
仮設防音設備 設計・積算要領書

第3版

防音設備協会

まえがき

防音設備協会（BSK）の前身である防音建設業協会は、昭和63年4月に防音設備の設計・積算の解説書として「防音設備設計基準書」を刊行いたしました。以後、平成7年には協会名を建設防音技術会、平成10年10月には現在の防音設備協会として任意団体登録を行いました。

本「設計・積算要領書」は、刊行以来、幾度かの改定を経て、トンネル工事における仮設防音設備の設計積算の手引書として活用され今日に至っています。

本編は、平成19年度に改定した「設計・積算要領書」の第3版となります。初版では、都市トンネルシールド工法・都市トンネル推進工法・山岳トンネル工法別に音源データをまとめるとともに、それまで分冊化していた超低周波音対策についても同要領書に収めました。

第2版以降、社団法人日本音響学会建設工事騒音予測調査研究委員会報告、建設工事の騒音の予測モデル「ASJ CN-Model 2007」を参考に、騒音源のパワーレベルの見直しを行いました。日本音響学会では、騒音源のパワーレベルにエネルギーベースのパワーレベルを採用することを推奨しており、今回、防音設備協会でも、従来採用していた最大値の平均値を採用したパワーレベルを改め、エネルギーベースの L_{WAeff} （A特性実効音響パワーレベル）を採用することにしました。

騒音の評価値については、従来の騒音レベルの最大値での評価から、音源の種類ごとに、 L_{Aeq} （等価騒音レベル）、 L_{A5} （時間率騒音レベル90%レンジの上端値）、 L_{AFmax} （最大値の平均値）の評価値を算出し、対策目標値と評価値との比較により、防音対策の必要性を検討することといたしました。

トンネル坑内の発破音についても、A特性音響エネルギーレベルを採用し、坑内距離減衰量の計算式を変更いたしました。

第3版では、BSK-Aタイプ、BSK-Bタイプ、BSK-Cタイプ相当の遮音性能を有する高性能採光パネルを追加し、基本料金40%と耐用年数2年を定めました。

また、車両用出入り口については、従来の電動シャッターに加え防音スライド扉を追加しました。

その他、以下の項目を修正いたしました。

＜第3章 防音設備の構造設計＞

設備別鉄骨単位重量に特殊鉄骨（150kg/m²）を追加

指定仮設・任意仮設の説明を追加

＜第4章 防音設備の積算要領＞と＜第5章 超低周波音＞の入れ替え

＜第5章 超低周波音＞

超低周波用防音パネルにBSK-L2タイプ（遮音性能25dB）を追加

平成28年4月

仮設防音設備設計・積算要領書 第3版

編集担当

防音設備協会技術部会

目 次

第 1 章 音の基礎	- 6 -
1 音の基礎量	- 6 -
(1) 音の伝搬速度	- 6 -
(2) 周波数 (Hz)	- 6 -
(3) 周波数帯域	- 6 -
(4) 波 長	- 7 -
(5) 音の大きさ	- 7 -
(6) 騒音レベルと周波数補正特性	- 9 -
(7) デシベルとデシベルの計算 (合成)	- 9 -
(8) オールパス (AP)	- 10 -
(9) 周波数成分の表示とオールパス (AP)	- 10 -
(10) 等価騒音レベル ($L_{Aeq,T}$)	- 10 -
(11) 時間率騒音レベル (L_5, L_{50}, L_{95})	- 11 -
(12) 実効騒音レベル (L_{Aeff})	- 11 -
(13) 音の大きさの感じ方	- 12 -
2 騒音に関する法規制・規定	- 13 -
(1) 環境基本法と環境基準	- 13 -
(2) 騒音に係る環境基準	- 13 -
(3) 騒音規制法と規制基準	- 17 -
3 騒音の測定方法	- 23 -
(1) 環境基準に基づく測定方法	- 23 -
(2) 騒音規制法に基づく測定方法	- 25 -
(2)-1 特定施設、特定工場	- 25 -
(2)-2 建設作業騒音	- 28 -
(3) 自動車交通騒音	- 30 -
4 騒音の測定機器	- 31 -
第 2 章 トンネル工事の仮設防音設備	- 33 -
1 法規制について	- 33 -
2 対策目標値及び対策目標地点の設定	- 33 -

