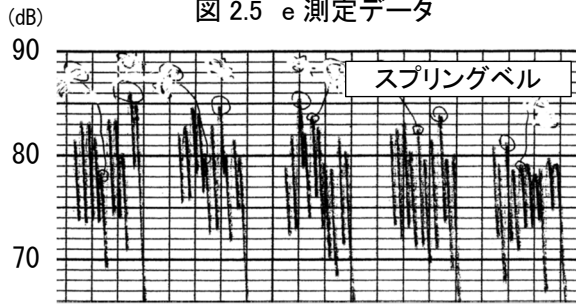


図 2.7 g 測定データ

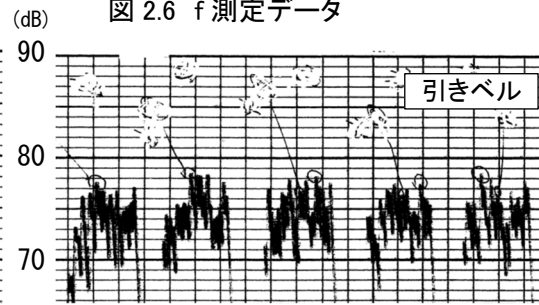


図 2.8 h 測定データ

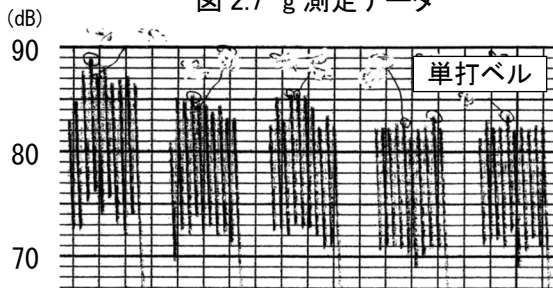


図 2.9 i 測定データ

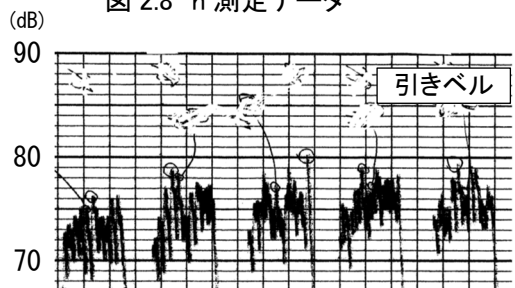


図 2.10 j 測定データ

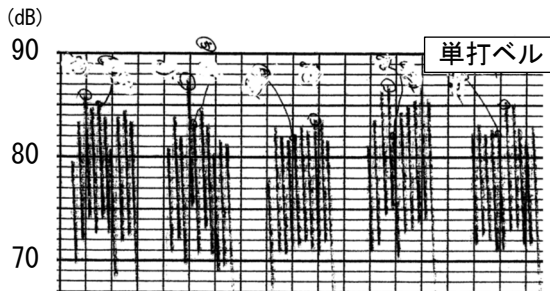


図 2.11 k 測定データ

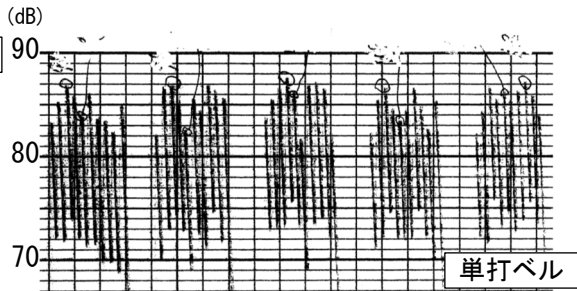


図 2.12 l 測定データ

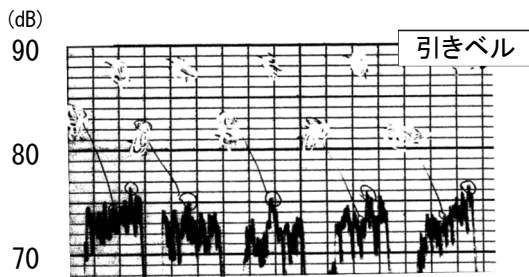


図 2.13.1 m-1 測定データ

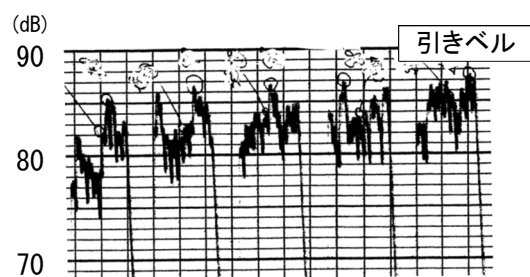


図 2.13.2 m-2 測定データ

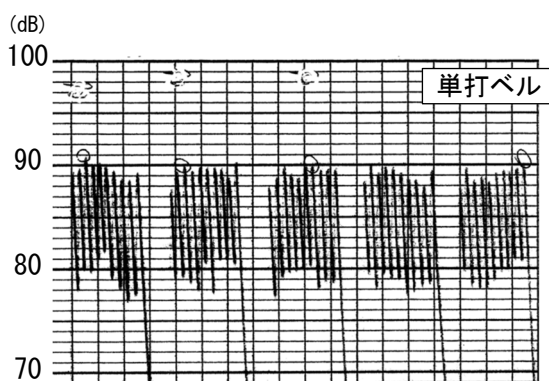


図 2.14.1 class I-1 測定データ

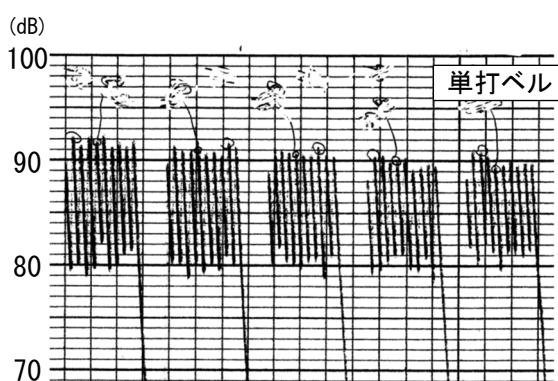


図 2.14.2 class I-2 測定データ

