

10.4.低周波音

10.4.1.航空機の運航による低周波音

小目次

10.4. 低周波音	10.4.1-1
10.4.1. 航空機の運航による低周波音	10.4.1-1
(1) 調査	10.4.1-1
1) 調査項目	10.4.1-1
2) 調査地域	10.4.1-1
3) 調査方法等	10.4.1-1
ア. 低周波音の状況	10.4.1-1
4) 調査結果	10.4.1-4
ア. 低周波音の状況	10.4.1-4
(2) 予測	10.4.1-7
1) 予測事項	10.4.1-7
2) 予測概要	10.4.1-7
3) 予測方法	10.4.1-8
ア. 予測式	10.4.1-9
イ. 予測条件	10.4.1-9
4) 予測結果	10.4.1-11
(3) 環境保全措置	10.4.1-13
1) 環境保全措置の検討の状況	10.4.1-13
2) 検討結果の整理	10.4.1-13
(4) 事後調査	10.4.1-15
(5) 評価	10.4.1-15
1) 回避又は低減に係る評価	10.4.1-15

10.4. 低周波音

10.4.1. 航空機の運航による低周波音

(1) 調査

1) 調査項目

航空機の運航による低周波音の調査項目及び調査状況は、表 10.4.1-1 に示すとおりである。

表 10.4.1-1 調査項目及び調査状況

調査項目	文献その他の資料調査	現地調査
低周波音の状況	○	○

2) 調査地域

航空機の運航による低周波音の影響を受けるおそれがある地域とした。その地域は、航空機の飛行コースを踏まえ、影響が想定される対象事業実施区域の周辺とした。

3) 調査方法等

ア. 低周波音の状況

(ア) 文献その他の資料調査

NAA が実施した測定結果の情報の収集・整理及び解析を行う方法とした。

(イ) 現地調査

現地調査は、航空機の運航による現況を把握するための調査と、予測式の検討に必要な基礎データの収集のための調査を行った。このうち、基礎データの収集のための調査については参考資料に示すとおりである（参考資料 2.4.2-1～2.4.2-14 ページ参照）。

ア) 調査地点

調査地点は、航空機の飛行ルートを考慮して選定し、表 10.4.1-2 及び図 10.4.1-1 に示す 11 地点とした。

表 10.4.1-2 低周波音調査地点一覧

調査地点名	所在地
L-1(田川)	河内町田川 522 地先
L-2(金江津)	河内町金江津 7930
L-3(西和泉)	成田市西和泉 15 地先
L-4(大室)	成田市大室 1731 地先
L-5(本三里塚)	成田市本三里塚 153-1
L-6(飯笹)	多古町飯笹 1093 地先
L-7(水戸)	多古町水戸 74 地先
L-8(小池)	芝山町小池 1557 地先
L-9(於幾)	横芝光町於幾 716
L-10(猿尾)	山武市松尾町猿尾 156 地先
L-11(西大須賀)	成田市西大須賀 65 地先

イ)調査日

調査日は、夏季及び冬季の年 2 回とし、各時期、平常運航の状態における 2 日間に調査を行った。調査日は表 10.4.1-3 に示すとおりである。なお、L-11 は追加調査地点であるため、夏季は他の地点と調査日が異なる。

表 10.4.1-3 調査時期及び調査日

項目	調査時期	調査日
低周波音調査	夏季	2016 年（平成 28 年）7 月 27 日(水)～7 月 28 日(木) L-11(西大須賀)のみ、2016 年（平成 28 年）9 月 25 日(日)、9 月 27 日(火)に実施した。
	冬季	2017 年（平成 29 年）1 月 28 日(土)～1 月 29 日(日)

ウ)調査方法

「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（平成 12 年 10 月 環境庁）にもとづく方法とした。調査項目は、G 特性音圧レベル、A 特性音圧レベル及び平坦特性の 1/3 オクターブバンド音圧レベルとした。

1 機あたりの G 特性・A 特性音圧レベルの時間変動の最大値、1 機あたりの 1/3 オクターブバンドの周波数ごとの音圧レベルの時間変動の最大値を調査結果として整理し、それぞれについて、調査期間中の全有効データのエネルギー平均値を求める方法とした。

