

低周波音問題対応のための「手引」

1. 低周波音苦情対応の進め方

本手引は、固定発生源^{*}から発生する低周波音について苦情が発生した場合に、苦情内容の把握・測定を行い、低周波音問題対応のための「評価指針」（以下評価指針とする。）に基づき評価することにより、低周波音問題の解決に至る道筋を示すものである。

^{*}固定発生源：ある時間連続的に低周波音を発生する固定された音源に適用する。交通機関等の移動音源や発破・爆発等からの低周波音苦情には適用しない。

2. 申し立て内容の把握

低周波音が原因と思われる申し立てが発生した場合の最も重要な点は、苦情申立者(以下苦情者とする。)の申し立て内容を的確に把握することである。特に、電話で受け付けた際は内容を丁寧に聞き取ることが重要である。

聞き取り調査のチェックリスト

受付対応

- ・対応者：
- ・対応日：
- ・対応方法：電話・面談
- ・苦情者：氏名、連絡先など
- ・住所：
- ・人数：単数・複数

申し立て内容

- ・発生所在地：
- ・場所：屋外・屋内（居間・寝室など）
- ・家屋の状況：一戸建て（2階建て、平屋など）、集合住宅（居住階数）
- ・被害状況：建具等のがたつき、圧迫感や振動感や違和感などの不快感
音は聞こえるか（感じるか）、地盤振動はあるか
- ・建具等のがたつきがある場合：特定の建具ががたつく、家中の建具ががたつく
- ・音が聞こえる場合：どんな音か
- ・窓を開けると：楽になる、苦しくなる
音が聞こえる（感じる）、聞こえない（感じない）
- ・窓を閉めると：楽になる、苦しくなる
音が聞こえる（感じる）、聞こえない（感じない）
- ・家屋内の部屋毎の感じ方の差：音を感じる部屋・感じない部屋があるか
- ・部屋の中の強く感じる場所：壁際、中央、床、その他（定在波の存在の確認）
- ・時間帯：昼（午前、午後、夕刻）、夜、睡眠時、一日中、その他
風の強い日、雨の日等
- ・継続時間等：連続的である、短時間の現象である、常に変化している（何分間隔）
- ・時間的経過：いつ頃から（何年前、何ヶ月前から、何かの出来事の時から）
- ・本人の申し立てる発生源：
- ・特記事項：その他の申し立て

【注意】低周波音問題は個人差が大きく、苦情の申し立てが周辺で1軒、家族で一人のみという場合もあり、苦情者が精神的に孤立している場合も多い。担当者はその点を充分配慮して対応することが極めて重要である。

窓の開閉に関する項目は、低周波音とその他の騒音成分の影響を調べるものである。一般的に窓を開けている場合は、屋外からの騒音成分により低周波音が隠れて聞こえなく(感じなく)なることがある。一方、窓を閉めた場合には、騒音成分のみが遮音され低周波音が際立って聞こえる(感じる)ことがある。

また、低周波音の波長と部屋の寸法との関係によっては定在波*が発生しやすく、同じ部屋の中でも場所によって感じ方が異なることがある。そのため、どの場所が最も強く感じるかを聞き取る必要がある。

*定在波：部屋の中で、壁と壁の間の距離と音の波長の半分が一致すると、音の干渉により室内で音の分布が一定となり、壁際の音圧が大きく部屋の中央の音圧が小さくなる現象が発生する。この状態の音波を定在波という。周波数が高く波長が短いと、壁際と部屋の中央の音圧が大きくなることもある。

3 . 現場の確認

低周波音の苦情対応においては、電話による聞き取り調査だけでは限界があるので、調査員が現場に行き周囲の状況把握及び発生源の推定を行う。発生源を推定する方法として、発生源と思われる施設の現状調査、施設の稼働時間帯と申し立て内容の時間帯との対応、調査員による耳、又は感覚によるものがある。また、この段階で事前に簡易測定を行ってもよい。

発生源が推定・確認できる場合は、測定の計画も立てやすく、苦情者の申し立て内容をよりの確に理解しやすくなる。

現場調査のためのチェックリスト

以下は電話での聞き取り時に聞いてもよい。ただし、その場合も現場での確認は必要。

- ・ 住居状況等：住居の間取りなど
- ・ 苦情者宅周辺の状況：
 - 苦情者宅と、周辺の工場・事業場、店舗、民家などとの位置関係など
 - 周辺の工場・事業場に設置されている施設と稼働状況など
 - 周辺のその他の施設（苦情者宅周辺の民家・建物・店舗などに設置されている施設、苦情者宅で使用している設備機器と稼働状況）など
 - 周辺の道路、鉄道等の状況など
 - 都市計画法の用途地域、騒音規制法の指定地域など
 - その他特記事項など