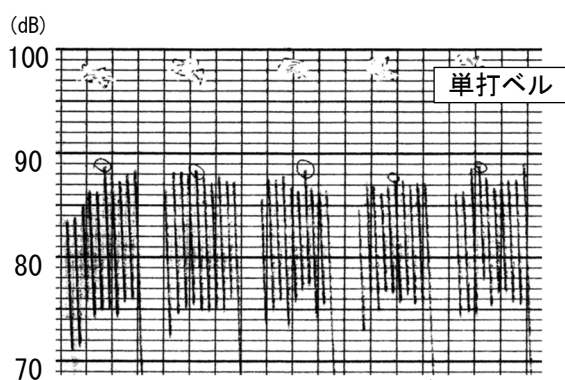


図 2.14.3 class I-3 測定データ

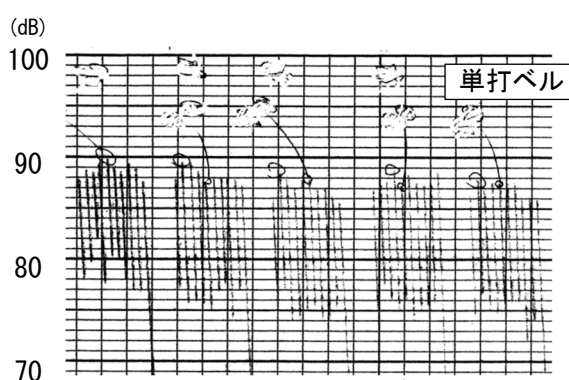


図 2.14.4 class I-4 測定データ

図 2 に示す各供試品における波形記録データより、以下のようなことが確認できた。

- ・ 単打ベルは、レバー作動 10 回分のピーク値が明確に認められたが、引きベルについては、レバー作動 10 回分のピーク値が明確には認められなかった。
- ・ 5 回の音圧レベルの測定における波形の大まかな高低の変化は、表 3 に示すような状況であり、様々な変化があることが確認できた。

表 3 5 回測定における波形の高低の変化

	該当供試品	個数(個)
高低に変化がない	a-1-1, a-1-2, a-2-1, a-2-3, a-2-4, a-3-3, c-1, f, l, h, class I-1	11
徐々に高くなっている	a-3-4, d-1, e, g, i, j, m-2	7
徐々に低くなっている	a-1-3, a-2-2, a-3-1, a-3-2, class I-2, class I-4	6
中央が高い	b-1, b-2, c-2, d-2	4
中央が低い	a-1-4, m-1	2
高低が順番に出てくる	k, class I-3	2

