

沖縄県における一般環境の低周波音について

田崎盛也

Low-Frequency Noise of the General Living Environment in Okinawa Prefecture

Moriya TASAKI

要旨： 沖縄県において一般環境を対象とし、室内及び屋外、機械類、交通機関について低周波音の測定を行った。1/3 オクターブバンド周波数分析を行った結果、機械類ではヒートポンプ式給湯器において 40 Hz と 80 Hz に、洗濯機は 12.5、20 Hz と 40 Hz に卓越周波数のある低周波音が発生していた。交通機関を対象とした測定ではいずれの対象からも大きなレベルの低周波音が確認された。普通乗用車では 25 Hz に、バスでは 12.5-25 Hz にかけて大きな低周波音が発生していることが確認された。モノレールでは 31.5 Hz と 63 Hz、旅客機では 2-2.5 Hz、5 Hz、40 Hz と 50 Hz、フェリーでは 31.5 Hz に卓越周波数が確認された。

Key words: 低周波音、1/3 オクターブバンド周波数分析、沖縄県

I はじめに

低周波音とは 100 Hz 以下の音波のことであり、20 Hz 以下の超低周波音と 20-100 Hz までの可聴域の音のことを指す。低周波音による影響は建具のがたつきを引き起こす物的影響と不快感や圧迫感をもたらす心理的・生理的影響があるが、実態については不明な部分も多い。また、全国的な低周波音の苦情は通常の騒音の苦情に比べれば少ないが、近年は増加傾向が続いている¹⁾。

沖縄県での低周波音の測定はヘリコプターやオスプレイを有する普天間飛行場があることから、主に米軍機を対象として行われており^{2,3,4)}、それ以外の対象についての知見は乏しい。そこで低周波音のデータ収集のため、一般環境を対象とした測定を実施したのでこれを報告する。

II 方法

1. 測定対象

測定対象は(1)室内及び屋外、(2)機械類（ヒートポンプ式給湯器、洗濯機）、(3)交通機関（普通乗用車、バス、モノレール、旅客機、フェリー）を対象に行った。

2. 測定方法

測定にはリオン社の低周波音測定機能付き精密騒音計 NL-62 を使用した。測定項目は 1/3 オクターブバンド音圧レベルと騒音レベル(A 特性)で動特性は SLOW、エネルギー平均値（等価音圧レベル、 L_{eq} ）を求めた。長時間の測定が可能な対象は 10 分間の L_{eq} を求めたが、継続時間が短い対象や十分な測定時間が確保できなかった対象については 1 分間など短い時間で L_{eq} を算出した。1/3 オクターブバンド周波数分析結果は表 1 に示す物的影響基準値、心理的影響基準値、心身に係る苦情に関する参照値（以下、心身参照値）と比較した。

物的及び心理的影響基準値は過去の低周波音の研究によって目安として設定された値であり⁵⁾、沖縄防衛局がまとめた「普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書」でも使用されている値である⁶⁾。心身参照値は環境省が低周波音問題対応の手引きで示した値である⁷⁾。ただし、参照値は固定発生源に対して用いるとされているため、移動発生源となる交通機関については比較の対象からは除外している。

表 1. 低周波音の目安となる値.

| | 1/3オクターブバンド周波数(Hz) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|--------------------|------|-----|---|-----|------|---|-----|-----|-----|-----|------|----|----|----|------|----|----|----|----|
| | 1 | 1.25 | 1.6 | 2 | 2.5 | 3.15 | 4 | 5 | 6.3 | 8 | 10 | 12.5 | 16 | 20 | 25 | 31.5 | 40 | 50 | 63 | 80 |
| 物的影響基準値(dB) | - | - | - | - | - | - | - | 115 | 111 | 108 | 105 | 101 | 97 | 93 | 88 | 83 | 78 | 78 | 80 | 84 |
| 心理的影響基準値(dB) | - | - | - | - | - | - | - | 70 | 71 | 72 | 73 | 75 | 77 | 80 | 83 | 87 | 93 | 99 | - | - |
| 心身参照値(dB) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 92 | 88 | 83 | 76 | 70 | 64 | 57 | 52 | 47 | 41 |

Ⅲ 結果および考察

1. 室内及び屋外

室内の周波数分析結果を図1に示す。室内の測定はいずれも静寂な環境であると考えられる条件下で測定を行ったため、騒音レベルは30 dB以下となった。周波数構成を見ると室内①では5 Hzに53.5 dB、6.3 Hzに53.2 dBの、室内②では16 Hzに50.5 dB、25 Hzに48.3 dBの卓越した周波数成分が確認された。これらは換気扇や室外機等の影響が考えられるが、原因は明らかにはできなかった。また、目安となる値との比較では、いずれも物理的・心理的影響基準値や心身参照値を下回っていた。