発生源確認のためのチェックリスト

- ・ 発生源と推定される工場等に設置されている施設の名称：
- ・ 発生源と推定される施設と苦情内容の関係：
 - 施設の稼働時間帯、稼働状況、季節の変動など
 - 苦情申し立てのある時間帯、季節の変動など
- ・ 苦情者宅の部屋ごとの苦情の状況：
- ・ 近隣関係：苦情についての話し合いの状況、予告無し設備機器の変更など
- ・ 周辺地域の過去の苦情発生状況と行政指導の有無：

調査員の所感の記録

- ・ がたつきの有無、不快な感覚の有無、音が聞こえるか（感じるか）、部屋ごとの状況、屋外の音の状況など、苦情者の申し立て内容と調査員の把握した内容の照合の記録

発生源の推定・確認が出来た場合

- ・施設、設備機器等の種類と仕様、数と稼働状況：
- ・施設、設備機器等の全体的な配置図及び設置年月・能力台数変更の有無：
- ・施設、構造物、設備機器等の改築・改修の有無：
- ・過去の行政対応：
- ・環境管理の取り組みの状況：
- ・公害防止管理者等の有無：
- ・自主的な技術的対応が可能か（測定、対策など）：

発生源の推定・確認ができない場合

- ・申し立て内容の再確認：

【注意】工場など大型の施設が稼働している場合は低周波音が発生する可能性は当然高いが、あまり先入観を持ちすぎること危険である。また、暗騒音が小さい静かな地域では小型の施設であっても苦情の対象となる可能性がある。

聞き取り調査及び現場の確認作業から、発生源の推定・確認ができた場合には、発生源者に対して自主的な対応を行政指導の範囲で求め、測定の必要性や誠意ある住民対応などについて協議を行うとともに、測定方法、評価方法、対策などの技術的な情報の提供を行う。

次章に示す測定を適切に実施するために、測定のための電源確保や測定場所の調査も併せて行っておくことが望ましい。

4. 測定

4.1 測定計画の立案

低周波音の測定に際しては、発生源と申し立て内容の対応関係を把握し、問題解決をするための的確な測定計画の立案が重要となってくる。具体的には、申し立て内容に対応した測定項目、測定場所、測定時間帯の選定や、測定体制などについて検討する必要がある。

測定計画のためのチェックリスト

- ・測定項目：
 - 低周波音の1/3オクターブ周波数分析、G特性音圧レベル
 - 騒音レベル、振動レベル
 - 風向、風速
- ・測定日：
 - 1日、数日間
 - 連続測定、一定時間間隔
- ・測定時間帯：
 - 朝、昼間、夕方、夜間、深夜・早朝
- ・測定場所：
 - 発生源近傍、敷地境界、苦情者宅屋外、屋内（窓の開閉）
 - 苦情が発生した場所、音を感じる場所・感じない場所（対比の意味で）
- ・測定体制：
 - 測定者人数、配置、測定系列及び測定機器など
- ・測定実施計画書の作成：
 - 測定目的、測定方法、評価の基準、結果の整理と提示方法など
- ・苦情者への説明方法：
- ・発生源者への指導方法：具体的対策の提示方法
- ・発生源者への協力依頼：
 - 測定上の協力（場所、電源など）
 - 施設の種類、能力、台数及び稼働状況の情報提供の依頼
- ・苦情者への協力依頼：
 - 測定上の協力（場所、電源など）、音圧レベルと申し立て内容との対応関係の確認
- ・その他：類似事例の収集

【注意】発生源（施設等）が推定・確認されており、その施設の稼働・停止を行える場合は、苦情者に運転状況を知らせずに施設を稼働・停止させ、運転状況と苦情者の反応との対応関係を確

認する。その際、発生源側にも苦情者の関係者を立ち合わせ、施設等の稼働状況を調査員とともに確認することが望ましい。

また、発生源を停止することが不可能な場合や発生源が推定・確認されない場合は、苦情者が被害感を申し立てる時間帯・場所を聞き取り、必要に応じて、連続測定を行うことも検討する。

苦情者からの申し出がある場合は、必要に応じて、発生源側には知らせずに苦情者側のみの測定を行うことも検討する。この場合は測定後に、発生源側の施設等の稼働状況を把握するよう努める。