3 暗騒音について	- 34 -
4 防音材料の性能表示方法	- 35 -
(1) 吸音材料	- 35 -
(2) 遮音材料	- 35 -
5 防音パネルの種類と性能	- 36 -
(1) 防音性能 BSK-A タイプ	- 37 -
(2) 防音性能 BSK-B タイプ	- 38 -
(3) 防音性能 BSK-C タイプ	- 39 -
(4) 高性能採光パネル	- 40 -
6 都市トンネルシールド工法	- 41 -
(1) 泥水式シールド工法の音源	- 42 -
(2) 泥土圧式シールド工法の音源	- 43 -
7 大中口径管推進工法	- 44 -
(1) 泥水式推進工法の音源	- 44 -
(2) 土圧式推進工法の音源	- 45 -
(3) 泥濃式推進工法の音源	- 46 -
8 音響計算のフローチャート	- 47 -
9 山岳トンネル	- 48 -
(1) 山岳トンネル工法の音源	- 48 -
(2) 音響計算のフローチャート	- 49 -
10 音響計算式	- 50 -
(1) 点音源の距離減衰（防音対策がない場合）	- 50 -
(2) 障壁による騒音の伝搬防止	- 51 -
(3) 室内騒音源による屋外騒音	- 52 -
(4) トンネル坑内騒音における計算式	- 53 -
11 騒音レベルコンター図について	- 54 -
(1) 都市トンネルの防音ハウス対策コンター図（例）	- 54 -
(2) 山岳トンネルの防音対策コンター図（例）	- 54 -
12 音響計算の計算条件	- 55 -
13 その他の音源のパワーレベル	- 55 -
第 3 章 防音設備の構造設計	- 56 -
1 仮設防音設備の構造計算	- 56 -

2 仮設防音設備の施工規模	- 56 -
3 防音ハウスの付帯設備	- 56 -
(1) 人員用扉パネル	- 56 -
(2) 換気パネル	- 56 -
(3) 明り採りパネル	- 57 -
(4) 高性能採光パネル	- 57 -
(5) 車両用出入り口	- 57 -
(6) 有圧換気扇	- 57 -
4 設備別鉄骨単位重量	- 58 -
5 基礎の選定	- 59 -
6 防音設備の参考図	- 60 -
(1) 参考図 (例) 【防音壁】	- 60 -
(2) 参考図 (例) 【防音ハウス】	- 61 -
(3) 参考図 (例) 【坑口防音扉】	- 62 -
7 その他の事項	- 63 -
(1) 仮設防音設備の確認申請	- 63 -
(2) 日影規制について	- 63 -
(3) 希少猛禽類の生息が確認された場合の処置	- 65 -
(4) 指定仮設と任意仮設	- 65 -
第 4 章 超低周波音	- 66 -
1 超低周波音とは	- 66 -
(1) 聞こえる音と聞こえない音	- 66 -
(2) 超低周波音の発生源	- 66 -
(3) 超低周波音に関する量	- 66 -
(4) 超低周波音の感覚的大きさ	- 67 -
(5) 超低周波音の感覚特性	- 67 -
2 超低周波音の影響と評価・測定方法	- 69 -
(1) 超低周波音の影響	- 69 -
(2) 超低周波音の評価	- 71 -
(3) 超低周波音の測定方法	- 71 -
3 振動ふるいから発生する超低周波音	- 74 -
(1) 発生のメカニズム	- 74 -
(2) 低減対策	- 74 -
(3) 振動ふるいから発生する超低周波音のパワーレベル	- 75 -

