

平成28年度低周波音による物的影響把握に関する 調査（基礎調査）結果報告書

沖縄県環境部環境保全課

1. 調査の目的

米軍普天間飛行場周辺においては、MV-22 オスプレイの飛行に伴い、窓ガラスやテーブルが揺れ、体に振動を感じるといった物的影響に伴う苦情がある。

本調査では、低周波音による物的影響把握に関する基礎調査として、当該地域を代表する構造を有する建物を複数選定し、スピーカーを用いて低周波音を発生させて建具類のがたつき等の発生の有無や程度を調査する。

2. 事前調査

(1) 建物選定

調査対象候補建物 18 棟のうち、暗騒音等の状況、機材搬入の容易性、測定実施に支障がないこと（開口部の閉め切り可否や室容積）等を事前に確認し（表1参照）、調査対象とする建物 8 棟を選定した。

表1. 調査候補建物の部屋の概要（選定部屋は黄色塗りつぶし）

建物番号	部屋の概寸 (mm)			開口部* 閉切	その他	総合評価
	縦最大長	横最大長	最大高さ			
1	3590	4990	2590	可		◎
2	3860	3830	2920	可		◎
3	7125	6590	2410	可	部屋がやや広い	○
4	9850	5250	2890	不可	部屋が広い	×
5	4690	5750	2500	可	隣に砂屋（重機あり）がある	◎
6	4400	4800	2400	可	室内に航空機騒音計有り	◎
7	10360	8675	2425	可	部屋が広い	×
8	17810	9070	3270	△	部屋が広い	×
9	7010	8950	2650	不可	部屋が広い	×
10	6560	2550	3030	可		○
11	7595	5905	3000	不可	部屋がやや広い	△
12	16020	8050	2930	不可	部屋が広い	×
13	2720	3565	2320	可		◎
14	3550	3700	2670	不可	上窓が吹き通しになっている	◎
15	3470	4370	2495	△	隣家の犬がたまに吠える	△
16	3470	3345	2400	可		◎
17	3420	3120	2550	可	物が多く機材の配置が困難	△
18	4420	7740	2600	△	部屋が広い	×

*閉切が不完全なものは△とした

※黄色で塗りつぶした部屋が調査対象

(2) 試験音再生用音源装置の選定

試験音再生用音源（スピーカー）は、可搬型（重量 20kg 程度）かつ再生能力等の条件を勘案し選定した。無響室において再生能力を確認した結果、15Hz 未満では多少歪みが発生したが、建具のがたつき閾値※を超える音圧レベルの再生は問題がないことが確認できたため、調査周波数帯域を 15~200Hz とした。50Hz 以上は、音圧レベルを 99dB で再生できるように調整した。

