

第3回 騒音勉強会

低周波音の測定方法と評価

(社)静岡県計量協会
環境計量証明部会
技術グループ 第3委員会



内 容

1. 用語
2. 低周波音の発生源
3. 低周波音の苦情
4. 低周波音の測定目的
5. 低周波音問題の診断手順
6. 低周波音の測定方法
7. 低周波音問題対応のための「評価指針」

1. 用語

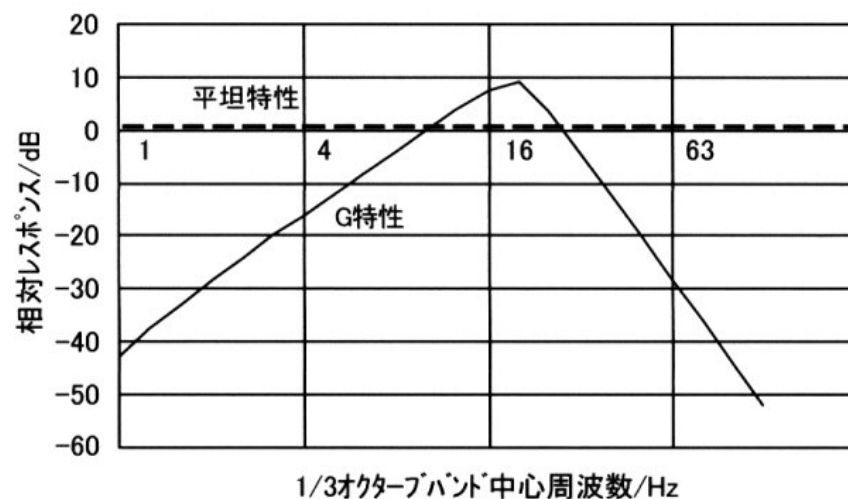
1-1. 超低周波音

一般に人が聴くことができる音の周波数範囲は20Hz～20kHzとされており、周波数20Hz以下の音波を超低周波音という。ここで取り扱う範囲は1/3オクターブバンド中心周波数1～20Hzの音波である。

1-2. 低周波音

およそ100Hz以下の低周波数の可聴音と超低周波音を含む音波を低周波音という。ここで取り扱う範囲は1/3オクターブバンド中心周波数1～80Hzの音波である。

1-3. G特性



1～20Hzの超低周波音の人体感覚を評価するための周波数補正特性で、ISO-7196で規定された。可聴音における周波数補正特性であるA特性に相当するものである。

1-4. G特性 周波数レスポンス

中心周波数/Hz	平坦特性		G特性	
	基準レスポンス/dB	許容差/dB	基準レスポンス/dB	許容差/dB
1	0	±3	-43	±3
1.25	0	±3	-37.5	±3
1.6	0	±3	-32.6	±3
2	0	±2	-28.3	±2
2.5	0	±2	-24.1	±2
3.15	0	±1.5	-20	±1.5
4	0	±1	-16	±1
5	0	±1	-12	±1
6.3	0	±1	-8	±1
8	0	±1	-4	±1
10	0	±1	0	±1
12.5	0	±1	4	±1
16	0	±1	7.7	±1
20	0	±1	9	±1
25	0	±1	3.7	±1
31.5	0	±1	-4	±1
40	0	±1	-12	±1
50	0	±1	-20	±1
63	0	±1	-28	±1
80	0	±1.5	-36	±1.5

基準周波数レスポンス及び許容差

1-5. G特性音圧レベル

ISO-7196に定められた周波数補正特性G特性で重み付けられた音圧レベル。基準音圧は 2×10^{-5} Pa、単位はデシベル、単位記号はdB。

$$L_G = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{p_G^2}{p_0^2} \right)$$

L_G : G特性音圧レベル (dB)

p_G : G特性音圧の実効値 (Pa)

p_0 : 基準音圧 2×10^{-5} (Pa)