(4) 超低周波音の予測計算式	- 76 -
(5) 超低周波音用防音パネル（BSK-L タイプ）の遮音性能	- 77 -
(6) 超低周波音の対策目標値	- 77 -
(7) 対策方法の留意点と問題点	- 78 -
4 山岳トンネル発破による超低周波音	- 79 -
(1) 予測計算式	- 79 -
(2) 超低周波音の対策目標値	- 80 -
第 5 章 防音設備の積算要領	- 81 -
1 仮設防音設備の設置・撤去に係る費用	- 81 -
(1) 組立工事費	- 81 -
(2) 防音材料費	- 85 -
(3) 鉄骨材料費	- 87 -
(4) 解体工事費	- 89 -
(5) 搬入運搬費・(6) 搬出運搬費	- 89 -
2 仮設防音設備の設置後の騒音測定（効果の確認）に係る費用	- 89 -
3 構造設計費	- 90 -
4 防音設備に付帯して取り付ける設備	- 90 -
5 事前設計に係る費用	- 90 -
6 工事歩掛りの補正值 K	- 90 -
第 6 章 参考資料	- 93 -

第1章 音の基礎

音は、痛い暑いなどという感覚と同様に、我々が持つ感覚の一種であるが、その現象は空気の圧力変化によってもたらされる。圧力変化をもとに考えていくと、音の性質は圧力変化の①伝わる速さ（音速）②回数（周波数）③大きさ（音圧レベル）で表される。

通常、音と呼んでいるのは周波数がおおよそ 20Hz（ヘルツ）～20000Hz の人間の耳で聞くことが出来る範囲を指し、この範囲の音のことを可聴音と呼ぶ。1Hz～20Hz の音は人間の耳には聞こえないがその大きさによっては感覚的にとらえることが出来る。この範囲の音のことを超低周波音と呼ぶ。また、聞こえない音と聞こえる音の低い周波数成分を含んだ 1Hz～100Hz の範囲の音を指して低周波音と呼ぶこともある。低周波音と超低周波音の範囲の違いには注意が必要である。耳に聞こえる音も聞こえない音も基本的には同じ物性を持っている。

1 音の基礎量

(1) 音の伝搬速度

音波（圧力変化）が空気中を伝わる速さを音速という。音速は常温 15℃で約 340m/s、時速に換算すると 1225km/h になる。音速 c は 式 1-1 に示すように温度 t (℃) によって変化し、温度が高くなると速くなる。温度が 1℃上昇すると音速は 0.6m/s、時速で 2.2km/h 速くなる。

$$c = 3315 \sqrt{(273+t) \div 273} \quad [\text{m/s}] \quad \text{式 1-1}$$

(2) 周波数 (Hz)

1 秒間における空気の圧力変化の回数を周波数という。記号は f を用い、単位は Hz（ヘルツ）である。すなわち、1 秒間に 1 回の圧力変化が 1Hz である。周波数の少ない音を低い音（低音）、周波数の多い音を高い音（高音）という。

(3) 周波数帯域

実際の音はいろいろな周波数からなっているが、騒音や低周波音の問題においては、周波数を考える場合、通常周波数帯域を使用する。対象とする周波数範囲をいくつかの周波数帯域のグループ（バンド）に分けて考える。周波数帯域としては、国際的に定められた 1/1 オクターブバンドと 1/3 オクターブバンドがあるが、本書では 1/1 オクターブバンドを使用する。

オクターブバンドとは、周波数帯域の高い方の周波数 f_2 [Hz] が低い方の周波数 f_1 [Hz] の 2 倍になる範囲、つまり、 $f_2/f_1=2$ となる二つの周波数の範囲である。そしてこの帯域を代表する周波数として中心周波数 $f_0 = \sqrt{f_1 \times f_2}$ を定める。本書では可聴域の音に関しては中心周波数 125Hz～4000Hz (125・250・500・1000・2000・4000) の 6 オクターブバンドを使用して検討を行う。音の検討にこのような周波数帯域が用いられるのは、可聴音に対する聴覚上の理由及び騒音防止対策を行う場合に周波数帯域によって音の吸音や遮音あるいは回折現象（障壁の効果）に差があるためである。一般的に周波数の低い音の方が対策は難しい。