※建具のがたつき閾値：補足資料参照。

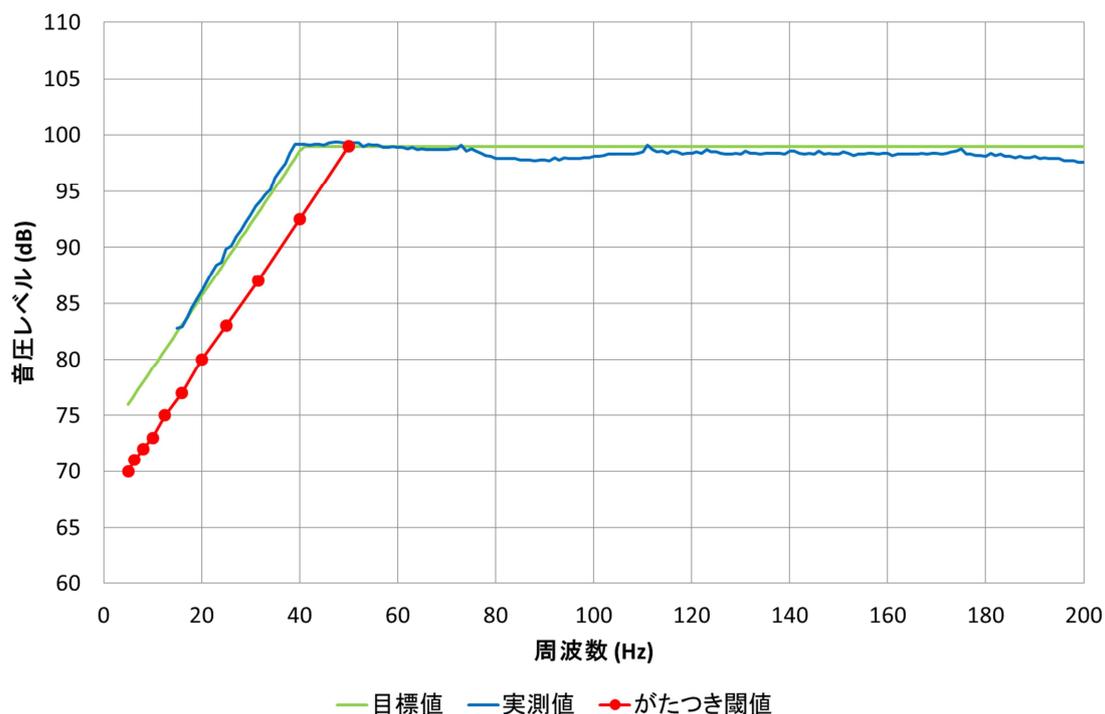


図1. 試験音再生用音源（スピーカー）の再生能力確認結果

3. 本調査

建物 8 棟の測定対象部屋において、スピーカーを用いて試験音を再生し、試験音の周波数及び音圧レベルと建具等のがたつきとの関係について調査を実施した。

(1) 調査項目

以下の項目を測定した。(測定機器配置等は図 2 参照)

- ・ 建具から 0.5m の位置における周波数毎 (15~200Hz) の音圧レベル
- ・ 調査対象建具の周波数毎 (15~200Hz) の振動レベル
- ・ 建具等のがたつき

(建具の振動により発生する接触音を調査員が確認することにより判断)

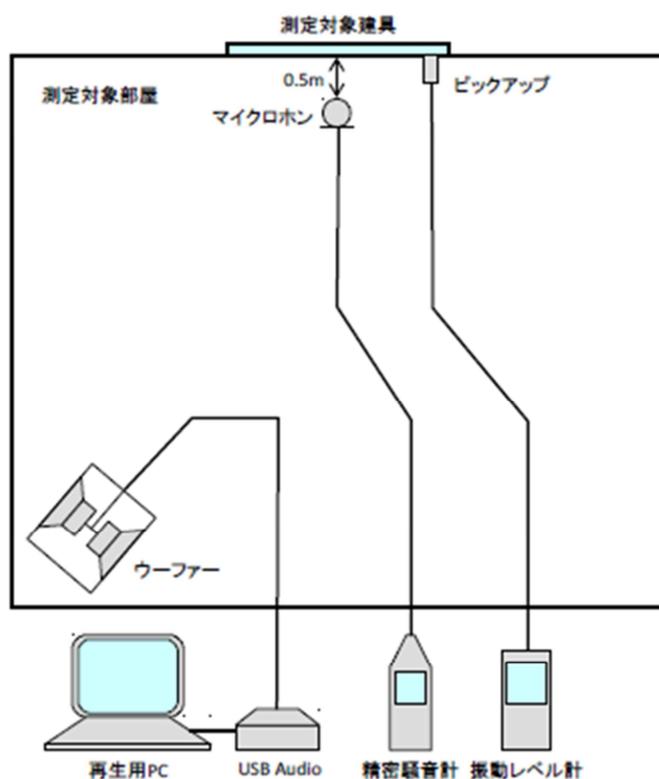


図 2. 測定機器配置図

(2) 調査方法

- ・ 測定対象部屋において、スピーカーを用いて図 1 に示した周波数 (15~200Hz) 及び音圧レベルで、1Hz あたり 5~6 秒間定常純音を再生し、計 3 回繰り返した。
- ・ 対象建具に入射する音圧レベル及び対象建具の振動レベルを測定し、その周波数応答を分析した。また、試験音再生による建具等のがたつき発生の有無を記録した。

4. 結果

部屋毎の対象建具の諸元及びがたつきを観測した周波数を表 2 に示した。また、対象建具の振動レベルが前後の周波数と比べて極端に大きくなる（振動レベルピーク）周波数と、そのときの振動レベル（Vibration Acceleration Level : VAL）については表 3 に示した。

表 2. 対象建具の諸元及びがたつきを観測した周波数

部屋番号	対象建具の種類	対象建具の諸元(mm)		がたつきを観測した周波数
		幅	高さ	
1	アルミサッシ	760	1085	なし
2	アルミサッシ	860	1200	なし
5	アルミサッシ	775	2000	なし
6	木枠窓	845	1210	21～70Hz
10	アルミサッシ	805	660	41～50Hz
13	アルミサッシ	845	990	15～40Hz, 71～80Hz
14	木枠窓	890	1390	41～50Hz
16	アルミサッシ	870	1900	15～20Hz, 41～50Hz

表 3. 対象建具毎の振動レベルピークを示した周波数 (Hz) と振動レベル (VAL) (dB)