図2の波形データより、10回のレバー作動時の最大値、開始から5番目、上から5番目について、整理した結果を表4に示す。引きベルの波形記録データにおいては、各レバー作動でのピーク値が明確ではないため、開始から5番目及び上から5番目については、等間隔でレバーが作動されたと仮定して値を読み取った

表4 音圧レベル整理結果 (単位: dB)

		最大値						開始から5番目						上から5番目					
		1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均	1	2	3	4	5	平均
a	1-1	82.0	82.7	81.9	82.0	82.6	82.2	80.9	79.4	81.2	81.6	81.7	81.0	80.9	79.9	80.9	80.8	81.1	80.7
	1-2	85.2	84.0	86.0	85.0	85.0	85.0	85.0	83.7	84.9	81.1	85.0	83.9	83.6	82.7	83.1	83.1	83.5	83.2
	1-3	84.1	83.9	84.3	83.2	82.0	83.5	84.1	79.6	83.0	82.2	82.0	82.2	82.6	81.9	82.1	80.9	81.0	81.7
	1-4	81.9	80.0	78.5	81.0	81.8	80.6	78.8	77.2	77.5	81.0	78.0	78.5	79.7	79.0	77.9	79.0	78.9	78.9
	2-1	80.0	80.0	79.1	79.8	81.0	80.0	79.9	79.4	79.0	78.1	79.9	79.3	78.2	79.0	78.0	78.6	78.9	78.5
	2-2	81.9	80.8	80.0	82.7	79.2	80.9	81.9	79.9	79.1	78.3	78.7	79.6	81.1	78.9	79.6	78.3	78.1	79.2
	2-3	83.7	83.0	84.1	84.5	83.4	83.7	83.5	81.5	83.0	83.6	82.7	82.9	83.5	81.5	82.1	82.7	81.6	82.3
	2-4	83.7	83.0	84.1	84.5	83.4	83.7	83.5	81.5	83.0	83.6	82.7	82.9	80.8	82.1	82.0	81.6	83.1	81.9
	3-1	85.9	85.7	84.9	83.9	84.8	85.0	83.1	84.1	84.0	81.4	81.9	82.9	83.9	84.1	84.0	81.7	83.3	83.4
	3-2	81.1	80.0	80.5	80.1	81.1	80.6	79.8	78.5	80.0	78.9	78.9	79.2	79.7	79.1	79.9	79.8	78.9	79.5
3-3	81.6	80.9	80.6	80.8	82.0	81.2	78.0	79.1	78.1	78.6	80.7	78.9	79.1	79.1	79.6	78.6	79.8	79.2	
3-4	82.0	83.1	84.1	83.8	83.0	83.2	82.0	82.0	82.5	82.6	83.8	82.6	79.5	81.2	82.6	82.6	82.8	81.7	
b	1	84.0	86.1	87.1	84.7	84.2	85.2	82.0	83.1	82.1	82.4	82.4	82.4	82.1	83.1	82.1	82.4	82.1	82.4
	2	83.1	86.0	85.2	85.8	85.1	85.0	83.1	86.0	83.3	80.4	80.3	82.6	81.8	83.0	82.4	82.0	83.8	82.6
c	1	81.9	81.5	82.9	82.9	82.7	82.4	81.1	80.0	80.1	80.2	79.6	80.2	80.5	80.4	80.9	80.6	80.9	80.7
	2	84.0	84.6	85.2	85.0	85.1	84.8	80.8	82.8	80.9	82.0	84.0	82.1	81.2	81.7	82.0	83.5	82.5	82.2
d	1	82.8	82.7	84.7	84.2	84.2	83.7	80.1	79.6	83.9	82.9	83.9	82.1	80.1	80.5	82.9	83.9	83.4	82.2
	2	84.9	87.6	90.0	88.6	88.0	87.8	84.7	86.9	90.0	87.5	87.7	87.4	84.0	86.9	88.7	88.0	87.4	87.0
e		79.1	79.1	80.0	80.1	81.4	79.9	77.4	79.7	78.9	80.1	79.6	79.1	77.1	77.9	78.8	78.1	80.1	78.4
f		80.9	81.2	81.6	80.7	82.1	81.3	77.1	78.0	80.9	80.0	80.1	79.2	77.3	79.0	80.0	79.9	80.1	79.3
g		86.0	84.8	85.4	83.8	81.1	84.2	78.1	79.9	83.8	82.7	79.0	80.7	83.1	83.0	81.9	82.0	79.1	81.8
h		77.6	78.6	78.1	77.2	78.4	78.0	77.6	78.6	76.6	76.3	76.3	77.1	76.4	75.5	77.0	76.3	76.4	76.3
i		88.9	85.1	85.3	83.1	83.5	85.2	87.1	84.2	85.3	83.0	83.5	84.6	87.0	84.2	84.1	82.1	82.1	83.9
j		81.1	83.8	80.0	79.0	79.2	80.6	80.1	83.4	77.1	77.5	76.3	78.9	80.0	82.0	77.1	77.9	77.1	78.8
k		85.9	87.2	83.6	87.0	85.3	85.8	85.0	83.4	82.1	82.1	82.0	82.9	84.0	83.0	82.8	85.6	82.9	83.7
l		86.8	86.9	87.6	86.7	87.0	87.0	83.9	82.5	86.1	83.4	86.1	84.4	85.0	85.6	86.1	84.7	86.0	85.5
m	1	76.4	75.0	75.2	76.0	76.4	75.8	74.8	75.0	75.2	73.1	73.5	74.3	74.8	74.0	72.9	73.1	73.7	73.7
	2	85.6	86.7	86.8	87.0	87.4	86.7	82.0	82.6	84.1	83.5	83.5	83.1	82.0	83.0	84.1	83.9	86.5	83.9
Class I	1	90.7	90.0	90.0	90.0	90.0	90.1	90.0	89.8	88.8	89.7	88.1	89.3	89.8	89.9	89.6	89.0	89.1	89.5
	2	92.1	91.7	91.2	90.4	90.9	91.3	91.8	91.0	90.8	89.9	89.3	90.6	91.8	91.0	90.8	89.9	89.8	90.7
	3	88.7	88.1	87.4	87.4	89.0	88.1	86.1	88.1	86.9	86.9	87.8	87.2	86.1	88.1	86.9	86.9	87.8	87.2
	4	90.0	89.5	88.1	88.6	87.8	88.8	90.0	87.5	87.5	87.1	86.5	87.7	89.0	88.0	87.0	87.6	86.9	87.7

