

# 自転車用ベル国内流通品 音の周波数確認試験結果

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

自転車用警音器の規格であるJIS D 9451:2007 (自転車ーベル)及びISO 14878:2015 (Cycles - Audible warning devices- Technical specification and test methods)では、現状、ベル及び警音器から発生する音の周波数については明確には規定されていない。

人の可聴周波数帯域は20 Hz～20,000 Hzの間であると言われているが、耳鼻科や健康診断での聴力検査は一般的に125 Hz～8,000 Hzの間の数種類の周波数にて実施されている。加齢による難聴は、高音域（高周波域）が聞こえにくくなる傾向にあるが、聴力検査の結果では加齢により、4,000 Hz ～ 8,000 Hzあたりから可聴できる音圧レベルが上昇してくる<sup>1)</sup>。

今回、JIS D 9451:2007(自転車ーベル)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、現状の国内流通品のベルから発生する音の周波数について、高齢者が可聴可能な領域であるか確認を行った。なお、本試験は、今回のJIS D 9451 (自転車ーベル)での音の周波数の規格化ではなく、今後の日本国内のベルの製品設計時に参考になるような、簡易的な音の周波数の確認方法を例示することを主目的として実施した。

## 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、併せて音の周波数の確認を実施した。国内流通品13種類28個、台湾製1種類4個の計32個の音の周波数の確認を行った。

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 style="text-align: center;">b-1                      b-2</p>
c	引きベル	2	 <p style="text-align: center;">c-1                      c-2</p>
d	単打ベル	2	 <p style="text-align: center;">d-1                      d-2</p>
e	引きベル	1	 <p style="text-align: center;">e</p>
f	引きベル	1	 <p style="text-align: center;">f</p>
g	スプリングベル	1	 <p style="text-align: center;">g</p>
h	引きベル	1	 <p style="text-align: center;">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

JIS D 9451:2007 (自転車ベル) 7.1 音響性能試験に規定された試験方法では、JIS 規格 [JIS C 1509-1 :2017 電気音響—サウンドレベルメータ (騒音計) —第 1 部 :仕様] にて規定された騒音計を使用する必要がある。また、この測定された音から周波数解析を行うためには、FFT アナライザーを使用する必要があるが、一般的な計測機器として設計され、製品化されたものは高価であり、また、定期的な点検・校正 等も必要であるため、導入に対するハードルは非常に高いものとなっている。

今回は高価な機材を使用することなく、簡易的な方法でベルの周波数を測定する方法を検証するため、以下のような内容で試験を行った。

#### 3.1 使用機材

##### 3.1.1 音の周波数解析用機材

解析に使用したノートパソコンは低価格モデルを、マイク及び FFT アナライザーソフトも入手しやすいものを使用した。なお、ノートパソコン及びマイク付きステレオミニヘッドホンのメーカー及び型番については、入手しやすい製品の代表として試験に使用したものであり、製品を限定するものではない。

- ・ノートパソコン

レノボ・ジャパン合同会社製 ideapad 120S

仕様 CPU : Pentium N4200、メモリ : 4GB、OS : Windows 10

- ・マイク付きステレオミニヘッドホン

簡易テレワーク用 (株式会社 JVC ケンウッド製 HA-FR9-B)

実売価格 : 1,650 円 (税込み)

- ・FFT アナライザーソフト

E. N. Software 製 サウンドモニターFFT Wave

シェアウェア 1,000 円 (税込み)



写真1 マイク付きステレオミニヘッドホン

##### 3.1.2 FFT アナライザーソフト検証用機材

今回使用した FFT アナライザーソフトの解析能力を検証するために音叉を使用した。

- ・音叉 440 Hz、1024 Hz、2048 Hz、4096 Hz

別途、校正された FFT アナライザーを用いて、音叉に表示されている周波数どおりの固有振動数であることを確認済のものがある。



写真2 音叉

### 3.2 測定方法

今回の試験では、ベルの音の周波数（ベルわんの固有振動数に依存）の確認が目的であり、音圧レベル(dB)は必要ではないため、ベルとマイクとの距離、ベルの地上からの高さは、JIS D 9451 の音圧レベルの測定方法（図2）には準拠していない、図1に示すような位置関係で実施した。この位置関係で試験を実施することで、ベルの操作及び音の測定のすべての操作を1人の作業員で実施可能であった。

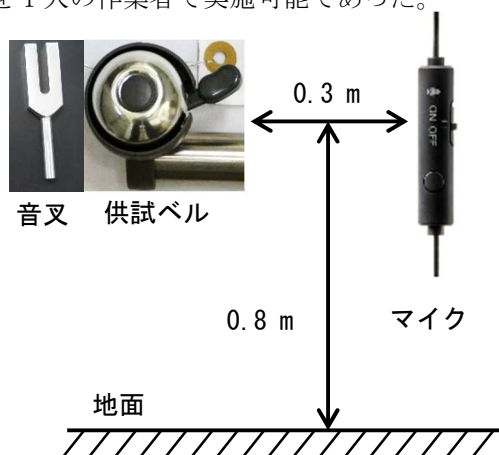


図1 供試ベル（音叉）とマイクの位置関係

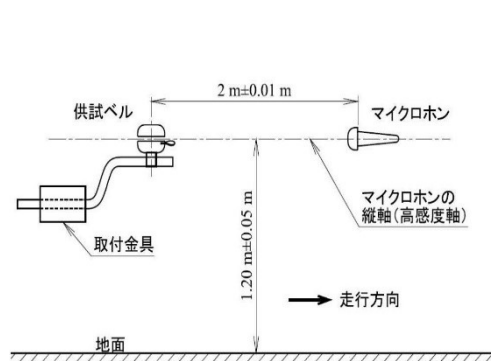


図2 参考:JIS D 9451 のベル音響性能試験

### 4. 試験結果

#### 4.1 FFT アナライザーソフトの周波数解析時の画面について

FFT アナライザーソフト（E. N. Software 製 サウンドモニターFFT Wave）の周波数解析時の表示画面の代表例を図3に示す。図3に示すように、最も高いピーク値となる周波数をベルの音の周波数とした。