部屋 1		部屋 2		部屋 5		部屋 6	
周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]
37	85.04	19	83.91	29	92.61	23	69.42
43	76.33	29	90.75	36	95.87	41	92.14
76	81.51	41	102.50	47	90.39	51	83.37
93	79.42	48	95.56	58	100.86	74	92.68
106	78.72	76	98.76	70	97.14	81	92.34
129	82.51	85	101.41	85	97.80	104	80.34
165	81.03	135	89.46	107	87.45	113	82.23
173	85.40	146	94.74	139	92.06	116	82.37
		191	90.37	149	87.07	153	89.60
				161	86.51	163	87.68
				181	85.93	169	84.06
						178	87.50
部屋 1 0		部屋 1 3		部屋 1 4		部屋 1 6	
周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]	周波数[Hz]	VAL[dB]
27	77.85	17	71.85	20	94.38	25	74.53
34	84.42	35	84.42	47	113.87	42	90.38
45	94.11	70	89.74	73	102.57	59	88.42
70	101.74	77	97.69	84	101.84	79	94.44
88	97.16	87	93.85	156	93.82	98	96.03
95	90.48	115	93.88	162	92.91	109	87.11
102	92.90	140	91.88	179	90.47	129	85.50
108	92.08	167	90.78			137	85.48
116	97.79	190	92.08			152	92.50
132	98.66					176	88.53
140	97.07					195	81.80
153	87.65						
171	90.42						

表 2 から、本調査を実施した建物 8 棟中 5 棟で、対象建具のがたつきを観測した。しかしながら、対象建具の諸元とがたつきを観測した周波数に関連性はみられなかった。この結果について、対象建具の諸元において類似性がないことも一因と考えられる。

また、表 3 から、木枠窓で幅と高さが似ている部屋 6 と部屋 14 の対象建具については、振動レベルピークを示した周波数に類似性がみられた。しかしながら、アルミサッシで幅と高さが異なる対象建具については、振動レベルピークを示した周波数に類似性がみられなかった。

部屋毎の対象建具以外も含めたがたつきを観測した周波数については、付録図 3.1~8 に示した。

対象建具以外については、蛍光灯などの小さなものから、ふすまや押入れの扉などの大きなものまで、広い周波数範囲においてがたつきが生じていた。特に、可動部分の軽いもの（スチール製キャビネットの扉や障子など）は周波数を問わずがたつきやすい傾向がみられた。

5. まとめ

米軍普天間飛行場の航空機から発生する低周波音について、当該地域を代表する構造を有する建物を複数選定し、建具類のがたつきが発生しやすい周波数について分析を行ったところ、以下の結果が得られた。

- ・本調査を実施した建物 8 棟中 5 棟で、対象建具のがたつきを観測した。
- ・対象建具の諸元とがたつきを観測した周波数に関連性はみられなかった。この結果について、対象建具の諸元において類似性がないことも一因と考えられる。
- ・対象建具以外については、蛍光灯などの小さなものから、ふすまや押入れの扉などの大きなものまで、多くの建具が広い周波数範囲にわたってがたつきが生じていた。
- ・可動部分が軽いもの（スチール製キャビネットの扉や障子など）は周波数を問わずがたつきやすい傾向がみられた。

6. 付録

対象建具から 0.5m の位置における周波数毎（15～200Hz）の音圧レベルを付録図 1.1～8 に、周波数毎（15～200Hz）の対象建具の振動レベルを付録図 2.1～8 に示した。また、参考として部屋毎の対象建具を含めた建具のがたつきを付録図 3.1～8 に示した。

部屋 2,6,13 において、周波数の一部でがたつき閾値を下回る音圧レベルとなった。音圧レベルのばらつきは、試験音の反射による干渉（音波は波の性質を有するので、打ち消しあったり増幅したりする）や部屋の固有振動等の影響によるものと考えられる。

【補足資料】

○建具のがたつき閾値とは

低周波音により建具ががたつき始める最低音圧レベルのこと。揺れやすい建具ではおよそ 5Hz で 70dB、10Hz で 73dB、20Hz で 80dB あたりからがたつき始めるという結果が得られている。

※低周波音の測定方法に関するマニュアル（環境庁 平成 12 年 10 月）より引用

本調査では、上記数値と一致する低周波音による物的苦情に関する参照値（下表参照）をがたつき閾値とした。

表 低周波音による物的苦情に関する参照値

1/3オクターブバンド 中心周波数(Hz)	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50
1/3オクターブバンド 音圧レベル(dB)	70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99

※低周波音問題対応の手引書（環境省 平成 16 年 6 月）より引用

○オクターブとは

周波数の比が 2 倍あるいは半分となる関係

例) 1000Hz の 1 オクターブ上は 2000Hz、1 オクターブ下は 500Hz

○1 / 3 オクターブバンドとは

1 オクターブを 3 分割した周波数の範囲で、低周波音の分析に用いられる。各オクターブバンドは、それぞれの中心周波数で表される。

例) 18～22.4Hz の周波数範囲の中心周波数は 20Hz

45～56Hz の周波数範囲の中心周波数は 50Hz