(4) 波 長

例えば海の波の場合、波の一番高いところと次の高いところまでの長さを波長という。音の場合も同様に、圧力変化の大きいところと次の大きいところまでの長さ、一般的には、同じ圧力になる空間的な長さを音の波長という。記号は λ を用い、単位はm（メートル）である。

音の波長 λ [m]、周波数 f [Hz]、音速 c [m/s]の間には

$$c \text{ (音速)} = \lambda \text{ (波長)} \times f \text{ (周波数)} \quad \text{の関係がある。}$$

この関係から可聴音の波長を求めると波長はおよそ 1.7cm ～ 17m となる。超低周波音の場合では、周波数を 1Hz ～ 20Hz とするとその波長はおよそ 17m ～ 340m にもなる。

(5) 音の大きさ

騒音問題においては、実用上音の物理的大きさ、つまり音源から出ている音の大きさを表すのに通常音圧レベルが使用される。

1：音圧

縦波の通過により、ある点の圧力が 1 気圧より少し大きくなったり、少し小さくなったり、また元に戻る変化を音圧 p と呼ぶ。この変化する音圧の大きさを表すのに音圧実効値 P という値を使用する。これは音圧最大値の約 70% ($1/\sqrt{2}$) に相当する大きさである。音圧の単位は Pa（パスカル）を用いる。1Pa は 1N/m^2 の圧力、すなわち、 1m^2 にかかる圧力が 1N（ニュートン）の圧力である。音圧実効値を用いると耳が痛くなるような大きな音はおよそ 20Pa で 1 気圧 (10^5Pa) の 5000 分の 1 くらいの大きさである。

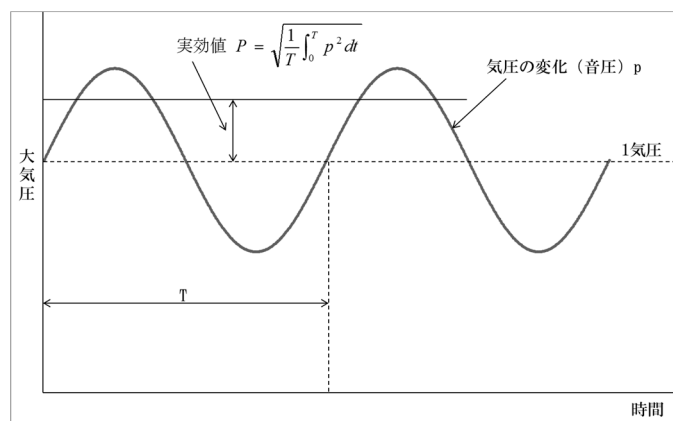


図 1-1 音圧と音圧実効値

2：音圧レベル

音圧実効値を P (パスカル)、音圧の基準値を P_0 (パスカル) とすると、音圧レベル L_p は

$$L_p = 10 \log \left(\frac{P^2}{P_0^2} \right) = 20 \log \left(\frac{P}{P_0} \right) \quad [\text{dB}] \quad \text{式 1-2}$$

となる。単位は dB (デシベル) である。また 基準値は $P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ Pa}$ である。

3：音の強さ

音圧 p の音をもつ音のエネルギーの大きさは、音の強さ $I [\text{W/m}^2]$ で表され、式 1-3 によって求められる。

$$I = p^2 / \rho c \quad [\text{W/m}^2] \quad \text{式 1-3}$$

音の強さは、音の通路に直角な 1 m^2 の面積を 1 秒間に通過する音のエネルギーをワットで表したものであり、音圧の 2 乗に比例する。

ここで、 ρ は空気の密度 $[\text{kg/m}^3]$ 、 c は空気中の音速 $[\text{m/s}]$ である。また ρc は固有音響抵抗 $[\text{Pa} \cdot \text{s/m} = \text{Pa}/(\text{m/s})]$ である。これは、空気を $1 [\text{m/s}]$ の速度で振動させるのに必要な圧力を表している。

音の強さは、 1 m^2 あたり、可聴音の最小可聴値 (0dB) で 1 兆分の 1W, 最大可聴値 (120 dB) でも 1W, また超低周波音の最小可覚値 (20 Hz で 85 dB) では $1/10000 \text{ W}$ くらいで、物理的には小さなエネルギーである。