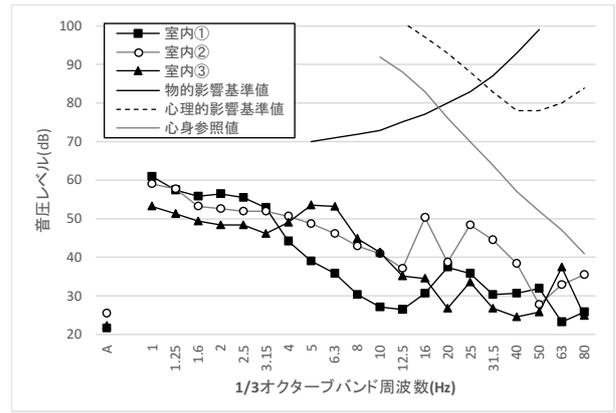


図1. 室内測定の周波数分析結果。

屋外の周波数分析結果を図2に示す。屋外①では道路脇で交通量の多い時間帯に測定を行い、屋外②, ③は住宅地で測定を行った。25-80 Hzの周波数帯は測定地点の近傍を通行する車両の影響を受けており、音圧レベルはその通行頻度を反映している。また、10 Hz以下の領域では風の影響が見られるが、屋外①でその影響は顕著だった。目安となる値との比較では、物理的影響基準値は屋外①のみ5-6.3 Hzで超過した。心理的影響基準値はいずれも下回っていた。心身参照値は屋外①において31.5-80 Hzで超過、屋外②の50-80 Hzで超過、屋外③では超過は見られなかった。

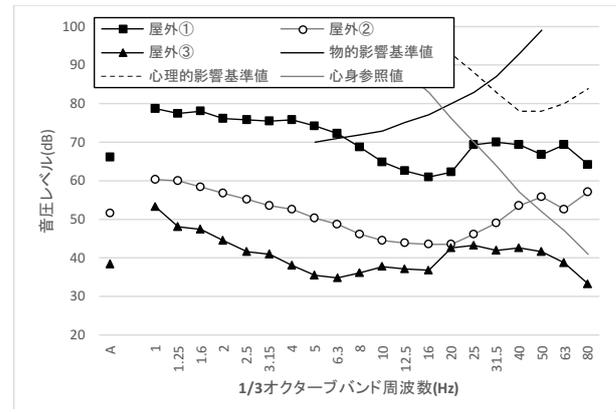


図2. 屋外測定の周波数分析結果。

2. 機械類

機械類はいずれも対象から1mの地点で測定を行った。家庭用ヒートポンプ給湯器の周波数分析結果を図3に示す。卓越周波数は40 Hzと80 Hzで観測され、音圧レベルは52.2 dBと49.2 dBであった。これらの卓越周波数は40 Hzを基本周波数とするファン等の部品から発生しているのではないかとと思われる。また給湯器を設置している住宅の室内では給湯器動作中でも40 Hzと80 Hzに卓越周波数は確認されず、給湯器停止時との違いはほとんど見られなかった。目安となる値の比較では、物理的及び心理的影響基準値は超過なしで、心身参照値は80 Hzで超過があった。

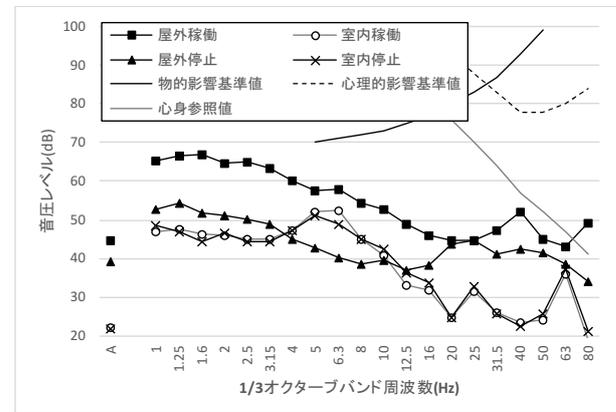


図3. ヒートポンプ給湯器の周波数分析結果。

洗濯機は洗濯槽の形状が異なるドラム式と縦型の2種類で測定を行った。図4に周波数分析結果を示す。ドラム式洗濯機では20 Hzに62.5 dB、縦型洗濯機では12.5 Hzに65.5 dB、40 Hzに69.9 dBの卓越周波数が確認された。目安となる値の比較では、物理的及び心理的影響基準値はどちらも超過はなく、心身参照値はドラム式で80 Hz、縦型は40-80 Hzで超過があった。