2. 低周波音の発生源

2-1. 低周波音の発生源と発生機構

可聴域の低周波音(概ね20Hz以上の低周波数の騒音)は、機会や構造物が通常の稼動状態で発生する。一方、概ね20Hz以下の超低周波音は多くの場合、機械・構造物が正常な状態では発生せず、送風機の旋回失速の共振等特異な稼動状態において発生する。低周波音の発生機構を以下に示す。

(1) 平板の振動によるもの: 板や膜の振動を伴うもの。

例えば、大型の振動ふるい、道路橋、溢水ダムの水流等

(2) 気流の脈動によるもの: 気体の容積変動を伴うものなど。

例えば、空気圧縮機、真空ポンプ等の圧縮膨張による容積変動。

(3) 気体の非定常励振によるもの: 例えば、大型送風機の翼の旋回失速やシステムのサージング、振動燃焼等。

(4) 空気の急激な圧縮、開放によるもの: 例えば発破、鉄道トンネルの高速での列車突入等。

2-2. 低周波問題の発生する可能性のあるもの

送風機(送風機を用いる集塵機、乾燥機、空調機冷却塔等)、往復式圧縮機、
ディーゼル機関(ディーゼル機関を用いる船舶、非常用発電装置、バス、
トラック等)、
真空ポンプ(ロータリーブロワ、脱水ポンプ)、
振動ふるい(類似の振動コンベア、スパイラルコンベア、破碎機等)、
燃焼装置(ボイラー、加熱炉、熱風炉、転炉、焼結炉、電気炉、ロータリー
キルン、キューポラ等)、
ジェットエンジン(ジェットエンジンを用いる航空機、非常用発電装置等)、
ヘリコプター、機械プレス、橋梁、鉄道トンネル、治水施設(ダム、堰堤等)、
発破、ガスエンジン、変圧器

3. 低周波音の苦情

3-1. 物的苦情

物的苦情は、音を感じないのに戸や窓がガタガタする、物が移動するといった苦情である。

物的苦情が発生する場合は、低周波音では20Hz以下に卓越周波数成分をもつ超低周波音による可能性が高い。

なお、物的苦情は低周波音だけでなく地面振動によって発生する場合があるので、低周波音と地面振動の両方の可能性を考えておく必要がある。

3-2. 心理的苦情、生理的苦情

心理的苦情は、低周波音が知覚されてよく眠れない、気分がいらいらする、胸や腹を圧迫されるような感じがするといった苦情である。

生理的苦情は、頭痛・耳鳴りがする、吐き気がするといった苦情である。

低周波音が原因である場合は、20Hz以下の超低周波音による可能性と、20Hz以上の可聴域の低周波音による可能性が考えられる、このうち、超低周波音によって心理的苦情、生理的苦情が発生している場合には物的苦情も併発していることが多く、建具等の振動によって二次的に発生する騒音に悩まされる場合もある。

4. 低周波音の測定目的

(1) 苦情対応

低周波音によると思われる苦情が発生した場合。なお、振動によると思われる苦情(主に建具等の振動の苦情)の中にも低周波音が原因である場合もあるので、注意が必要である。