4：音の強さのレベル

式 1-2 で表される音圧レベルは、式 1-3 の関係を用いて書き直すと式 1-4 の様に表すことが出来る。

$$L_p = 20 \log \left(\frac{P}{2 \times 10^{-5}} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{I_0} \right) = 10 \log \left(\frac{I}{10^{-12}} \right) \quad [\text{dB}] \quad \text{式 1-4}$$

ここで $10 \log(I/I_0) [\text{dB}]$ を強さのレベルといている。 I は音の強さ $[\text{W/m}^2]$ 、 I_0 は音の強さの基準値で $10^{-12} [\text{W/m}^2]$ である。

音圧レベルは音圧実効値を用いて表すことも出来、また、音の強さを用いて表すことも出来る。

5：音響出力とパワーレベル

単位時間 (1 秒間) に音源が放射する音の全エネルギーを音響出力と呼び、量記号を P 、単位は W (ワット) とする。音響出力 $P [\text{W}]$ の音源に対して、基準音響出力 $P_0 = 10^{-12} [\text{W}]$ として定義した音響出力の対数尺度 L_w をパワーレベルと呼ぶ。

$$L_w = 10 \log (P/P_0) \quad [\text{dB}] \quad \text{式 1-5}$$

音響出力の単位も 音圧レベルと同じくデシベルである。

(6) 騒音レベルと周波数補正特性

騒音レベルは、音圧実効値を 40phon の音の大きさの等感曲線に基づいて低周波数域の感度を落とした A 特性と呼ばれる周波数特性で補正した値をレベル化したもので、この特性を使用して測定した JIS 規格による普通騒音計、精密騒音計の読みを騒音レベルと呼ぶ。単位は dB である。A 特性は図 1-2 A 特性補正值に示すような特性である。例えば 250Hz の音は 1000Hz の音よりも 9dB 感度が悪いことを示している。

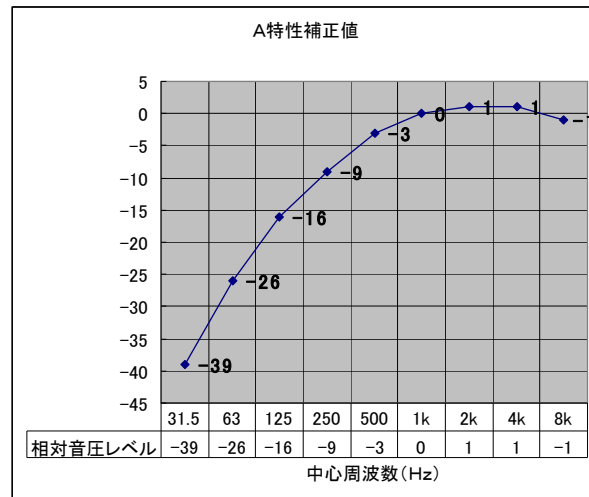


図 1-2 A特性補正值

(7) デシベルとデシベルの計算（合成）

音の強さの範囲は $0.000000000001 \text{ [W/m}^2\text{]}$ から $10 \text{ [W/m}^2\text{]}$ という広い範囲にわたっている。そのため単位に $\text{[W/m}^2\text{]}$ を用いる数値をそのままで表現すると非常に大きく変化する量として記述しなければならず感覚的に理解しにくい。

しかし、ベルという相対単位で表すと、音の強さは 0 ベルから 13 ベルまでの 13 段階で表記出来る。デシベルはこの表記を 10 分の 1 の尺度（デシ）を用いて 0 デシベルから 130 デシベルに置き換えた単位である。