推定される発生源（施設等）の稼働・停止を行える場合

- ・推定される発生源側と苦情者宅における測定：

同時測定が望ましいが、計測機器が不足している場合には移動測定でもよい。

発生源が複数台あると思われる場合は、1つずつ稼働、組み合わせての稼働など複数条件で測定を行う。

- ・測定時間：

稼働・停止の切り替えは、測定の条件などによって異なるが、5分から10分程度の間隔を目安とする。

- ・稼働・停止の条件による建具等のがたつき現象の変化を観察：

苦情者の感じ方、苦情状況の変化を聞き取る。（先入観を与えぬよう稼働条件を苦情者に示さず実施することが望ましい）

【注意】測定器が複数台ある場合、発生源側と苦情者側で同時測定を行うことは、対応関係をはっきりさせるためには有効な方法である。

発生源（施設等）の稼働・停止を行えない場合又は発生源が不明の場合

- ・苦情者が被害感を申し立てる時間帯、場所などの詳細な聞き取り

- ・対象となる時間帯及び場所での測定：

複数回測定を行う。また、異なる時間帯・場所においても測定し、その比較を行う。苦情者の申し立てと音圧レベルの変動の対応関係を調査し、原因と思われる低周波音の周波数などを絞り込む。対象となる時間帯及びその前後の時間帯において、レベルレコーダ等へ低周波音を記録し、音圧レベル変動などの特徴から発生源を推定する。（可能であれば、データレコーダへ録音しておくことが望ましい）

- ・該当する周波数を発生させるような発生源の存在を再度調査：

4.2 測定の実施

「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（平成12年10月、環境庁環境管理大気生活環境室：<http://www.env.go.jp/air/teishuha/manual/index.html>に掲載）を参考にして測定を実施する。測定にあたっては、必要に応じて騒音、振動、施設の稼働状況、苦情者の反応などを調査する。

測定実施のためのチェックリストを以下に示す。

測定実施のためのチェックリスト

- ・測定システムの確認：機材の整備確認、消耗品の予備（電池など）
- ・人員の配置：
- ・測定場所の確認：暗騒音などの確認
- ・設定条件の確認：
- ・現場調査票などの確認：測定状況の記録
- ・低周波音発生状況などの確認：
- ・工場、施設等の稼働状況の確認：
- ・測定条件の確認：
- ・気象条件：風速など
- ・その他：測定状況を写真に撮影しておく、その後の検討の際に役立つ

【注意】昼間などの道路交通量が多い時間帯に調査を行う場合は、暗騒音と対象となる低周波音が重なり、正しい値が測定できないことも考えられるため、その場合は交通量の少ない時間帯に測定する。

また、風が強い日に調査を行う場合は、風雑音が対象となる低周波音よりも大きくなってしまいうことも考えられるため、その場合は風の弱い時間帯に測定する。

いずれの場合も、申し立てのある時間帯でこれらの影響が小さくなる条件で測定する必要がある。

5. 評価方法

低周波音苦情の種類としては、建具等のがたつきと、室内における不快感に大別される。評価においてはそれぞれに対応して実施する。そのための参照値は、評価指針に示されている。

5.1 物的苦情の場合

(1) 発生源の稼働状況と苦情内容の対応関係の把握

施設・設備機器等を稼働・停止させ、低周波音と建具等のがたつきとの対応関係を調べる。低周波音の発生源と思われる施設等を停止した場合に音圧レベルが下がり、がたつきが止まるかどうかの確認を行う。

施設等の稼働・停止と、建具等のがたつき現象の発生状況が対応していれば、原因はその施設であると確認できる。また、稼働・停止が出来なくても、稼働時間帯や低周波音の変動状況から、発生源との対応関係が明確になる場合が多い。

発生源の稼働状況と建具等のがたつきとの対応関係がない場合、又は対応関係が不明の場合は、異なる発生源が原因である可能性もあるので、慎重な検討が必要である。

(2) 物的苦情の場合の評価

測定結果をもとに評価指針の参照値に照らして、判断を行うことになる。

1/3 オクターブバンドで測定された音圧レベルと参照値(評価指針 表1)を比較し、測定値がいずれかの周波数で参照値以上であれば、その周波数が苦情の原因である可能性が高い。

発生源が不明である場合は、参照値を超えている周波数を発生している施設の存在を調査する。

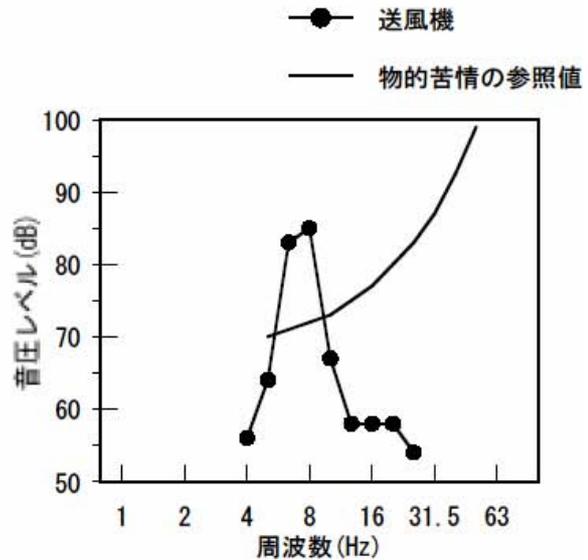
ただし、測定値が参照値未満であっても、建具が軽くて鴨居との隙間が多い構造などの場合には、まれにがたつきが発生することもあるため、参照値を参考にして問題となる周波数を推定し、発生源を再度調査する。