(2) 現況把握

環境影響評価にあたり、当該地域の低周波音の現況を把握する場合、また、低周波音の環境調査、実態調査を行う場合もある。

(3) 対策及び発生原因の解明

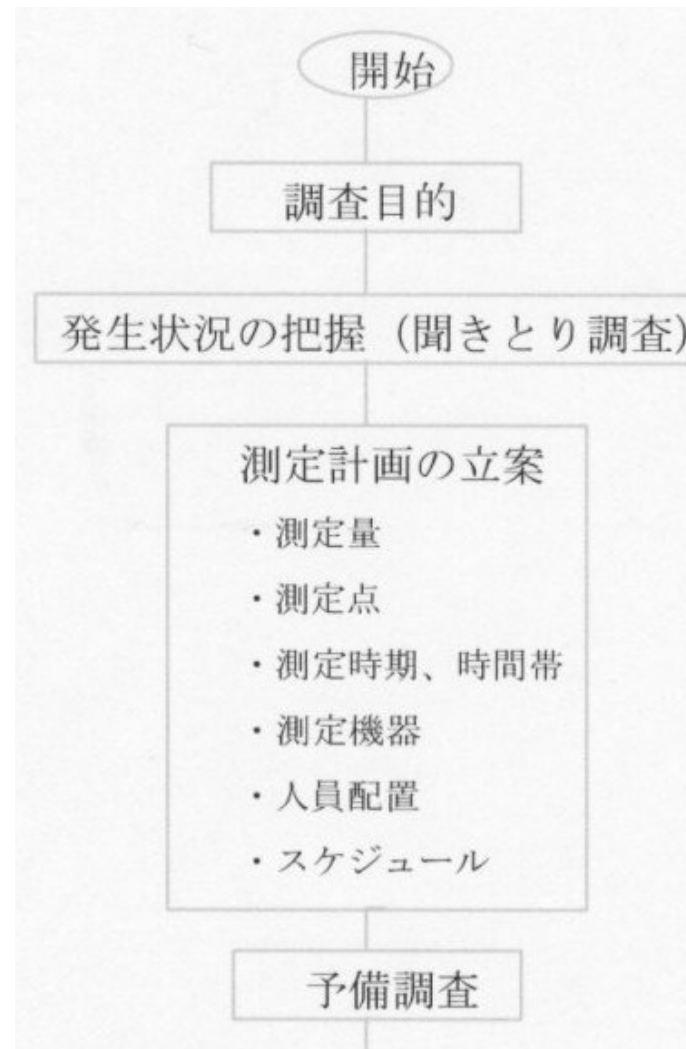
発生メカニズムの解明や音源探査などの詳細な測定が行われる場合もある。

(4) 対策効果の確認

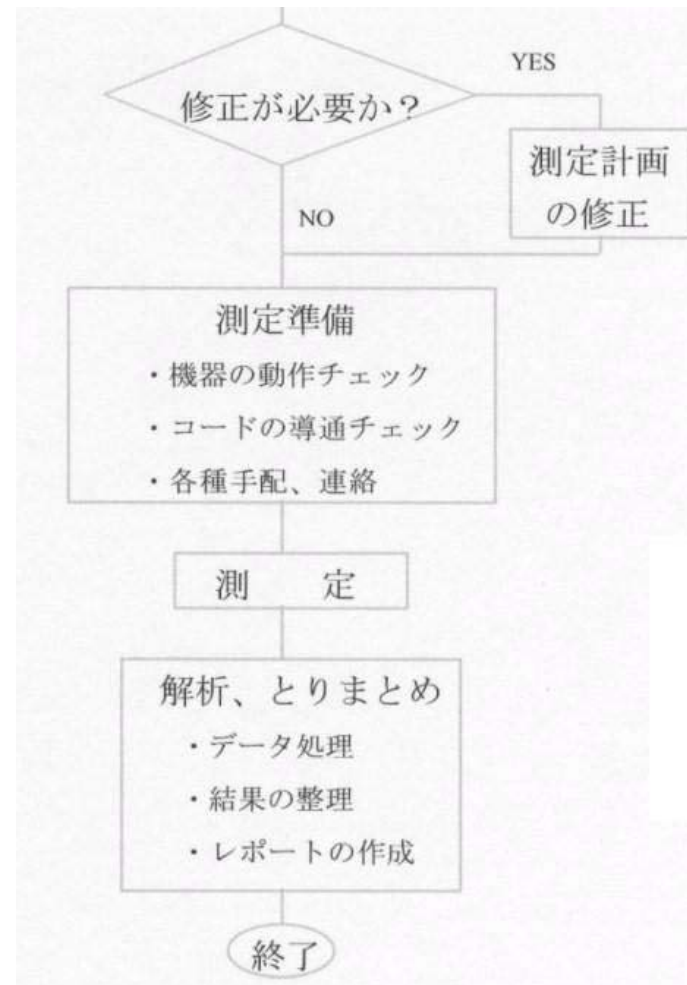
対策の前後に測定を行い、対策の効果を確認する。

5. 低周波音問題の診断手順

5-1.測定計画からレポート作成までの流れ(1)