騒音の計算では音圧や音の強さを対数で表現したデシベル[dB]が用いられ騒音レベルの和、差、平均などの計算を行うことが多い。騒音レベルの場合使用する対数は 10 を底とする常用対数で下記のような計算の規則がある。

$$\log (x \times y) = \log (x) + \log (y)$$

$$\log (x \div y) = \log (x) - \log (y)$$

$$\log (x)^n = n \times \log (x)$$

さらに 騒音源が n 個あり各音源を単独で運転した時のある地点の騒音レベルが分かっている場合に全部の音源を同時に運転させたときの騒音レベルを求めるには下記のような計算を行う。

$L1 \text{ [dB]}$ を $10^{(L1/10)}$ という $L1$ が持っているエネルギー量に変換する。この量は物理量で足したり引いたり平均したりすることが可能である。

この物理量を演算したあとで 再度デシベルに変換することでデシベルの計算が可能となる。

全稼動時の騒音レベル ($L_{全}$) は

$$L_{全} = 10 \times \log (10^{(L1/10)} + 10^{(L2/10)} + \sim + 10^{(Ln/10)}) \text{ [dB] } \text{ となる}$$

(8) オールパス (AP)

ある騒音レベルの各周波数成分をすべて合成 (加算) した値。各周波数成分が既知の場合にはその値をデシベル合成して求めることが出来る。

(9) 周波数成分の表示とオールパス (AP)

1/1 オクターブバンドの周波数毎の表示とオールパスの関係を示す。

125Hz・250Hz・500Hz・1kHz・2kHz・4kHz はそれぞれの帯域の中心周波数である。125Hz は低い音の成分を表し、周波数数値が大きくなるほど高い音の成分となる。

AP (オールパス) は、これらの成分をすべて足し合わせた値で、デシベルの計算 (合成) によって求めることが出来る。

音源名称	AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]					
		125	250	500	1k	2k	4k
1次処理機 (3m ³ /min 以上)	110	92	99	105	105	102	94

$$AP = 10 \times \log (10^{92/10} + 10^{99/10} + 10^{105/10} + 10^{105/10} + 10^{102/10} + 10^{94/10}) = 109.59 \text{ となる}$$

(10) 等価騒音レベル ($L_{Aeq,T}$)

一般の騒音源の多くは時間的にみて一定のパワーの騒音を発生していることは少なく、騒音レベルは時間的に変動する。このように変動する騒音の評価量のひとつとして JIS Z8731 では、ある時間範囲 T について、変動する騒音の騒音レベルをエネルギー的な平均値として表した量として定義している。すなわち、変動する騒音を、その騒音がある時間内に発生したエネルギーと等しく、大きさが一定となる騒音レベルに置き換えて表したものである。