がたつき現象の判定例

(ア) 参照値を超えている

右上図の場合、6.3Hz、8Hzで参照値を超えており、6.3Hz、8Hzの超低周波音が原因であると考えられる。

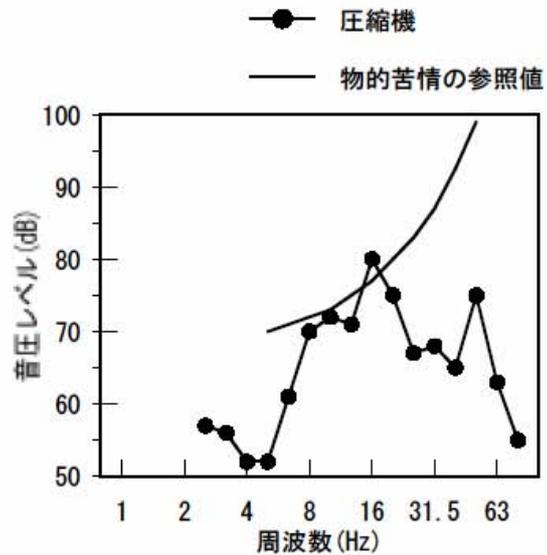
(右上図：参照値を超える場合の例)



(イ) 卓越周波数が複数ある場合

卓越周波数に複数個のピークがある場合は、参照値との大小関係により問題となる周波数を推定する。右中図の場合は16Hzと50Hzの音圧レベルは5dB程度しか差はないが、周波数が参照値を超えている16Hzが原因である可能性が高いと考えられる。

(右中図：ピークが二つある場合の例)

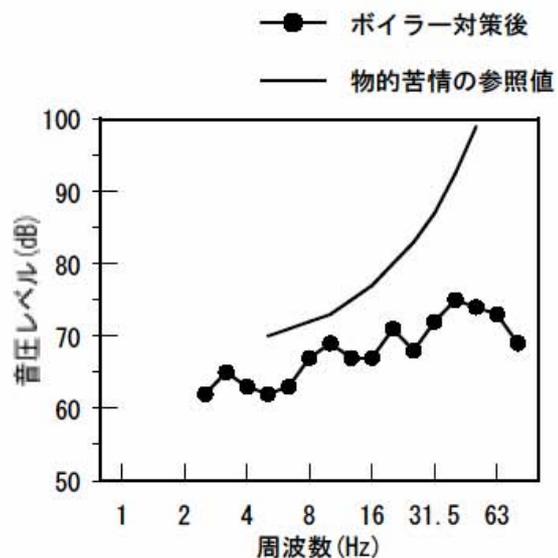


(ウ) 参照値を下回る場合

評価対象となるすべての周波数において参照値未満の場合は、地盤振動など他の要因も考えられる。

ただし、参照値未満(5dB程度低い音圧レベル)であっても物的影響が発生することがまれにあるため、参照値との大小関係によって再調査も検討する。

(右下図：参照値を超えない場合)



【注意】測定値がどの周波数においても参照値未満であるにもかかわらず、建具等のがたつきが発生している場合は、家屋内の1階・2階の板の間・敷居等の固い部分を利用し、振動レベル計を用いて地盤振動についても調査する。