5-1.測定計画からレポート作成までの流れ(2)



5-2.発生状況の把握(1)

苦情の内容

1.物的苦情

音を感じないのに戸や窓がガタガタする
置物が移動するといった苦情

2.心理的苦情

低い音が気になる、気分がいらいらする
胸や腹を圧迫されるような感じがする

3.生理的苦情

頭痛、耳鳴り、吐き気がする

苦情内容がこのいずれかにあてはまるかを分類する

5-2.発生状況の把握(2)

発生状況

1.現象を感ずる場所

建具の取り付け状況や室内の他の建具の開閉状況によってどのように建具が振動するか

2.現象の発生状況

持続的なのか、間欠的なのか

3.発生時期、時刻

低周波音の発生時間と機械の稼働時間を対比させることにより発生源を特定する

4.耳で聞こえるか

超低周波音なのか可聴域の低周波音なのかを推定する

5-2.発生状況の把握(3)

発生状況

5.胸や腹を圧迫されるような感じがするか

6.建具等が振動するか

7.苦情者の分布

同じような苦情を寄せる者がどの程度分布するか

8.周辺状況

大きな音圧レベルの低周波音を発生する設備があるかどうか

5-3. 予備調査

予備調査の目的

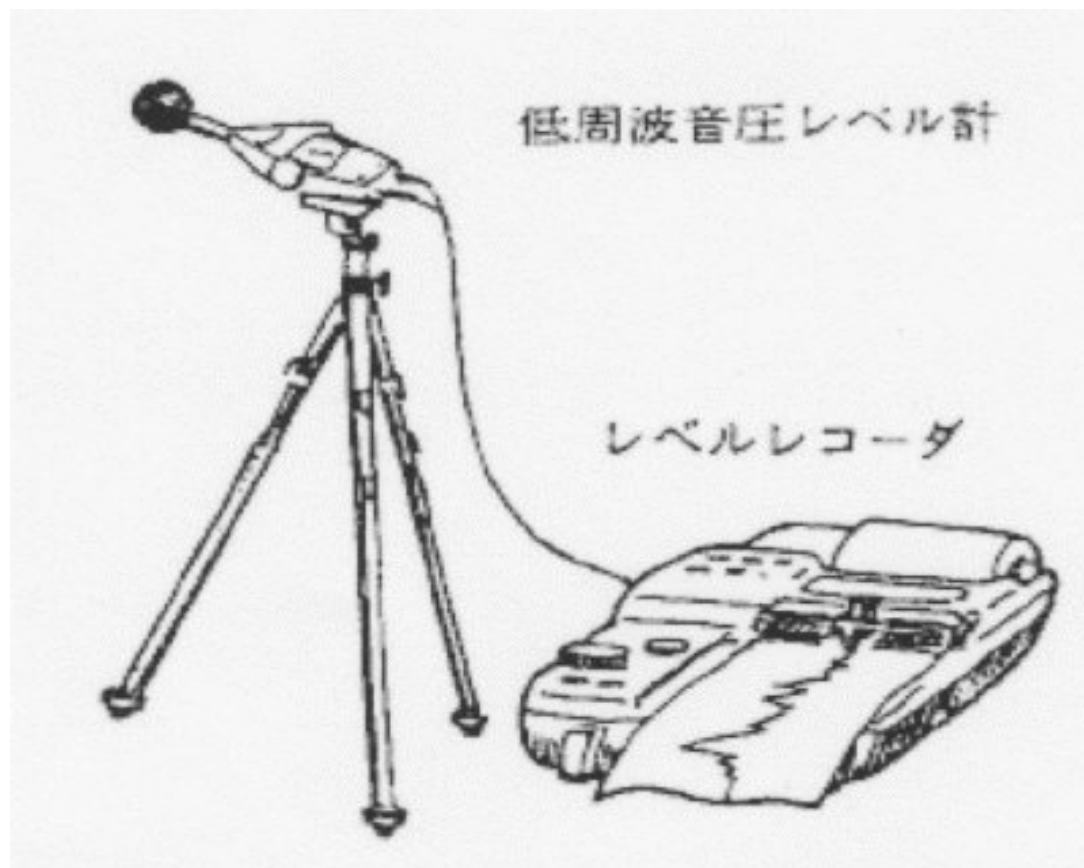
1. 調査者自身による発生状況の把握

発生状況が電話や窓口で解決しない時は
調査員自らが発生状況を把握する

2. 現場実測調査のための概略的な状況把握

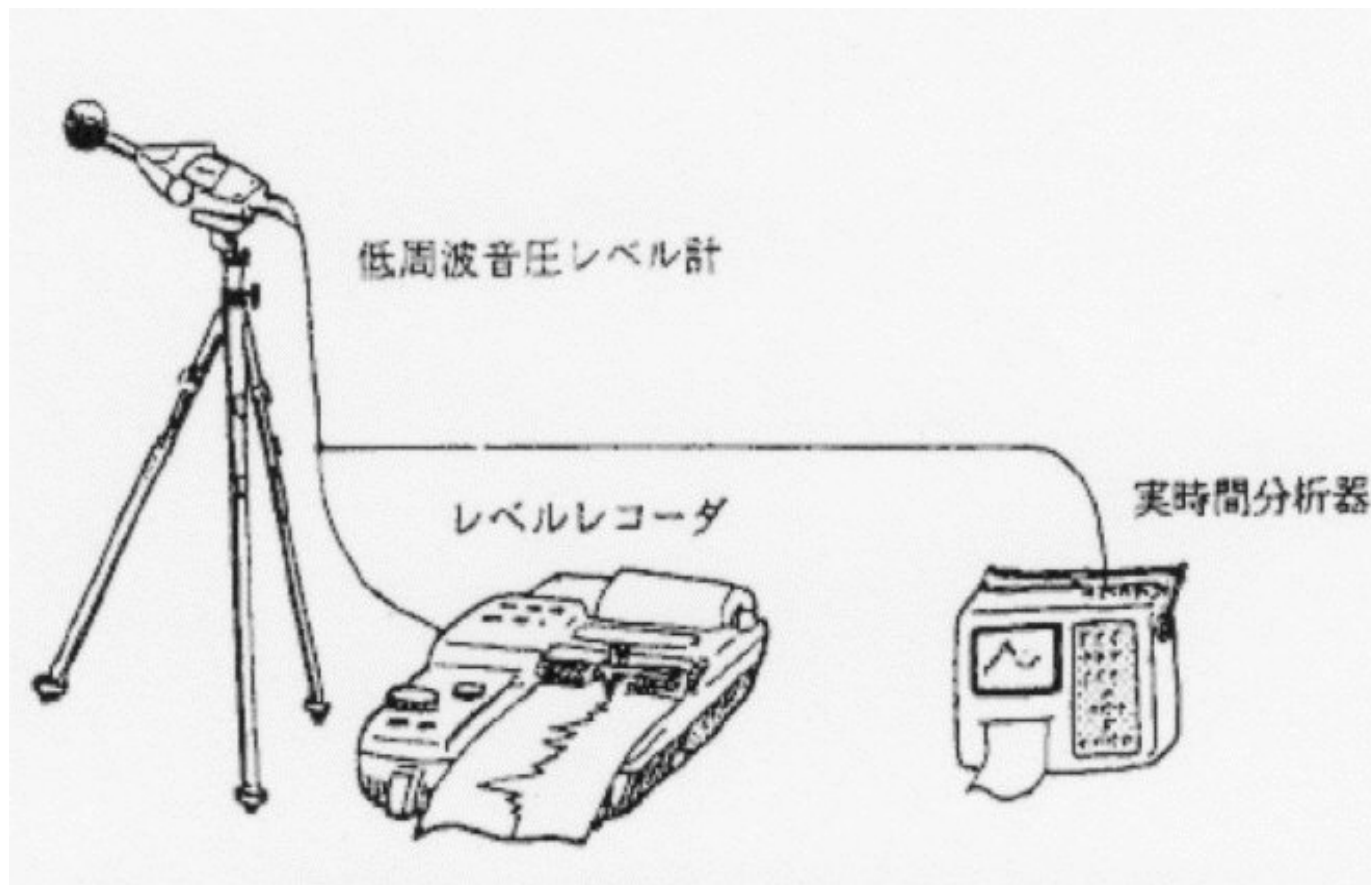
6. 低周波音の測定方法

6-1. 低周波音の測定系列(1)