変動騒音レベルと等価騒音レベルの概念図を図 1-3 に示す。

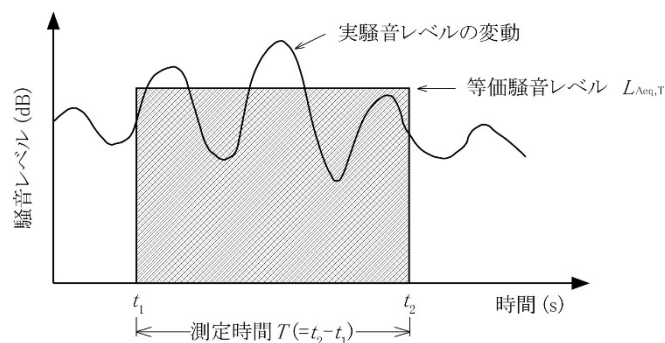


図 1-3 変動騒音レベルと等価騒音レベルの概念図

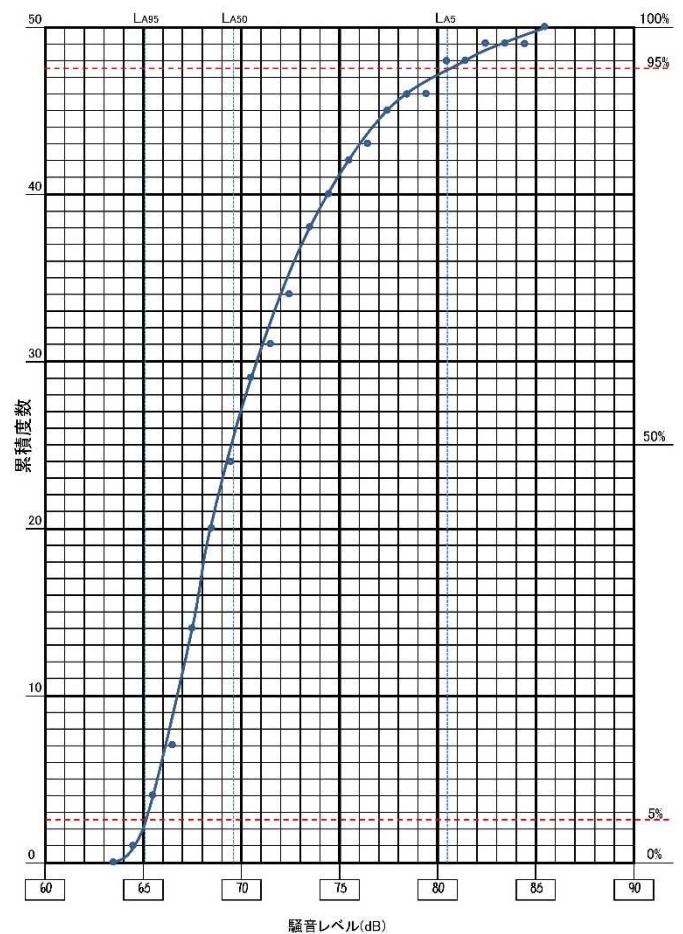
(11) 時間率騒音レベル (L_5 , L_{50} , L_{95})

騒音規制法では「騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合には、測定値の 90 パーセントレンジの上端の数値とする」と規定している。90 パーセントレンジの上端値は統計的に求められ、時間率騒音レベル L_5 ともいう（このレベル以上の騒音が全測定時間の 5% を占めるという意味）。同様に L_{50} を中央値、 L_{95} を 90 パーセントレンジの下端値という。

時間率騒音レベルを求めるには、一定時間間隔ごとに騒音レベルを読み取って、それらの数値の累積度数曲線から L_5 を求める。 L_5 を求めるには、図 1-4 のような累積度数分布表を作成するか、あるいは自動演算機能付きの騒音計を用いて測定する。

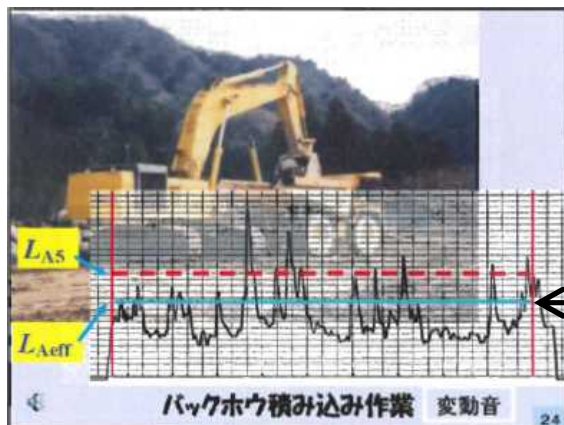
図 1-4 時間率騒音レベルの求め方

測定の対象、場所、条件など											年 月 日
											： ～ ：
											気象条件：
											測定器：
											測定者：
											周波数補正： 動特性：
測定結果	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	71	72	64	65	67	66	69	68	70	73	
	73	70	78	69	68	67	67	72	74	80	
	76	77	66	85	65	67	68	73	69	70	
	71	72	70	67	75	67	68	65	80	77	
	74	73	70	68	82	75	66	67	68	69	
末尾の 数字	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
60台					0	1	4	7	14	20	24
70台	5	2	3	4	2	2	1	2	1	0	
	29	31	34	38	40	42	43	45	46	46	
80台	2	0	1	0	0	1					
	48	48	49	49	49	50					
90台											
台											
騒音レベル 中央値 (L_{50}) = 70 dB 90%上端値 (L_5) = 80 dB 90%下端値 (L_{95}) = 65 dB											

(12) 実効騒音レベル (L_{Aeff})