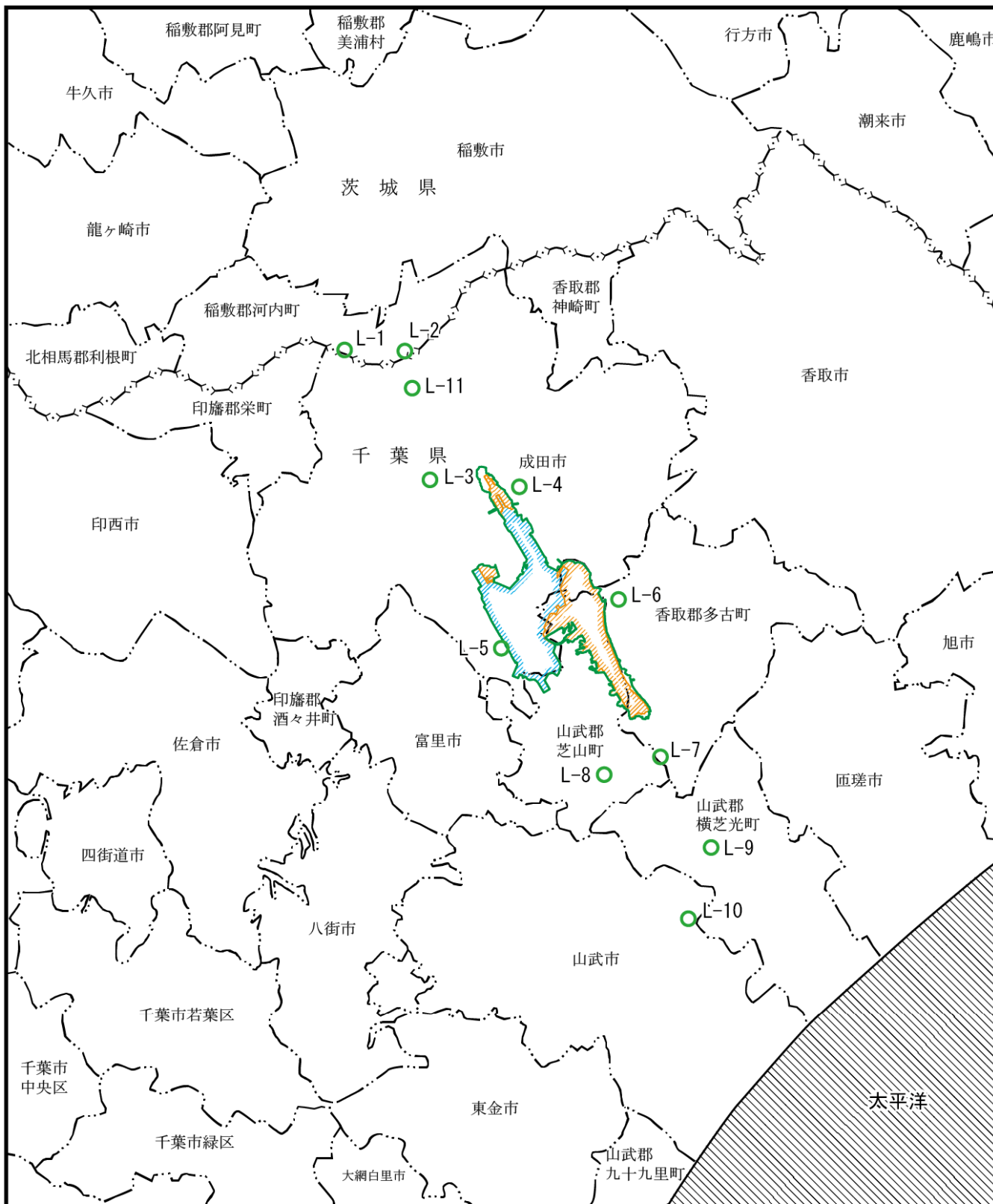


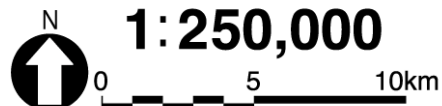
図10.4.1-1 低周波音調査(航空機の運航)調査地点位置図

凡 例

- 空港区域
- 新たに空港となる区域
- 対象事業実施区域
- 県 界
- 市町村界

低周波音調査地点(11地点)

※空港区域には、今後拡張を予定している区域も含む。



4) 調査結果

ア. 低周波音の状況

(ア) 文献その他の資料調査

N A Aでは、航空機の運航に伴う低周波音（1～80Hzの音波）の影響を把握するため、2002年（平成14年）に調査を行っている。

超低周波音（低周波音のうち1～20Hzの音波）の感覚及び睡眠への影響に関しては、すべての地点で平均的な人が知覚できるとされるG特性音圧レベル100dBを下回っていた。

低周波音による圧迫感・振動感に関しては、約50%の人が圧迫感・振動感を感じるとされる値との比較を行った結果、屋外、屋内とも多くの地点で下回っていた。また、屋外の数例について科学的知見の値を上回る地点もあったが、一般の市街地や乗り物の車内でも観測されている範囲内であった。

低周波音の建具等のがたつきに関する影響については、建具のがたつき閾値との比較を行った結果、一部の測定点屋外で観測された調査結果の中に、建具のがたつき閾値を上回るものがあった。

調査結果の詳細は「第7章 対象事業実施区域及びその周囲の概況 7.1 自然的状況 7.1.1 気象、大気質、騒音、振動その他の大気に係る環境の状況 (4) 低周波音」に示すとおりである。

(イ) 現地調査

ア) 調査期間の運航状況

調査期間中の運航数は表 10.4.1-4 に示すとおり、2 日間累計で、夏季は 1,378 回（L-1～L-10）（離陸機 687 回、着陸機 691 回）、1,354 回（L-11）（離陸機 668 回、着陸機 686 回）であった。冬季は 1,350 回（離陸機 667 回、着陸機 683 回）であった。調査期間中の滑走路の運用は、2 日間累計で、夏季（L-1～L-10）は南風運用が 1,378 回、北風運用が 0 回、（L-11）は南風運用が 1,162 回、北風運用が 192 回であった。冬季は南風運用が 223 回、北風運用が 1,127 回であった。

表 10.4.1-4(1) 現地調査期間中の航空機運航数（2 日間累計）

単位：回

調査時期	運用 滑走路	南風運用			北風運用			全体		
		離陸	着陸	合計	離陸	着陸	合計	離陸	着陸	合計
夏季調査 (L-1～L-10)	A 滑走路	598	270	868	0	0	0	598	270	868
	B 滑走路	89	421	510	0	0	0	89	421	510
	合計	687	691	1,378	0	0	0	687	691	1,378
夏季調査 (L-11)	A 滑走路	451	258	709	121	7	128	572	265	837
	B 滑走路	93	360	453	3	61	64	96	421	517
	合計	544	618	1,162	124	68	192	668	686	1,354

※ 夏季調査(L-11)は、追加調査地点の L-11(西大須賀)のみにおける追加調査である。

表 10.4.1-4(2) 現地調査期間中の航空機運航数（2 日間累計）

単位：回

調査時期	運用 滑走路	南風運用			北風運用			全体		
		離陸	着陸	合計	離陸	着陸	合計	離陸	着陸	合計
冬季調査 (L-1～L-11)	A 滑走路	116	26	142	454	193	647	570	219	789
	B 滑走路	22	59	81	75	405	480	97	464	561
	合計	138	85	223	529	598	1,127	667	683	1,350

1)低周波音の状況

年間(夏季・冬季)の調査結果は表 10.4.1-5 及び図 10.4.1-2 に示すとおりである。

G 特性音圧レベルはエネルギー平均値で 73.2dB~85.6dB であった。

A 特性音圧レベルはエネルギー平均値で 63.1dB~76.7dB であった。

また、平坦特性の 1/3 オクターブバンド中心周波数 (1~80Hz)の分析結果では、おおよそ周波数が高くなるにつれ音圧レベルも大きくなっており、40Hz~80Hz で最大となっている。