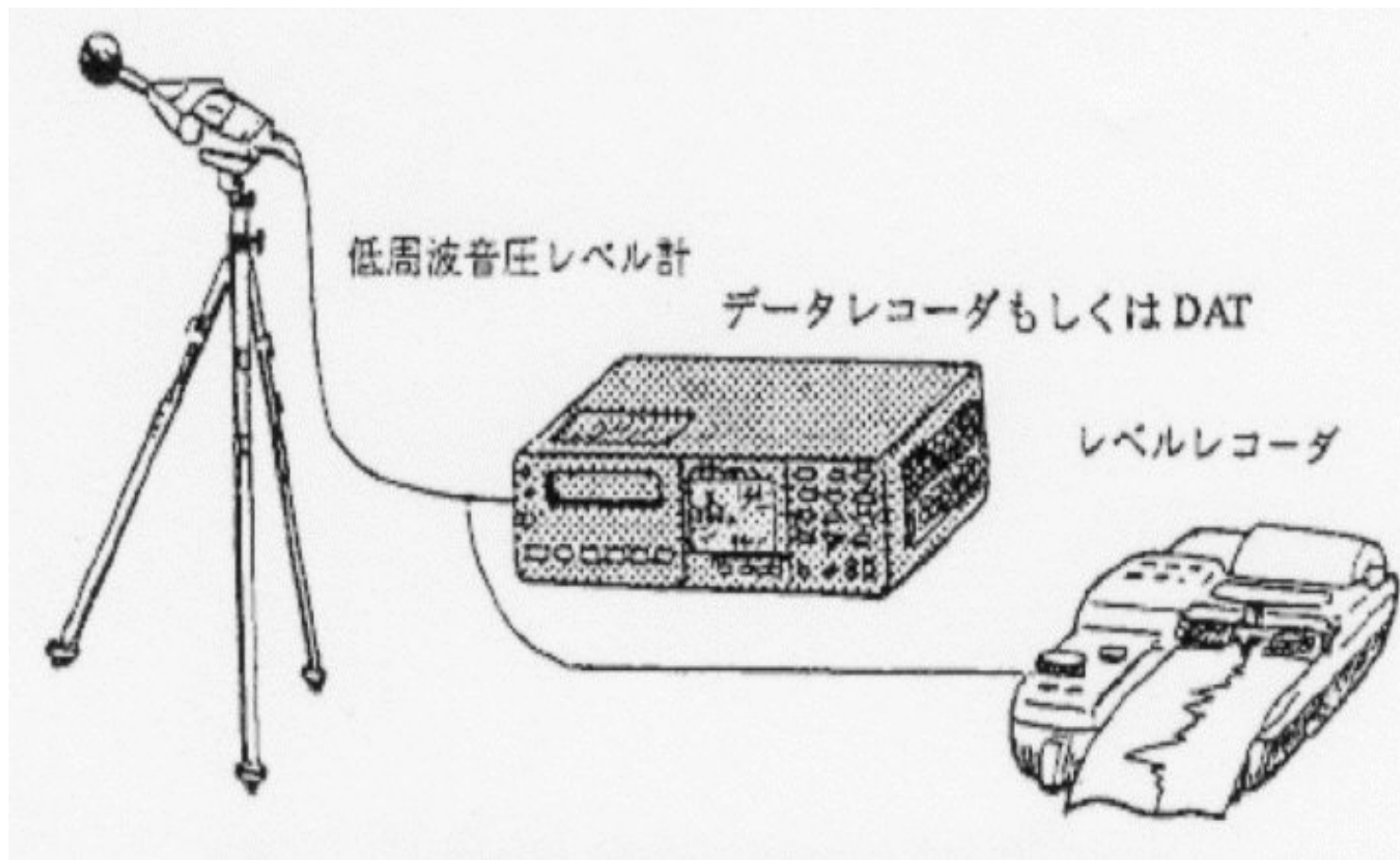
レベルレコーダによるG特性音圧レベルの測定系列の例

6-1. 低周波音の測定系列(2)



低周波音の周波数分析を行う場合の測定系列の例

6-1. 低周波音の測定系列(3)



低周波音の録音を行う場合の測定系列の例

6-2. 低周波音の測定機器

(1) マイクロホン

セラミックマイクロホン又はコンデンサマイクロホン

(2) 低周波音圧レベル計

ISO-7196に対応したG特性の入ったもの。

測定音圧レベルは50～140dB程度。動特性はSLOW(1秒)が用いられる。

(3) レベルレコーダ

1～90Hzの周波数範囲の特性を用い、動特性はSLOW (1秒)を用いる。

(4) 周波数分析器

一般的には1/3オクターブバンド分析器が用いられる。

(5) データレコーダ

対象とする20Hz以下の信号を歪みなく正確に録音再生できるもの。

6-3. 風の影響

低周波音の測定では、風の影響を強く受ける。

対象とする低周波音の音圧レベルが小さいほど、周波数が低いほど風の影響を受けやすい。

風が強い場合には人がはりついて風雑音と対象音を仕分けする必要がある。

風が強いときは低周波音の測定をしないほうが無難である。

7. 低周波音問題対応のための「評価指針」

7-1. 適用範囲

本評価指針は、低周波音問題対応のための「手引」に基づき活用し、その適用範囲は工場、事業場、店舗、近隣の住居などに設置された施設などの固定発生源からの低周波音により、物的苦情及び心身に係る苦情が発生している場合とする。