■は85dB以上、■は75dB未満を示す。

各供試品の音圧レベルを整理した結果より、以下のようなことが確認できた。

- ・class I (台湾製ベル) は、すべての整理した平均値において、測定した4個が87 dB以上、92dB以下の値であり、ISOのクラスIの規定値を満足した。
- ・国内流通品において、最大値の平均値で9個、開始から5番目の平均値で1個、上から5番目の平均値で2個、85 dBを越えるような製品が確認できた。
- ・国内流通品において、開始から5番目の平均値及び上から5番目の平均値で、75 dB以下になる製品が1個確認できた。

5. 考察

5.1 音圧レベルデータの整理方法について

図2より、引きベルではレバー作動10回分のピーク値が明確には認められなかったため、開始から5番目、上から5番目ともに明確な値を決めることが困難であった。これは、図3で示すように、単打ベルは1個の打子が、1回のレバー作動にてベルわんを1回しか打撃しないのに対し、引きベルではレバーが引かれる過程と戻る過程で打子がわんを打撃するので、1回のレバー作動で2回以上打撃するためである（図3の引きベルでは、2個の打子が回転しながらベルわんを打撃する）。この打撃の仕方は、すべての引きベルで同様であるため、引きベルにおいてはデータの記録方法や算出方法により、結果に差が生じる可能性が非常に高いものと推定された。