家屋外の測定値ががたつきの参照値未満であっても、家屋内の測定値ががたつき参照値を超えている場合には、低周波音が原因ではなく、地盤振動の可能性も考えられる。

5.2 心身に係る苦情の場合

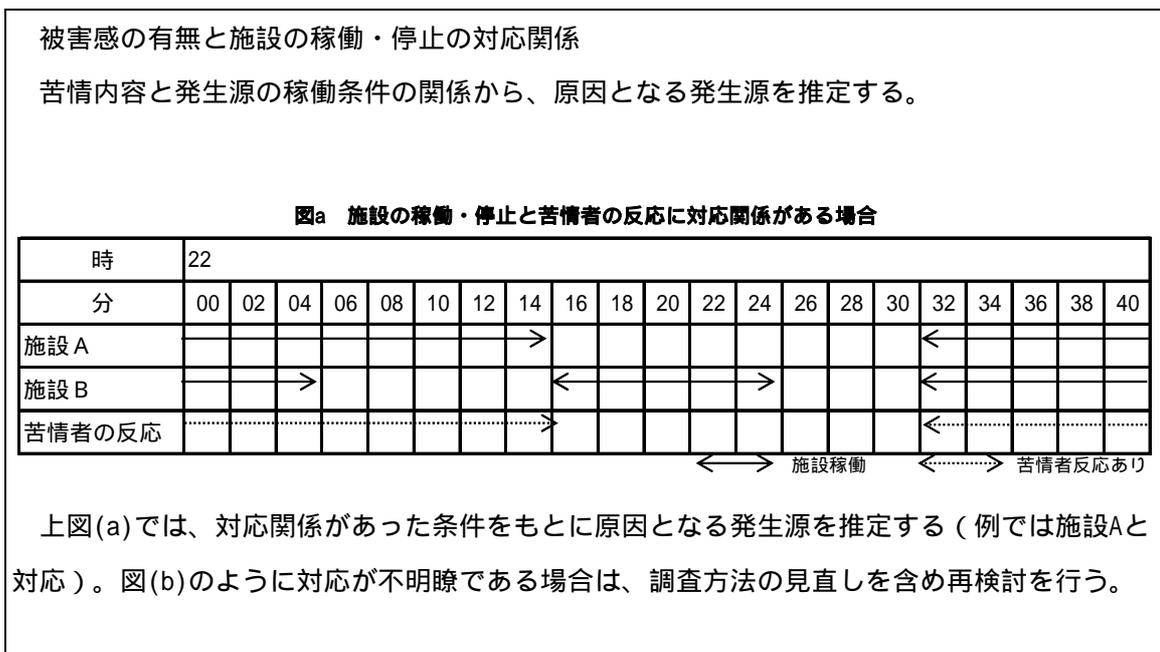
(1) 発生源の稼働状況と苦情内容の対応関係の把握

測定結果から、発生源の稼働状況と苦情内容との対応関係を検討することが重要である。低周波音の発生源と思われる施設等を停止した場合に音圧レベルが下がり苦情がなくなるかどうかの確認を行う。施設等を停止しても苦情がなくなるのであれば、施設等に対策をして音圧レベルを下げて問題も解決しないので、対策は意味を持たない。

施設等を5分から10分程度の間隔で稼働・停止し、苦情者が施設等の稼働・停止を識別できたか、苦情の状況が変化したかを、苦情者が家の中で一番低周波音を感じる場所であると申し出る部屋において確認する。なお、低周波音の音圧レベルが小さい場合には、低周波音が聞き取り難い(感じにくい)こと・不快感は多少残ること・車の通過などの暗騒音によって識別が邪魔されることがあることから、稼働・停止の識別の時間として数秒程度のずれはあり得る。

施設等の稼働・停止が出来ない場合は、苦情者の申し立てる時間帯と施設等の稼働時間帯との対応関係を調査する。具体的には昼夜の時間、季節による変化、平日と休日などの対応を見る。