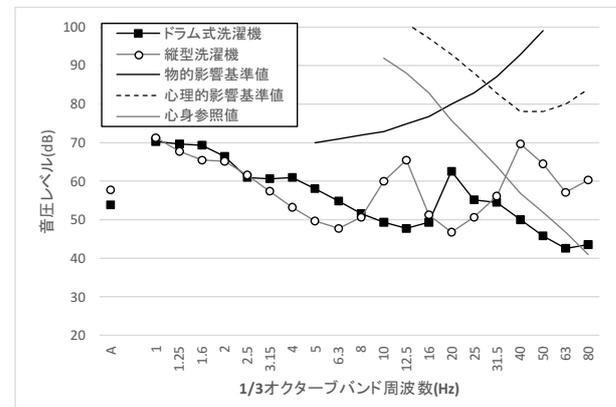


図4. 洗濯機の周波数分析結果。

3. 交通機関

普通乗用車は後部座席で測定を行った。周波数分析結果を図5示す。ガソリン車では25 Hzに84.8 dB、ハイブ

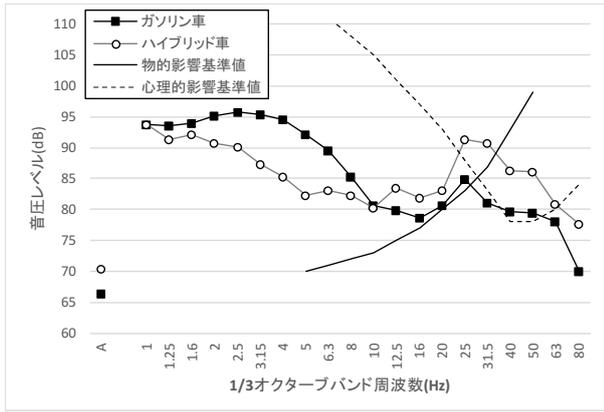


図 5. 普通乗用車の周波数分析結果.

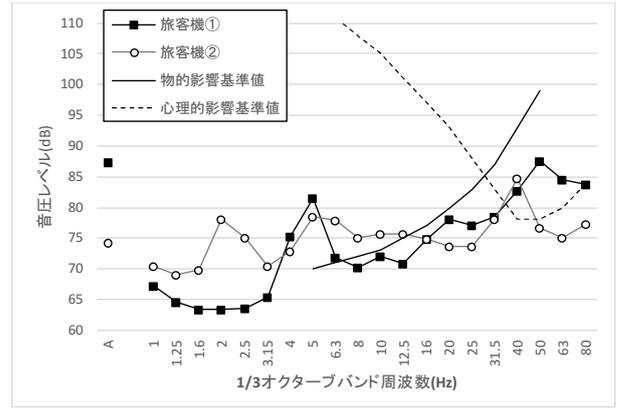


図 8. 旅客機の周波数分析結果.

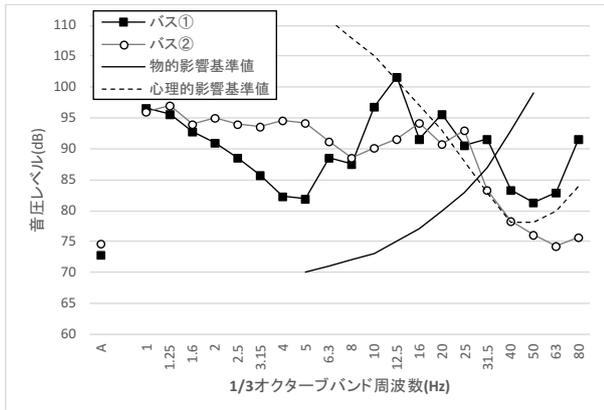


図 6. バスの周波数分析結果.