7-2. 物的苦情に関する参照値

表1 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

低周波音による物的苦情に関する参照値は、表1とする。

7-3. 心身に係る苦情に関する参照値

表2 低周波音による心身に係る苦情に関する参照値

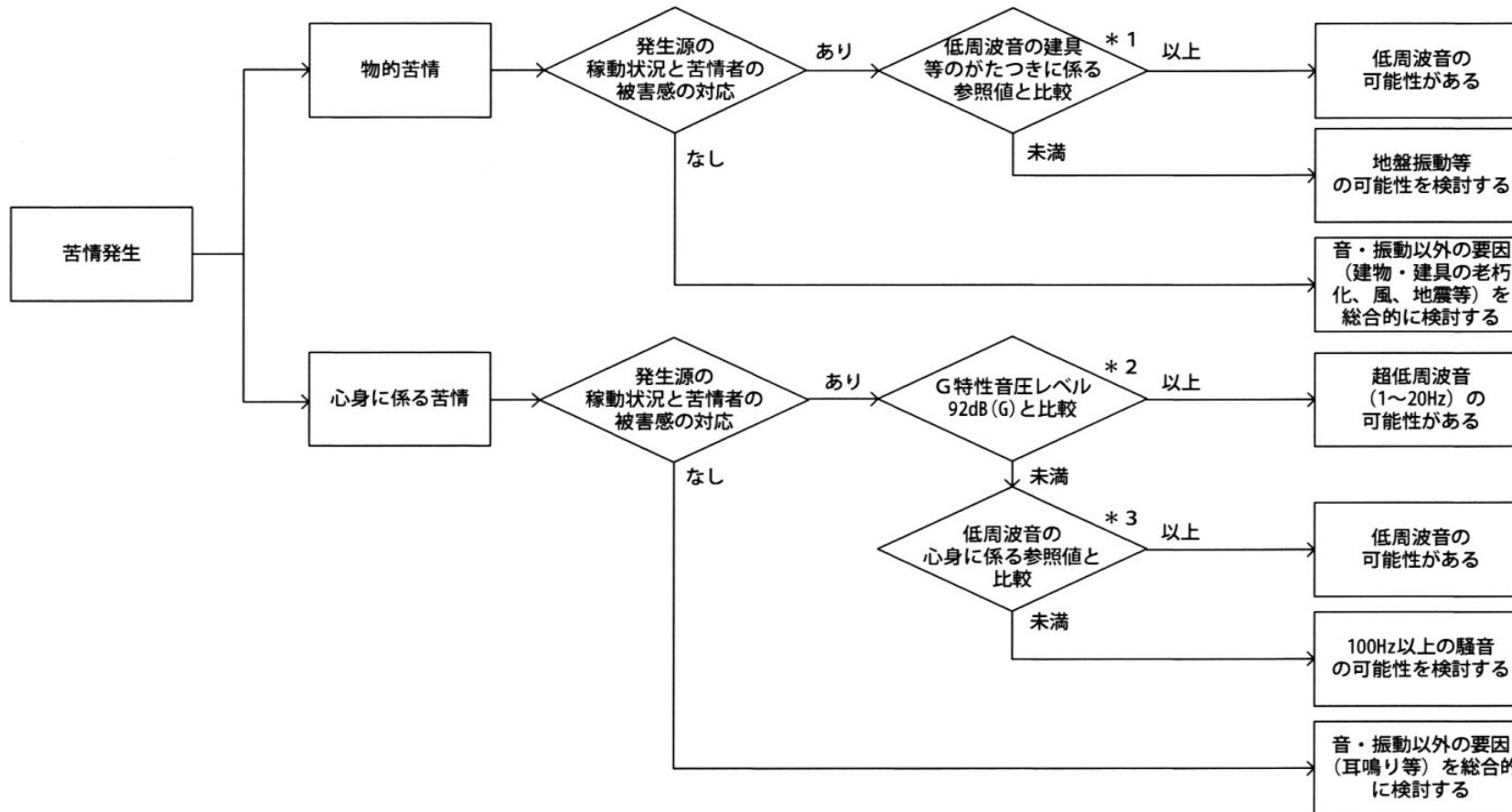
1/3 オクターブバンド										
中心周波数(Hz)	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80
1/3 オクターブバンド										
音圧レベル(dB)	92	88	83	76	70	64	57	52	47	41

低周波音による心身に係る苦情に関する参照値は、表2及びG特性音圧レベル $L_G = 92$ (dB)とする。

7-4. 測定場所

- (1) 物的苦情に関しては問題となる住居などの建物の屋外で、建物から1~2m程度はなれた位置とする。
- (2) 心身に係る苦情に関しては苦情者の住居などの問題となっている部屋の問題となっている位置とする。窓の開閉条件は原則として窓を閉めた条件とする。

7-5. 評価手順



* 1. 低周波音による物的苦情に関する参照値 (表 1)

* 2. 低周波音による心身に係る苦情に関する参照値 (G特性: ISO 7196)

* 3. 低周波音による心身に係る苦情に関する参照値 (表 2)

7-6. 留意事項

- ・ 本参照値は、規制基準、要請限度とは異なる。
- ・ 本参照値は、都市計画法の用途地域、騒音規制法等の地域指定と関係なく、低周波音によると思われる苦情が寄せられた場合に適用する。
- ・ 本参照値は、固定された発生源からの低周波音によると思われる苦情に対応するためのものである。したがって、交通機関等の移動発生源とそれに伴い発生する現象及び発破・爆発等の衝撃性の発生源から発生する低周波音には適用しない。
- ・ 本参照値は、低周波音によると思われる苦情に対処するためのものであり、対策目標値、環境アセスメントの環境保全目標値、作業環境のガイドラインなどとして策定したものではない。対策に当たっては技術的可能性等総合的な検討が必要である。