苦情内容と対応する発生源の確定については、苦情者宅の室内と発生源と推定される施設等の近傍における低周波音を測定し、卓越周波数の対応関係などから評価する。

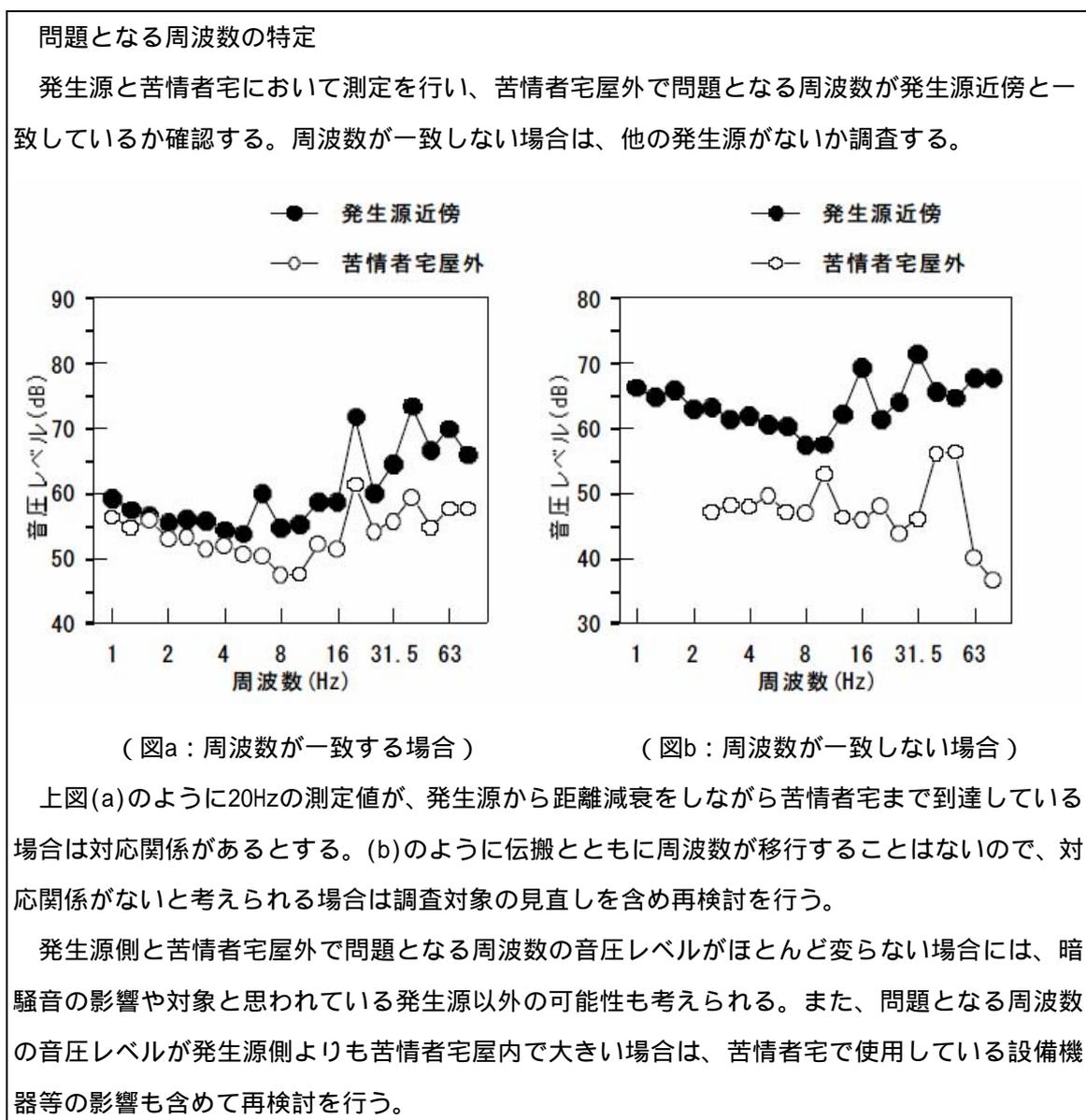


図b 施設の稼働・停止と苦情者の反応に対応関係がない場合

時	23																				
分	00	02	04	06	08	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
施設A				→											←					→	
施設B				→				←				→									
苦情者の反応																					

←→ 施設稼働
 ←.....→ 苦情者反応あり

【注意】発生源の稼働状況と苦情内容との対応関係を調べる場合には、低周波音と同時に測定対象施設から発生している騒音・振動等の影響にも注意する必要がある。



【注意】上記の方法で発生源の特定が出来ない場合、発生源の稼働状況と苦情内容が一致しない場合又は対応関係が不明な場合は下記の方法で再度検討する。また、必要に応じて専門家による調査の協力を検討する。

再検討のためのチェックリスト

- ・申し立てのある時間帯・場所における測定か：
- ・測定している部屋は予想される発生源からの低周波音が強く影響している部屋か：
通常は、発生源に近い部屋の音圧レベルが大きいですが、反射などの影響で異なる部屋の音圧レベルが大きいこともある。
- ・窓、ドア等開口部の開閉の有無等による影響はないか：
- ・苦情者の利用している設備機器等（例えば、冷蔵庫、エアコン室外機、ボイラーなど）から発生していないか：
これらの機器を稼働・停止してその変化を見る。この他、屋根部に設置されているテレビ用アンテナの設置の不具合では、風によりアンテナが振動を起こし、その低周波数域の固体音が原因となった場合もある。
- ・その他：苦情者自身の問題：耳鳴りなどがあるか

(2) 心身に係る苦情の場合の評価

測定結果をもとに評価指針に照らして、評価を行うことになる。

発生源の稼働状況と苦情内容に対応関係がある場合で、

- ・G特性音圧レベルが、評価指針で示される 92 d B 以上の場合は、超低周波音*の周波数領域で問題がある可能性が高い。

*超低周波音：1～20Hz までの低周波音

・1/3 オクターブバンドで測定された音圧レベルと参照値（評価指針 表2）を比較し、測定値がいずれかの周波数で参照値以上であれば、その周波数が低周波音苦情の原因である可能性が高い。