調査結果の詳細は、参考資料に示すとおりである (参考資料 2.4.1-1~2.4.1-51 ページ参照)。

表 10.4.1-5 航空機による低周波音調査結果 (年間 (夏季・冬季))

単位:dB

調査地点	周波数補正特性		1/3 オクターブバンド中心周波数 (Hz)																			
	G特性	A特性	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
L-1(田川)	82.3	70.0	59.9	59.6	59.4	59.9	59.3	59.4	59.3	60.9	61.7	63.0	64.9	67.2	70.2	70.5	71.0	71.7	72.0	71.5	70.9	70.4
L-2(金江津)	81.4	72.0	60.7	60.8	59.5	59.5	59.9	60.2	61.8	62.9	64.3	65.5	67.5	68.4	68.9	69.8	69.5	69.4	69.8	69.9	70.3	71.6
L-3(西和泉)	85.6	75.6	62.4	62.0	61.2	61.9	62.1	62.8	64.1	64.9	65.6	67.2	68.4	71.0	72.8	74.0	75.2	75.8	76.3	76.2	76.0	76.3
L-4(大室)	80.5	70.0	52.7	52.6	52.5	53.6	53.1	54.2	56.4	57.7	58.6	60.9	63.0	65.4	67.7	69.4	69.9	69.9	70.5	70.9	71.9	71.7
L-5(本三里塚)	81.8	73.2	56.8	56.5	56.6	57.0	57.9	59.6	61.4	62.2	63.4	64.4	67.1	69.1	68.2	70.8	70.6	72.1	73.1	73.8	73.2	73.3
L-6(飯笹)	73.2	63.1	49.8	48.4	48.3	48.1	48.9	49.4	51.0	51.1	52.7	53.4	54.9	57.3	59.3	62.0	64.6	65.8	65.8	66.9	66.9	67.5
L-7(水戸)	80.3	72.2	59.7	60.3	59.6	61.2	61.7	62.0	63.4	64.2	64.9	65.9	66.5	67.3	68.1	68.3	68.3	68.4	68.7	69.2	69.6	71.3
L-8(小池)	85.0	76.7	63.9	62.6	62.5	61.3	62.4	63.4	65.2	65.2	66.6	68.2	70.4	71.8	72.2	73.0	75.9	78.7	78.3	78.4	78.9	
L-9(於兼)	76.4	69.8	58.0	58.1	57.2	57.9	59.0	59.1	58.5	59.3	59.6	60.3	61.8	62.8	63.8	64.5	65.8	66.1	65.8	66.0	69.0	69.2
L-10(猿尾)	80.6	70.5	57.2	57.7	58.3	58.7	59.0	58.8	58.5	60.7	61.0	62.5	64.1	66.1	67.7	69.0	70.0	71.2	71.7	72.0	71.3	69.2
L-11(西大須賀)	82.5	74.2	57.7	58.5	59.4	60.4	62.3	63.6	63.9	64.6	66.8	68.5	69.4	69.7	71.1	70.2	70.7	70.9	70.5	71.3	71.0	72.3

- ※1 G 特性音圧レベルの最大値のエネルギー平均値
- ※2 A 特性音圧レベルの最大値のエネルギー平均値
- ※3 1/3 オクターブバンドごとの最大値のエネルギー平均値

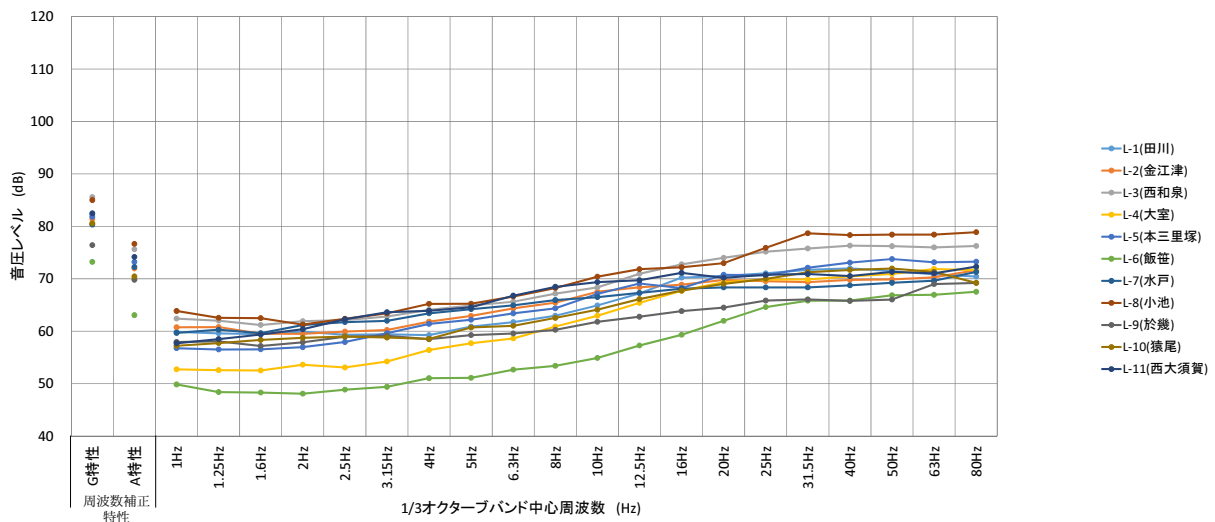


図 10.4.1-2 航空機による低周波音調査結果 (年間 (夏季・冬季))