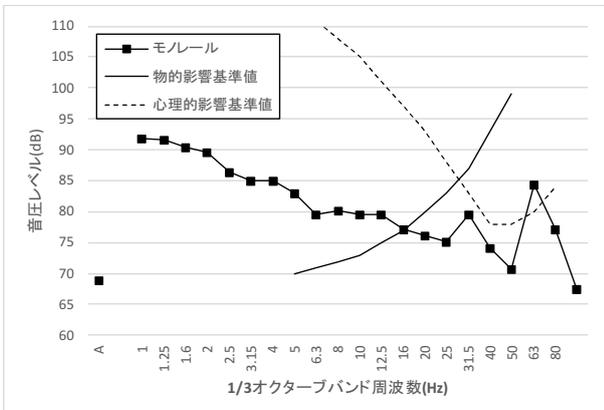
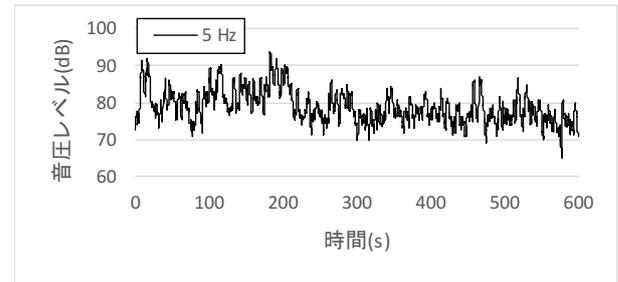


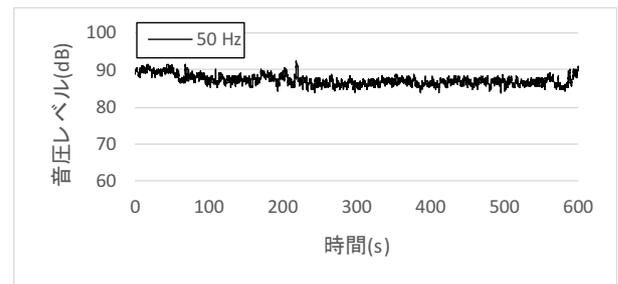
図 7. モノレールの周波数分析結果.

リッド車では 25 Hz に 91.3 dB, 31.5 Hz に 90.7 dB の卓越周波数が確認された。目安となる値との比較では、物的影響基準値はガソリン車で 5-25 Hz, ハイブリッド車で 5-31.5 Hz で超過した。心理的影響基準値はガソリン車で 40, 50 Hz, ハイブリッド車で 25-63 Hz を超過した。

バスは車内最後部で測定を行った。図 6 にバスの周波数分析結果を示す。バス①では 12.5 Hz で 101.6 dB, 20 Hz では 95.7 dB の卓越周波数が観測された。バス②では卓越周波数は 16 Hz と 25 Hz で観測され、音圧レベルはそれぞれ 94.2 dB と 93 dB が確認された。



(a) 5 Hz の音圧レベル変動.

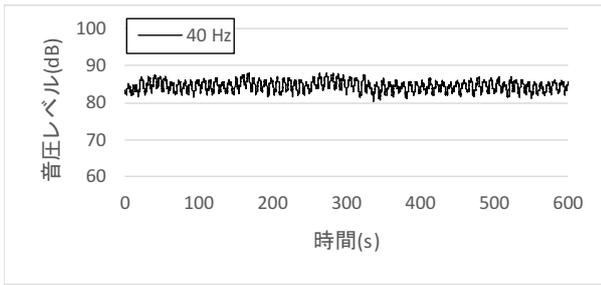


(b) 50 Hz の音圧レベル変動.

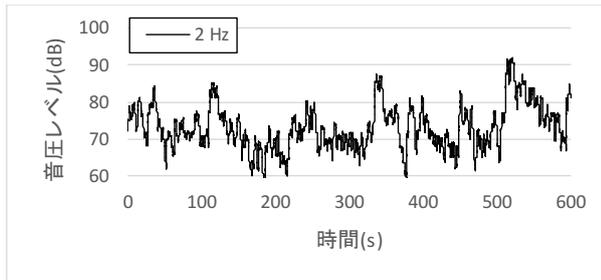
図 9. 旅客機①の音圧レベル変動.

モノレールは車両の連結箇所付近で測定を行った。図 7 にその周波数分析結果を示す。31.5 Hz に 79.6 dB, 63 Hz に 84.4 dB の卓越周波数が確認された。目安となる値の比較では、物的影響基準値は 5-16 Hz で超過、心理的影響基準値は 63 Hz で超過した。

旅客機は主翼に近い座席で測定を行った。周波数分析結果を図 8 に示す。旅客機①では 40 Hz に 84.8 dB, 旅客機②では 50 Hz に 87.5 dB の卓越周波数の他、旅客機①では 5 Hz に 81.5 dB, 旅客機②では 2-2.5, 5 Hz におよそ 78 dB の卓越周波数が確認された。超低周波音領域のピークの変動は図 9 及び 10 に示すように可聴域の低周波音とは異なり変動幅が大きい特徴が確認された。これはエンジンから発生している超低周波音の特徴である⁸⁾。超低周波音領域のピークが生じるのは、機内での気柱の共鳴によるものであると考えられる。閉じた気柱の共鳴周波数 f_n (n は任意の整数) は気柱の長さを L , 音速を c とする



(a) 2 Hz の音圧レベル変動.