上記2項目の評価方法によって、どちらかでも参照値以上であれば、低周波音（超低周波音を含む）の問題があると考えられる。

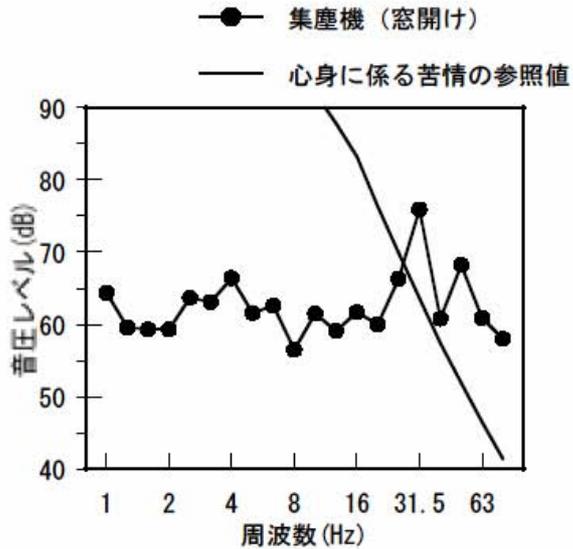
測定値が参照値以上の場合は低周波音の問題がある可能性が強いが、発生源の稼働状況と苦情との対応関係がない場合又は対応関係が不明の場合は、当初苦情対象と推定したものと異なる発生源が原因である可能性もあるので、暗騒音の影響を含め慎重な検討が必要である。

G特性音圧レベルが92 d B未満であり、1/3 オクターブバンドで測定された音圧レベルがいずれの周波数においても参照値未満である場合は、100Hz以上の騒音や、地盤振動など他の要素についても調査する。ただし、参照値以下であってもまれに心身に係る苦情が発生する場合があるため、参照値との差を参考に問題となる周波数を推定し、原因となる発生源があるか検討する。

心身に係る苦情の場合の判定例

(ア)卓越周波数が参照値を超えている
右図の場合、31.5Hz、50Hzが参照値を超えており、この周波数が原因であると考
えられる。

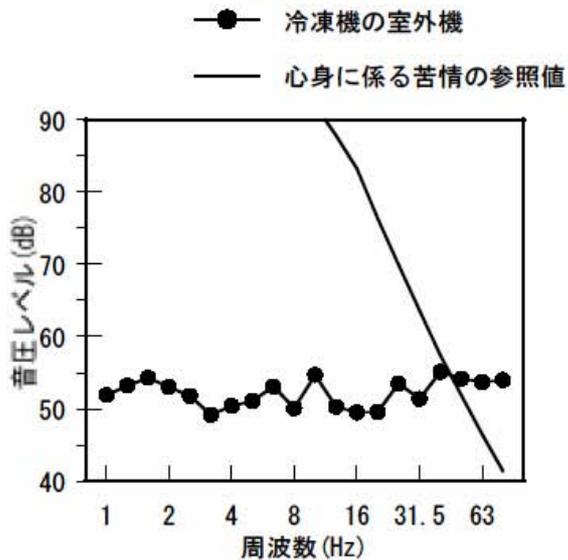
(右上図：極端な卓越周波数がある場合)



(イ)卓越周波数はないが参照値を超えている場合

心身に係る苦情は、ある特定の周波数が際立って聞こえることによる場合が多いが、右図の場合は50Hz以上の範囲の周波数が原因か、又は100Hz以上の騒音による可能性が考えられる。

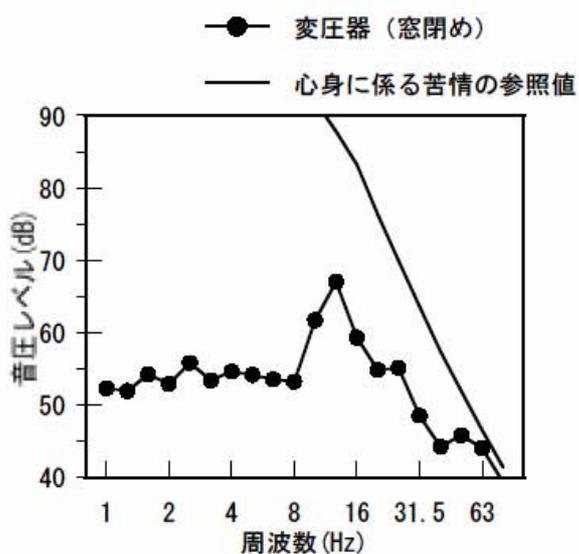
(右中図：可聴低周波音領域で超えている場合)



(ウ)卓越周波数があるが参照値を大きく下回る場合

右図では12.5Hzにおいて卓越周波数が測定されているが、参照値を大きく(10dB以上程度)下回っている。このような場合は、申し立てのある対象音がきちんと測定されているか再検討するとともに、100Hz以上の騒音領域、地盤振動等、その他(耳鳴りなど)について多角的に調査する必要がある。