(2) 予測

1) 予測事項

航空機の運航による低周波音の影響要因と予測項目については、表 10.4.1-6 に示すとおりである。

表 10.4.1-6 影響要因と予測項目

項目	影響要因	予測項目
土地又は工作物の存在及び供用	航空機の運航	航空機の運航による低周波音の音圧レベル

2) 予測概要

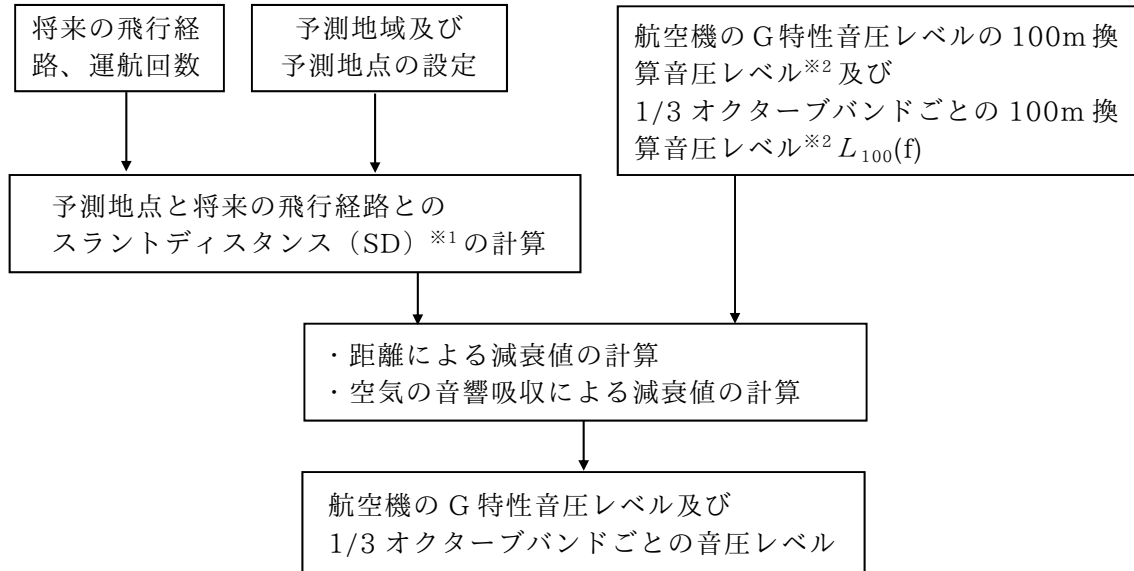
航空機の運航による低周波音の予測概要は、表 10.4.1-7 に示すとおりである。

表 10.4.1-7 予測の概要

予測の概要	
予測項目	航空機の運航による低周波音の音圧レベル
予測手法	低周波音基礎調査結果及び騒音の伝搬理論にもとづく予測計算式による方法とした。なお予測結果は、現況（「低周波音の状況」の調査結果）と比較できるように整理するものとした。
予測地域・地点	予測地域は航空機の運航による低周波音の影響を受けるおそれがある地域とし、調査地域と同じとした。 予測地点は現地調査地点とした。
予測対象時期等	航空機の発着回数が 50 万回に達した時点とした。

3) 予測方法

航空機の運航による低周波音の予測手順は、図 10.4.1-3 に示すとおりである。



※1 「スラントディスタンス (SD)」とは、飛行経路と予測地点との最短距離（斜距離）である。

※2 「100m 換算音圧レベル」とは、飛行経路からの距離が 100m の地点を基準点と設定し、その基準点における低周波音の音圧レベルとして設定したものである。

図 10.4.1-3 予測フロー

7. 予測式

予測式は以下の式を用いた。

$$L(f) = 10 \log_{10} \left\{ \left(\sum_{i=1}^N (10^{\frac{L(f_i)}{10}} \cdot Ni) / N \right) \right\}$$

ここで、

$L(f)$: G 特性音圧レベルの予測値(dB)又は平坦特性の 1/3 オクターブバンドごとの音圧レベルの予測値(dB)

$L(f_i)$: 機種 i の滑走路別・運用方向別・離着陸別の G 特性音圧レベルの予測値(dB)又は平坦特性の 1/3 オクターブバンドごとの音圧レベルの予測値(dB)

Ni : 機種 i の滑走路別・運用方向別・離着陸別の飛行回数 (回/日)

N : 飛行回数 (回/日) の合計

$$L(f_i) = L_{100}(f) - 20 \log_{10}(SD/100) - \alpha(f) \cdot (SD - 100) / 100$$

ここで、

$L_{100}(f)$: 低周波音基礎データ調査結果より算出した、G 特性音圧レベルの 100m 換算音圧レベル(dB)又は平坦特性の中心周波数 f の 1/3 オクターブバンドごとの 100m 換算音圧レベル(dB)

SD : 飛行経路と予測地点間のスラントディスタンス(m)

$\alpha(f)$: 中心周波数 f に対する空気の音響吸収による減衰値(dB/100m)
本予測では、標準状態の気温・湿度と設定したため、空気の音響吸収による減衰値を 0dB とした。

1. 予測条件

(7) 気象条件

気象条件は 1 気圧、気温 ISA(国際標準大気で地上の気温 25℃)、湿度 70%、無風、温度勾配・風速勾配は無しとした。

(1) 低周波音基礎データ調査

予測式を検討するために必要な低周波音の基礎データを収集するために、飛行経路下で実施した低周波音の調査結果を使用して、G 特性音圧レベルの 100m 換算音圧レベル及び平坦特性の中心周波数 f の 1/3 オクターブバンドごとの 100m 換算音圧レベルを機種ごとに作成したものは、参考資料に示すとおりである (参考資料 2.4.2-1～2.4.2-14 ページ参照)。

(ウ) スラントディスタンス(SD)の設定

飛行経路から予測地点までの最短距離（斜距離）（スラントディスタンス）は、機種別・離着陸別に、飛行高度、予測地点の位置から設定した。

航空機の飛行高度は、「10.3.4.航空機の運航による航空機騒音」と同様の高度プロファイルを使用した。

離陸機は、行先によって離陸重量が異なるため、仮想ダイヤにおける行先を離陸重量に換算した結果（NAA データ）からそれぞれに応じたプロファイルを選定し、スラントディスタンスを算出した。