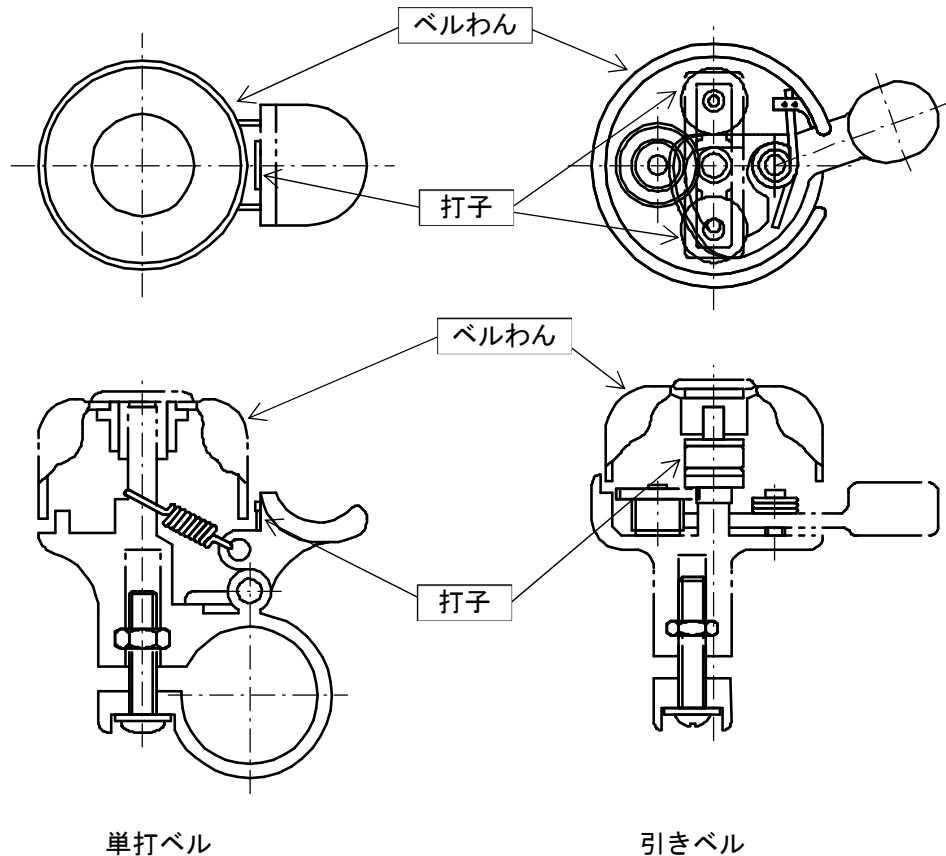


図3 単打ベル、引きベルの構造

一方、最大値については、音圧レベルを計測する計測機器のピークホールド機能を使用することで測定することが可能であるため、計測機器のデータの記録方法や算出方法による差は比較的生じにくいものと考えられる。

以上のような状況より、国内流通品においては引きベルの流通比率が高いことを考慮すると、音圧レベルについては最大値の平均値で整理するほうが望ましいものと思われる。

5.2 整理するデータのばらつきについて

ISO14878:2015 では最終結果の計算には、2.0 dB 以内の 5 回の測定結果を使用するとの規定となっているが、現状の JIS D 9451:2007 では、処理するデータのばらつきについては記述されていない。そこで、今回、測定を実施したデータ(最大値)について表 5 に示すように整理した。

表 5 音圧レベル 5 回測定の最大値の整理結果 (単位: dB)

		最大値						
		最大	最小	差	平均	標準偏差 σ	平均値+3 σ	平均値-3 σ
a	1-1	82.7	81.9	0.8	82.2	0.38	83.4	81.1
	1-2	86.0	84.0	2.0	85.0	0.71	87.2	82.9
	1-3	84.3	82.0	2.3	83.5	0.94	86.3	80.7
	1-4	81.9	78.5	3.4	80.6	1.42	84.9	76.4
	2-1	81.0	79.1	1.9	80.0	0.68	82.0	77.9
	2-2	82.7	79.2	3.5	80.9	1.41	85.1	76.7
	2-3	84.5	83.0	1.5	83.7	0.59	85.5	82.0
	2-4	84.5	83.0	1.5	83.7	0.59	85.5	82.0
	3-1	85.9	83.9	2.0	85.0	0.80	87.4	82.6
	3-2	81.1	80.0	1.1	80.6	0.53	82.1	79.0
	3-3	82.0	80.6	1.4	81.2	0.59	83.0	79.4
3-4	84.1	82.0	2.1	83.2	0.82	85.6	80.8	
b	1	87.1	84.0	3.1	85.2	1.33	89.2	81.2
	2	86.0	83.1	2.9	85.0	1.15	88.5	81.6
c	1	82.9	81.5	1.4	82.4	0.64	84.3	80.5
	2	85.2	84.0	1.2	84.8	0.49	86.3	83.3
d	1	84.7	82.7	2.0	83.7	0.91	86.4	81.0
	2	90.0	84.9	5.1	87.8	1.87	93.4	82.2
e		81.4	79.1	2.3	79.9	0.94	82.8	77.1
f		82.1	80.7	1.4	81.3	0.56	83.0	79.6
g		86.0	81.1	4.9	84.2	1.92	90.0	78.4
h		78.6	77.2	1.4	78.0	0.58	79.7	76.3
i		88.9	83.1	5.8	85.2	2.29	92.1	78.3
j		83.8	79.0	4.8	80.6	1.96	86.5	74.7
k		87.2	83.6	3.6	85.8	1.46	90.2	81.4
l		87.6	86.7	0.9	87.0	0.35	88.1	85.9
m	1	76.4	75.0	1.4	75.8	0.66	77.8	73.8
	2	87.4	85.6	1.8	86.7	0.67	88.7	84.7
class I	1	90.7	90.0	0.7	90.1	0.31	91.1	89.2
	2	92.1	90.4	1.7	91.3	0.67	93.3	89.3
	3	89.0	87.4	1.6	88.1	0.73	90.3	85.9
	4	90.0	87.8	2.2	88.8	0.93	91.6	86.0