(右下図：卓越周波数があるが参照値を大きく下回る場合)



(エ) 卓越周波数はなく暗騒音と変わらない

対象とする低周波音が暗騒音に隠れてしまい検出できない場合は、測定計画の見直しを行うとともに、(ウ)で挙げた ~ について再度検討する。

【注意】この参照値は、定常音による許容限度についての被験者実験の結果や、被験者の個人差を考慮して規定されたものである。しかし、この参照値未満であっても低周波音を知覚し苦情となる可能性はゼロではない。

(3) 測定値が参照値を下回る場合、発生源の稼働状況と被害感の対応関係がない場合

測定された低周波音の音圧レベルが、いずれの評価においても参照値以下の場合、低周波音については問題ないと考えられる。

しかし、このような場合でも以下の点について再検討を行っておく。

申し立てのある対象音が発生源の稼働状況と対応して測定されているか

測定時の被害感の有無と測定値との対応関係について確認する。測定時に被害感の申し立てがなかった場合は、再度対象となる時間帯・場所を聞き取り、再調査の検討をする。被害感の申し立てがあっても測定データに表れない場合は、他の要因について検討する。

対象音が100Hz以上の騒音領域ではないか

低周波音の苦情がある場合でも、原因となる対象音が100Hz以上の騒音領域であることも考えられるため、騒音計を使用し、100Hz以上に対象周波数範囲を広げて周波数分析を実施する。また、専門家との協力を検討する。

地盤振動が発生していないか

物的な苦情や振動感・めまいといった心身に係る苦情の中には、地盤振動によるものが含まれている場合がある。そのため、申し立てのある場所の地表面や床面における振動測定の必要性を検討する。その際、振動規制法で定められている鉛直方向のみの評価だけではなく、水平方向についても考慮する必要がある。

苦情者自身の問題（耳鳴りなど）はないか

~ について検討を行った結果、発生源の稼働状況と苦情内容との対応がない場合は、苦情者自身の問題（耳鳴りなど）の可能性も考えられる。

【注意】耳鳴りについては、本人にとってもその存在があるかどうかはわかりにくいいため、本人の申し出を注意深く聞きながら、苦情の内容を医学的・総合的に判断することが必要である。そのため、最終的には専門家の判断が必要である。

なお、参照値は低周波音の聴感特性に関する実験の集積結果であるが、個人差があることも考慮し判断することが極めて重要である。低周波音に対する苦情者個人の感覚特性を把握することが本来望ましい。個人の感覚特性の測定については、専門家の協力を得て個別に対応する方法も考えられる。

また、以上の判断によっても問題が解決しない場合もある。このような場合でも、時間の経過とともに状況が変化することもある。苦情者の申し立て内容を聞きながら、時間的な変化を観察し、必要に応じて再度検討する。場合によっては、専門家に相談することも検討する。

6 . 対策の検討

低周波音が参照値を超えており、発生源の稼働状況と苦情の対応関係がある場合は、対策を検討することとなる。対策による低周波音の低減量（音圧レベル）は、暗騒音との関係、地域の状況、技術的問題、苦情の状況等により一律ではない。なお参照値は対策の目標値ではなく、問題解決のためには、総合的に判断し対策を検討する必要がある。

効果的な対策方法を検討するにあたっては、発生源を確定させることと、発生源における低周波音発生メカニズムを明らかにすることが必要である。対策を行う場合は、詳細な測定を行い、技術的な可能性とコストとの関連を含め予測しなければならない。このため、かなりの経験が必要であり、専門家に依頼することが望まれる。

行政の担当者においては、

- ・発生源者と苦情者の話し合いが十分に出来るよう仲介すること
 - ・発生源者への有効な対策のための資料等の提示
 - ・施設の稼働時間帯の変更等を含めた発生源側への対策、状況によっては受音側への対策等があり、広い観点から相談にのること
 - ・必要に応じて専門家への協力依頼
- 等に留意する。

対策の実施にあたっては、苦情者に対策方法や実施期間等の説明を行い、苦情者の了解を得た上で行うことが重要である。

対策の具体例については「低周波音対策事例集（環境省：平成 14 年 3 月、<http://www.env.go.jp/air/teishuha/jirei/index.html>）にも掲載）を参照されたい。

7 . 効果の確認

対策終了後は効果の確認測定を実施する。

発生源者が自主的に対策を講じ、効果の確認測定を行う場合は、行政担当者も立会うことが望ましい。また、必要に応じて、行政側が確認測定を行う場合もあり、いずれの場合にも対策の計画段階に設定した測定方法、評価方法等を確認事項として明確にしておくことが望ましい。

対策の効果の確認を適正に評価して、苦情者及び発生源者に理解を得るように説明を行うことも重要である。