着陸機は、各滑走路における滑走路上のタッチダウンポイントから予測地点までの距離と着陸降下角度を3度として飛行高度を設定し、スラントディスタンスを算出した。

(I) 滑走路別運航回数

発着回数 50 万回時における運航回数は、表 10.4.1-8 に示すとおり、滑走路別（A・B・C）、離着陸別に設定した。

表 10.4.1-8 発着回数 50 万回時の運航回数

滑走路	離着陸区分	運航回数	備考
A 滑走路	離陸	229.00 回/日	
	着陸	228.00 回/日	
	合計	457.00 回/日	
B 滑走路	離陸	251.35 回/日	北側への離着陸のみ
	着陸	205.65 回/日	
	合計	457.00 回/日	
C 滑走路	離陸	205.65 回/日	南側への離着陸のみ
	着陸	251.35 回/日	
	合計	457.00 回/日	
合計		1,371.00 回/日	

4) 予測結果

航空機の運航に伴う低周波音予測結果は、表 10.4.1-9 及び図 10.4.1-4 に示すとおりである。

G 特性音圧レベルの予測結果の最小値は L-1(田川)の 78.4dB であり、最大値は L-5(本三里塚)の 85.8dB である。

平坦特性の 1/3 オクターブバンド中心周波数 (1~80Hz)の予測結果は、ほとんどすべての地点で周波数 40Hz の音圧レベルが最大である。

また、現地調査結果と予測結果の G 特性を比較したものは表 10.4.1-10 に示すとおり、主に滑走路に近い地点及び飛行ルート付近の 5 地点で音圧レベルの上昇がみられるが、その他の 6 地点では低下している。

表 10.4.1-9 予測結果 (航空機の運航に伴う低周波音 (発着回数 50 万回時))

単位:dB

予測地点	周波数補正特性	1/3 オクターブバンド中心周波数(Hz)																			
	G 特性	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
L-1(田川)	78.4	44.0	45.3	46.5	46.7	48.3	50.0	52.2	54.1	56.1	58.5	59.7	61.9	65.0	66.3	66.1	66.6	66.9	66.6	65.9	66.0
L-2(金江津)	81.2	48.5	49.7	50.8	51.0	52.9	54.8	57.0	58.4	60.6	62.6	63.4	65.1	67.7	69.0	68.8	69.2	69.6	69.4	68.7	69.0
L-3(西和泉)	81.2	46.6	47.9	49.0	49.2	50.8	52.6	54.7	56.7	58.6	61.1	62.4	64.7	67.8	69.1	68.9	69.4	69.7	69.4	68.7	68.8
L-4(大室)	80.4	49.1	48.3	47.8	47.9	46.2	48.2	49.2	52.4	55.1	57.6	60.4	63.1	66.6	68.5	68.6	69.1	69.3	69.1	68.9	68.6
L-5(本三里塚)	85.8	55.0	55.8	55.7	55.9	54.3	55.6	57.2	60.5	62.9	65.7	68.8	71.2	74.0	76.0	75.9	76.2	76.2	76.2	75.9	75.6
L-6(飯笹)	78.7	47.3	46.5	46.0	46.0	43.7	44.9	46.3	49.7	52.1	55.2	58.4	61.2	64.7	66.8	66.9	67.5	67.6	67.4	67.1	66.8
L-7(水戸)	82.5	48.3	49.2	50.1	50.3	51.8	53.8	55.9	57.7	59.9	62.2	63.6	65.9	69.0	70.4	70.3	70.8	71.0	70.8	70.2	70.2
L-8(小池)	82.7	49.9	51.6	53.0	53.2	55.1	56.6	58.8	60.5	62.4	64.5	65.2	66.6	69.4	70.5	70.1	70.7	71.3	71.1	70.2	70.6
L-9(於幾)	79.2	45.8	46.9	47.9	48.1	49.8	51.7	53.9	55.5	57.7	59.8	60.8	62.9	65.7	67.1	67.0	67.4	67.7	67.5	66.8	66.9
L-10(猿尾)	78.5	45.2	46.8	48.2	48.3	50.2	51.7	53.9	55.7	57.6	59.8	60.6	62.3	65.1	66.3	66.0	66.6	67.0	66.8	66.0	66.3
L-11(西大須賀)	82.8	50.6	52.0	53.1	53.4	55.3	57.2	59.5	60.8	63.0	64.9	65.5	67.0	69.4	70.6	70.3	70.6	71.1	71.0	70.2	70.6

※ G 特性音圧レベルの最大値のエネルギー平均値

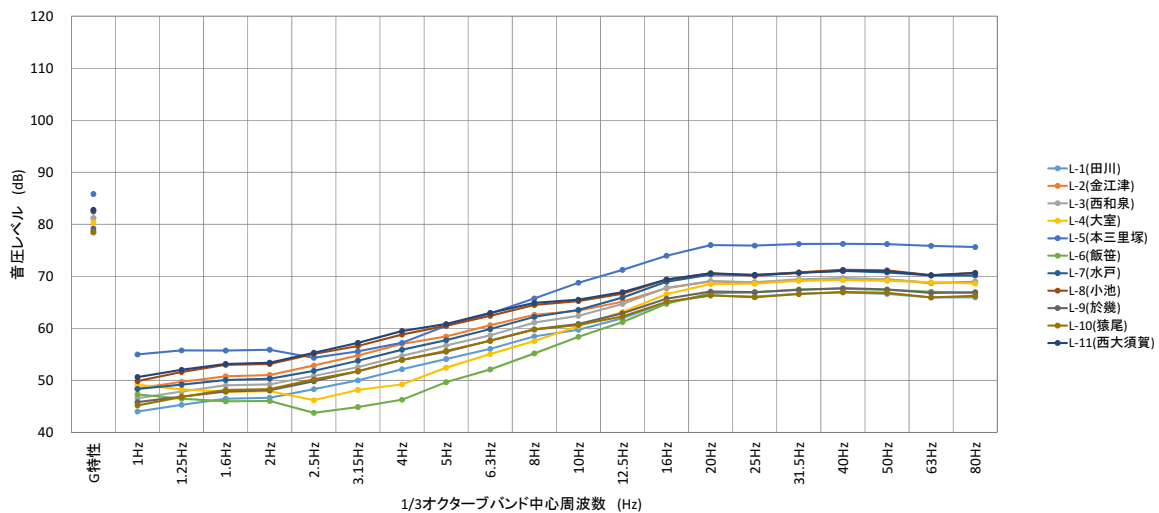


図 10.4.1-4 予測結果 (航空機の運航に伴う低周波音)