(b) 40 Hz の音圧レベル変動.

図 10. 旅客機②の音圧レベル変動.

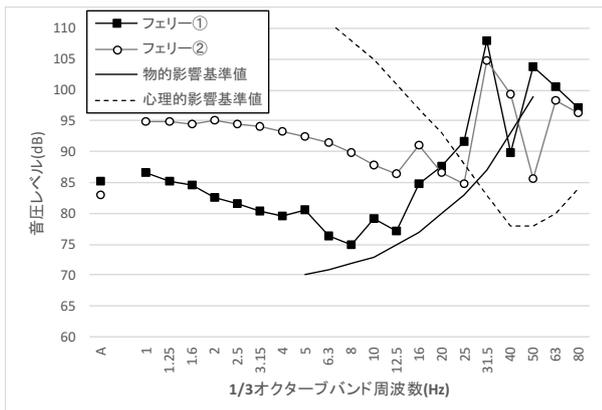


図 11. フェリーの周波数分析結果.

と次の式で求められる。

$$f_n = \frac{nc}{2L}$$

旅客機①の機体長は 39.5 m、旅客機②の機体長は 73.9 m であり、音速を 340 m/s とすると上式から共鳴周波数は旅客機①で 4.3 Hz、旅客機②で 2.3 Hz 及び 4.6 Hz と算出される。これは観測された卓越周波数よりも小さい値だが、実際の機体内はコックピットと客室が仕切られている分、気柱の長さが短くなるため、コックピット部を除いた長さを求められれば近づくはずである。また、目安となる値との比較について、物的影響基準値は旅客機①では 5-6.3 Hz で超過、旅客機②では 5-12.5 Hz で超過

していた。心理的影響基準値は旅客機①では 40-63 Hz、旅客機②では 40 Hz が超過した。

フェリーは後方の客席で測定を行った。周波数分析結果は図 11 に示す。フェリー①では卓越周波数が 31.5 Hz 及び 50 Hz に観測され、その音圧レベルはそれぞれ 107.9 B 及び 103.7 dB であった。フェリー②では卓越周波数が 31.5 Hz 及び 63 Hz に観測され、その音圧レベルはそれぞれ 104.8 dB 及び 98.4 dB であった。目安となる値との比較について、物的影響基準値はフェリー①では 5-31.5, 50 Hz、フェリー②では 5-40 Hz で超過した。心理的影響基準値はフェリー①では 25-80 Hz、フェリー②では 31.5-80 Hz で超過した。

<謝辞>

本調査の測定にご協力いただいた県環境保全課、環境整備課、中部保健所の職員に深く感謝いたします。

IV 参考文献

- 1) 環境省 (2018) 平成 28 年度騒音規制法等施行状況調査の結果について。〈https://www.env.go.jp/air/noise/H28souon_gaiyo.pdf〉。2018 年 8 月アクセス。
- 2) 与儀和夫・長嶺弘輝・仲間由信・仲地昌敏・金城義勝 (2002) 航空機から発生する低周波音調査。沖縄県衛生環境研究所報, 36 : 73-76。
- 3) 普天間朝好・与儀和夫 (2006) 沖縄県における低周波音調査。沖縄県衛生環境研究所報, 40 : 169-76。
- 4) 田崎盛也・友寄喜貴・城間朝彰・比嘉良作・渡口輝・志賀俊介 (2014) 沖縄県における軍用機から発生する低周波音について。沖縄県衛生環境研究所報, 48 : 59-62。
- 5) 井上保雄 (1999) 低周波音の実態と対策。騒音制御, 23 : 311-318。
- 6) 沖縄防衛局 (2011) 第 6 章 6.5 低周波音。普天間飛行場代替施設建設事業に係る環境影響評価書。85pp。
- 7) 環境省環境管理局 (2004) 低周波音問題対応の手引書。116pp。
- 8) 守岡功一・中野有朋・高塚英雄 (1980) 気流による超低周波音の発生とその防止-ノイズサプレッサから発生する超低周波音と防止対策-。騒音制御, 4 : 192-195。