■は 85dB 以上、■は 75dB 未満を示す。

表 5 より、5 回測定した最大値と最小値を比較すると、5 dB 以上の差がある供試品が認められた。この場合、ISO の規定であれば 2.0 dB 以内になるように、追加測定を実施する必要があるが、表 3 に示したように、5 回測定の波形測定においても高低の変化は様々であり、測定したデータのばらつきがない値を採用するには、供試品によって全測定回数に差が生じ

る可能性が高いと思われた。また、2.0 dB 以内という数値にこだわると、全体からみれば高い値のデータを採用する等、明確な根拠もなく偏った測定データが取捨選択される可能性があるものと思われる。

以上のような状況、及び JIS、ISO とともに 5 回測定し平均値で整理する（ばらつきがあっても平均化される）ということを考慮すれば、データのばらつきについては、明確に規定しないほうが望ましいものと思われる。

5.3 音圧レベルの上限について

今回測定した国内流通品において、音圧レベルが 85 dB 以上のものが確認された。また、表 5 に示すように、今回測定したデータから計算された標準偏差 σ を考慮した場合、多くのベルで音圧レベルが 85 dB 以上になることが推定された。つまり、現状の国内流通品においては、音圧レベルの上限を 85 dB とすることは難しいものと判断される。一方、今回測定したデータから計算された標準偏差 σ を考慮した場合でも、95 dB を超える音圧レベルの供試品は確認されなかった。

以上より、音圧レベルの上限については、ISO との整合化を考慮し、95 dB とすることが望ましいと思われる。JIS においては、音圧レベルは 75 dB ~ 95 dB とし、ISO との整合化の点から、明確に音圧レベルの範囲が限定できるもの、もしくは限定すべきものについては、クラス I、クラス II と表記してもよいというような規定を提案したい。

6. まとめ

自転車用ベルの音圧レベルについて ISO との整合化について検討するため、ベルの国内流通品の音圧レベルの測定を行った結果、以下のような結論が得られた。

- (1) 引きベルは、レバー作動回数に応じたピーク値が明確ではないため、開始から 5 番目、上から 5 番目等でデータを整理することが難しく、また、計測機器のピークホールド機能の使用により測定が容易にできるため、データは最大値で整理すべきと判断された。
- (2) 今回測定したベルでは、データのばらつきが 5 dB 以上のものもあり、2.0 dB 以内のばらつきという数値にこだわると、偏った測定データが取捨選択される可能性もあり、5 回測定し平均値で整理するということも考慮すれば、データのばらつきについては、明確に規定しないほうが望ましいものと判断された。
- (3) 今回測定したデータより、国内流通品においては音圧レベルが 85 dB を超える製品があったが、95 dB を越えるものはなかったため、音圧レベルの上限については、ISO との整合化を考慮し 95 dB とすることが望ましいと判断された。JIS での音圧レベルの範囲は 75 dB ~ 95 dB とし、明確に音圧レベルの範囲が限定できるもの、もしくは限定すべきものについては、クラス I、クラス II と表記してもよいというような規定を提案したい。

— 以 上 —