表 10.4.1-10 低周波音現況（2016 年度）と将来（発着回数 50 万回時）の比較
（G特性）

単位：dB

地点名	現況 (年間(夏季・冬季))	将来 (発着回数 50 万回時)	差 (将来－現況)
L-1(田川)	82.3	78.4	－3.9
L-2(金江津)	81.4	81.2	－0.2
L-3(西和泉)	85.6	81.2	－4.4
L-4(大室)	80.5	80.4	－0.1
L-5(本三里塚)	81.8	85.8	+4.0
L-6(飯笹)	73.2	78.7	+5.5
L-7(水戸)	80.3	82.5	+2.2
L-8(小池)	85.0	82.7	－2.3
L-9(於幾)	76.4	79.2	+2.8
L-10(猿尾)	80.6	78.5	－2.1
L-11(西大須賀)	82.5	82.8	+0.3

(3) 環境保全措置

1) 環境保全措置の検討の状況

予測の結果を踏まえ環境影響をできる限り回避又は低減することを目的として、表 10.4.1-11 に示すとおり、環境保全措置の検討を行った。

表 10.4.1-11 環境保全措置の検討状況

環境保全措置の種類	環境保全措置の内容
低騒音型航空機の導入促進	成田航空機騒音インデックス別国際線着陸料金制度の継続により、新型機材等の低騒音型航空機の導入を促進する。
騒音軽減運航方式の継続	騒音軽減運航方式である、離陸時の急上昇方式、着陸時のディレイド・フラップ進入方式及び低フラップ角着陸方式を、将来においても継続して採り入れる。
建物のがたつき防止対策の検討	防音工事実施済み住宅において、航空機の離発着に伴い「障子・襖」が振動（がたつき）する現象に対し、その現象の軽減のため、過去に住宅のがたつき防止等への助成を行ったことがあるが、申請が1件もなかったことからその制度が取り止めになった経緯がある。今後の状況に応じ、再度その対策等が取れるか関係者を交えて検討する。

2) 検討結果の整理

検討の結果、実施することとした環境保全措置及び環境保全措置を実施した場合に期待される効果は、表 10.4.1-12 に示すとおりである。なお、これらについては定量化が困難であるが、航空機の運航による低周波音の影響をより低減するための環境保全措置として適切であると考え、採用する。

実施することとした環境保全措置の詳細は、「第 11 章 環境保全措置 11.4.低周波音」に示すとおりである。

表 10.4.1-12 環境保全措置の検討結果

環境保全措置の種類	環境保全措置の内容	期待される効果
低騒音型航空機の導入促進	成田航空機騒音インデックス別国際線着陸料金制度の継続により、新型機材等の低騒音型航空機の導入を促進する。	低騒音型航空機の導入が進むことによって、発生源対策として低周波音の低減が見込まれる。
騒音軽減運航方式の継続	騒音軽減運航方式である、離陸時の急上昇方式、着陸時のディレイド・フラップ進入方式及び低フラップ角着陸方式を、将来においても継続して採り入れる。	騒音軽減運航方式の継続により、発生源対策として低周波音の低減が見込まれる。
建物のがたつき防止対策の検討	防音工事実施済み住宅において、航空機の離発着に伴い「障子・襖」が振動（がたつき）する現象に対し、その現象の軽減のため、過去に住宅のがたつき防止等への助成を行ったことがあるが、申請が1件もなかったことからその制度が取り止めになった経緯がある。今後の状況に応じ、再度その対策等が取れるか関係者を交えて検討する。	航空機の離発着に伴い「障子・襖」が振動（がたつき）する現象に対し、その現象の軽減が見込まれる。

(4) 事後調査

採用した予測手法は定量的な予測であり、予測の不確実性の程度は小さい。また、予測結果は後述する科学的知見の値を下回っている。よって、事後調査は行わないものとした。

(5) 評価

1) 回避又は低減に係る評価

評価は、航空機の運航による低周波音に関する環境影響が、事業者により実行可能な範囲内でできる限り回避され、又は低減されているか、事業者の見解を明らかにすることにより行った。

本事業は、計画段階環境配慮制度にもとづき、位置等の複数案の検討段階から、良好な生活環境を保持するため、できる限り市街地・集落を避けた計画としている。また、飛行コースは、騒音影響範囲の拡大を最小限にすることから、将来においても変更がないものとしている。

予測の結果、表 10.4.1-13 及び図 10.4.1-5 に示すとおり、種々の低周波音の影響に関する調査研究にもとづく生理的影響、心理的影響及び物理的影響に係る科学的知見の値に照らし、すべての予測地点でこれら科学的知見の値を下回っている。

さらに、環境影響をより低減するための環境保全措置として、低騒音型航空機の導入促進、騒音軽減運航方式の継続、建物のがたつき防止対策の検討を実施し、現況調査結果から著しく環境を悪化させないよう努めることとしている。