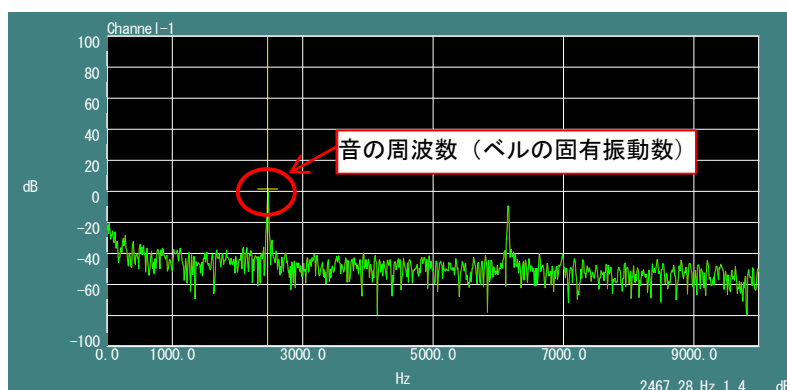


図3 E. N. Software サウンドモニターFFT Wave 周波数解析時画面

なお、周波数解析と合わせて、実際のベルの音と『音階、周波数、一覧』で検索された下記のホームページで確認できる音と聴感でも比較を行い、周波数解析の妥当性を補った。

音階周波数 <https://tomari.org/main/java/oto.html>

各音の周波数一覧 [https://www.petitmonte.com/javascript/musical\\_scale\\_frequency.html](https://www.petitmonte.com/javascript/musical_scale_frequency.html)

#### 4.2 音叉を用いたFFTアナライザーソフトの検証について

音叉を用いて、FFTアナライザーソフトの解析能力の検証を行った結果を表2に示す。再現性を確認するため、約1か月の期間を空け2回測定を実施した。

表2 FFTアナライザーソフトの周波数解析能力の検証結果 (Hz)

製品表示値		FFTアナライザーソフトの解析値	
		1回目	2回目
音叉	440	440	441
	1024	1025	1023
	2048	2049	2045
	4096	4096	4094

表2の結果より、FFTアナライザーソフトのE.N. Software製サウンドモニターFFT Waveは、音の周波数を十分に解析できる能力があるものと判断された。

#### 4.3 ベルの周波数解析結果について

各供試品の音について周波数解析を実施した結果を表3に示す。供試品についても、再現性を確認するため、約1か月の期間を空け2回測定を実施した。

表3 供試ベルの周波数解析結果 (Hz)

		1回目	2回目
a	1-1	2657	2655
	1-2	2617	2612
	1-3	2737	2736
	1-4	2762	2758
	2-1	2721	2719
	2-2	2657	2676
	2-3	2689	2685
	2-4	2745	2741
	3-1	2785	2784
	3-2	2649	2646
	3-3	2705	2703
	3-4	2790	2792
b	1	2185	2183
	2	2377	2380
c	1	3337	3334
	2	3536	3557
d	1	2457	2458
	2	2505	2501
e		2569	2569
f		2553	2552
g		2073	2071
h		2545	2544
i		2929	2930
j		2449	2449
k		2769	2767
l		2633	2638
m	1	2601	2604
	2	2641	2638

		1回目	2回目
class I	1	2953	2947
	2	2945	2947
	3	2961	2956
	4	2977	2973

	2500Hz 未満
	2500Hz ~ 3000Hz
	3000Hz ~ 3500Hz
	3500Hz ~ 4000Hz

表 3 より、すべてのベルの周波数が 4000 Hz 以下であった。なお、周波数 4000 Hz の音においては、高齢者が可聴できる音圧レベルの下限値は 55dB 程度<sup>1)</sup>である。

## 5. まとめ

パソコンにて動作可能な安価な FFT アナライザーソフトを使用して、自転車用ベルの音の周波数解析を行った結果、以下のようなことがわかった。

- (1)今回使用した FFT アナライザーソフトの E.N. Software 製 サウンドモニターFFT Wave は、音の周波数を十分に解析できる能力があるものと判断された。
- (2)今回測定を行ったすべてのベルの音の周波数が 4000 Hz 以下であったことより、現状のベルの音圧レベルの規格値である 75 dB であれば、高齢者でもベルの音は可聴可能な領域であると判断された。

## 6. 参考文献

- 1)水浪田鶴他：若齢者・高齢者を対象とした高周波領域の純音聴力測定，日本音響学会講演論文集, 313-314, 2006.

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/jergo/45spl/0/45spl\\_0\\_104/\\_pdf/-char/ja](https://www.jstage.jst.go.jp/article/jergo/45spl/0/45spl_0_104/_pdf/-char/ja)

—以 上—