以上のことから、環境影響は事業者の実行可能な範囲内で、できる限り回避又は低減が図られていると評価する。

表 10.4.1-13 航空機の運航に伴う低周波音評価結果（発着回数 50 万回時）

単位:dB

予測地点	周波数補正特性	1/3 オクターブバンド中心周波数(Hz)																			
	G 特性	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
L-1(田川)	78.4	44.0	45.3	46.5	46.7	48.3	50.0	52.2	54.1	56.1	58.5	59.7	61.9	65.0	66.3	66.1	66.6	66.9	66.6	65.9	66.0
L-2(金江津)	81.2	48.5	49.7	50.8	51.0	52.9	54.8	57.0	58.4	60.6	62.6	63.4	65.1	67.7	69.0	68.8	69.2	69.6	69.4	68.7	69.0
L-3(西和泉)	81.2	46.6	47.9	49.0	49.2	50.8	52.6	54.7	56.7	58.6	61.1	62.4	64.7	67.8	69.1	68.9	69.4	69.7	69.4	68.7	68.8
L-4(大室)	80.4	49.1	48.3	47.8	47.9	46.2	48.2	49.2	52.4	55.1	57.6	60.4	63.1	66.6	68.5	68.6	69.1	69.3	69.1	68.9	68.6
L-5(本三里塚)	85.8	55.0	55.8	55.7	55.9	54.3	55.6	57.2	60.5	62.9	65.7	68.8	71.2	74.0	76.0	75.9	76.2	76.2	75.9	75.6	75.6
L-6(飯笹)	78.7	47.3	46.5	46.0	46.0	43.7	44.9	46.3	49.7	52.1	55.2	58.4	61.2	64.7	66.8	66.9	67.5	67.6	67.4	67.1	66.8
L-7(水戸)	82.5	48.3	49.2	50.1	50.3	51.8	53.8	55.9	57.7	59.9	62.2	63.6	65.9	69.0	70.4	70.3	70.8	71.0	70.8	70.2	70.2
L-8(小池)	82.7	49.9	51.6	53.0	53.2	55.1	56.6	58.8	60.5	62.4	64.5	65.2	66.6	69.4	70.5	70.1	70.7	71.3	71.1	70.2	70.6
L-9(於幾)	79.2	45.8	46.9	47.9	48.1	49.8	51.7	53.9	55.5	57.7	59.8	60.8	62.9	65.7	67.1	67.0	67.4	67.7	67.5	66.8	66.9
L-10(猿尾)	78.5	45.2	46.8	48.2	48.3	50.2	51.7	53.9	55.7	57.6	59.8	60.6	62.3	65.1	66.3	66.0	66.6	67.0	66.8	66.0	66.3
L-11(西大須賀)	82.8	50.6	52.0	53.1	53.4	55.3	57.2	59.5	60.8	63.0	64.9	65.5	67.0	69.4	70.6	70.3	70.6	71.1	71.0	70.2	70.6
科学的知見(生理的影響)	100																				
科学的知見(心理的影響)									115	111	108	105	101	97	93	88	83	78	78	80	84
科学的知見(物理的影響)									70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99		

※ G 特性音圧レベルの最大値のエネルギー平均値

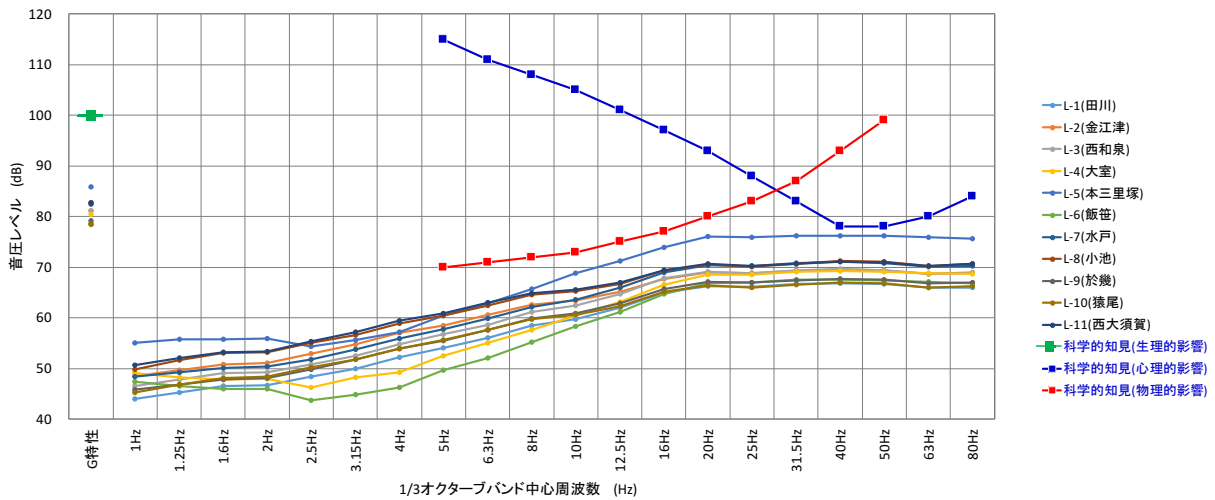


図 10.4.1-5 航空機の運航に伴う低周波音評価結果

7. 低周波音に係る科学的知見について

低周波音に係る科学的知見の値は、表 10.4.1-14 に示すとおりとした。

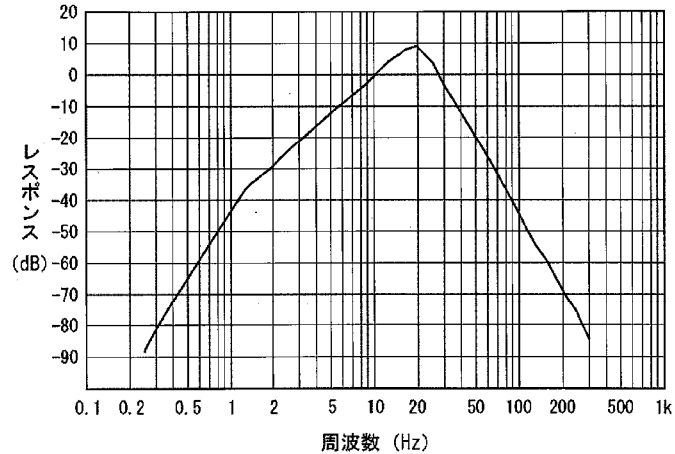
表 10.4.1-14 低周波音に係る科学的知見

影響項目	科学的知見
生理的影響	表 10.4.1-15 に示す G 特性音圧レベルで 100dB
心理的影響	図 10.4.1-7 に示す圧迫感・振動感の値
物理的影響	図 10.4.1-8 に示す建具のがたつきの値

ア)生理的影響（睡眠影響）

ISO7196 で、1～20Hz の低周波音の人体感覚を評価するための周波数補正を規定している。これは、可聴音における聴感補正特性である A 特性に相当するものであり周波数特性は 10Hz を 0dB としている。

G 特性周波数レスポンスは図 10.4.1-6 に示すとおりである。



資料：「ISO 7196 : Acoustics-Frequency weighting characteristic for infrasound measurements,1995」

図 10.4.1-6 ISO 7196 に規定された周波数補正特性

「超低音（聞こえない音）」（1994年 中野有朋）によると、低周波音の生理的影響として睡眠影響が示されている。睡眠影響は脳波を指標として、低周波音の暴露が睡眠状態にどのような変化を及ぼすかを、睡眠深度 I、II、III、REM の4段階の状態調べた実験結果は表 10.4.1-15 に示すとおり、覚醒傾向(覚醒や睡眠深度の浅度化)がみられるのは、10Hz で 100dB、20Hz で 95dB あたりからとされている。これを G 特性音圧レベルに換算すると、各々100dB、104dB となることから、G 特性音圧レベル 100dB が影響の出始める目安と考えることができる。

表 10.4.1-15 超低周波音の睡眠に及ぼす影響 (G 特性)

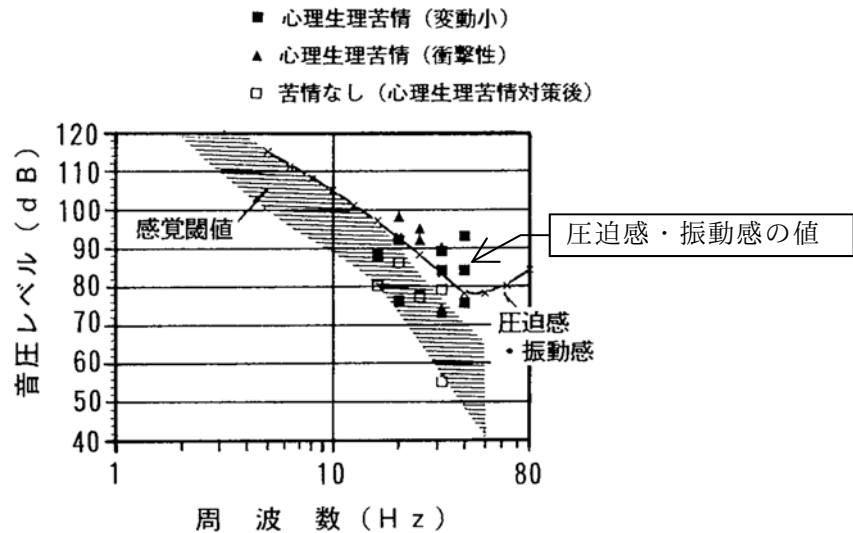
睡眠深度	I	II	III	REM [※]
10Hz	100dB 以上になると影響が出始める(105dB で 100%目覚める)	同左 I の場合より影響は少ない	同左 II の場合より影響は少ない	104dB でわずかに目覚める
20Hz	95dB 以上になると影響が出始める	同左 I の場合より影響は少ない	同左 II の場合より影響は少ない	95dB では影響なし

※ REM (レム) 睡眠とは体は休息を取っているが、脳波は覚醒時に近い状態にある睡眠。また睡眠深度はそれぞれ、I は脳が休息を取っている状態で入眠直後の浅い眠り、II は同じく脳が休息を取っている状態で睡眠へ入る過渡状態、及びIIIは脳が休息を取っている状態で熟睡の状態。

資料：「超低音（聞こえない音）」（1994年 中野有朋）

イ) 心理的影響 (圧迫感や振動感による不快感)

「騒音制御 Vol.23 No5」(平成 11 年 10 月 (社)日本騒音制御工学会)によると、低周波音の心理的影響として、圧迫感、振動感に係るよう発生しているのが特徴的であるとされている。図 10.4.1-7 は低周波音の感覚実験結果であり、その実験結果によると、特に 30Hz~50Hz 付近で感じられることが示されている。

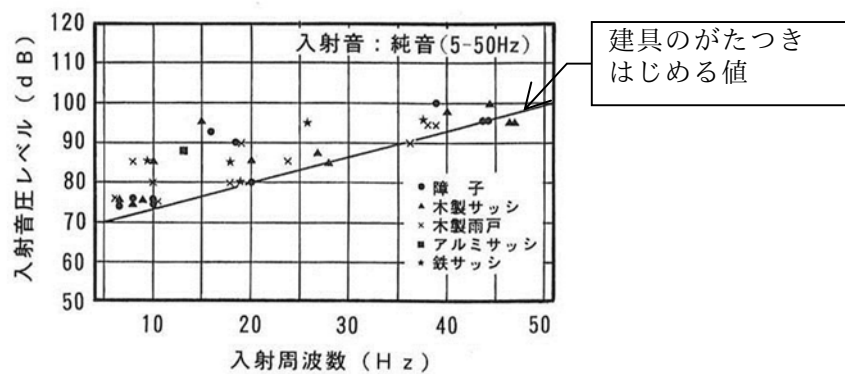


資料：「騒音制御 Vol.23 No5」（平成 11 年 10 月 （社）日本騒音制御工学会）

図 10.4.1-7 心理・生理的苦情

カ)物理的影響（建具のがたつき音や建物の振動等の物的苦情）

「騒音制御 Vol.23 No5」（平成 11 年 10 月 （社）日本騒音制御工学会）によると、低周波音の物理的影響としては、おもに建具や置物等の揺れや振動及びこれらから発生する二次的騒音などとされている。図 10.4.1-8 は建具のがたつきに関する実験結果であり、建具のがたつきはじめる値が示されている。



資料：「騒音制御 Vol.23 No5」（平成 11 年 10 月 （社）日本騒音制御工学会）

図 10.4.1-8 建具のがたつきはじめる値