不規則に変動する騒音又は連続的に発生する間欠性・衝撃性の騒音について、統計的に安定した結果を得るのに十分な時間にわたる騒音レベルのエネルギー平均値のこと。

（建設機械などがある限られた時間内（数十秒～数十分程度）に一連の作業騒音を発生する場合のその作業時間における騒音レベルのエネルギー平均値を表す）



日本音響学会音響技術セミナー資料より

 L_{Aeff} 一連の作業時間内に発生する
エネルギー平均値 [dB]

(13) 音の大きさの感じ方

音の大きさの感じ方の例

120 dB	飛行機のエンジンの近く
110 dB	自動車の警笛（前方2 m） リベット打ち
100 dB	電車が通るときのガード下
90 dB	騒々しい工場内 大声による独唱
80 dB	電車の車内 地下鉄の車内
70 dB	電話のベル 騒々しい街頭 騒々しい事務所の中
60 dB	普通の会話 静かな乗用車
50 dB	静かな事務所
40 dB	市内の深夜 図書館 静かな住宅の昼
30 dB	郊外の深夜 ささやき声
20 dB	木の葉のふれあう音 置き時計の秒針の音（前方1 m）



2 騒音に関する法規制・規定

(1) 環境基本法と環境基準

環境基本法は、（旧）公害対策基本法に代わり、平成 6 年 8 月に施行された。その目的は「環境の保全について、基本理念を定め、並びに国、地方公共団体、事業者及び国民の責務を明らかにするとともに、環境の保全に関する施策の基本となる事項を定めることにより…」である。このため、「政府は…騒音に係る環境上の条件について、人の健康を保護し、及び、生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるものとする」に基づいて、騒音に係る環境基準を閣議決定や告示の形で示しており、また、多くは随時改正されている。

環境基本法にいう「環境基準」は、大気の汚染、水質の汚濁、土壌の汚染及び騒音に係る環境上の条件についてそれぞれ人の健康を保護し及び生活環境をそれぞれ保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるもので、行政上の目標としての基準である。

(2) 騒音に係る環境基準

1：環境基準値

環境基本法第 16 条第 1 項の規定に基づく環境基準は、地域の類型及び時間の区分ごとに次表の基準値の欄に掲げるとおりとし、各類型をあてはめる地域は、都道府県知事が指定する。

次に掲げる地域の類型及び時間の区分に基づき設定される環境基準値は以下のとおりである（答申とは地域類型の表現方法が異なるが基準値に変更はない）。

(a) 道路に面する地域以外の地域

表 1-1 道路に面する地域以外の地域の基準値（平成 10.9.30 環境庁告示第 64 号）

地域の類型	基準値	
	昼 間	夜 間
AA	50 デシベル以下	40 デシベル以下
A及びB	55 デシベル以下	45 デシベル以下
C	60 デシベル以下	50 デシベル以下

(b) 道路に面する地域

表 1-2 道路に面する地域の基準値（平成 10.9.30 環境庁告示第 64 号）

地 域 の 区 分	基 準 値	
	昼 間	夜 間
A地域のうち 2 車線以上の車線を有する道路に面する地域	60 デシベル以下	55 デシベル以下
B地域のうち 2 車線以上の車線を有する道路に面する地域及びC地域のうち車線を有する道路に面する地域	65 デシベル以下	60 デシベル以下

この場合において、幹線交通を担う道路に近接する空間については、上表にかかわらず特例として次表の基準値の欄に掲げるとおりとする。

基 準 値	
昼 間	夜 間
70 デシベル以下	65 デシベル以下
備考：個別の住居等において騒音の影響を受けやすい面の窓を主として閉めた生活が営まれていると認められる時は、屋内へ透過する騒音に係る基準(昼間にあっては 45 デシベル以下、夜間にあっては 40 デシベル以下)によることが出来る。道路に近接する空間とは沿道第 1 列に相当する空間。	

(c) 地域の類型

- A A：療養施設、社会福祉施設等が集合して設置される地域など特に静穏を要する地域
 A：専ら住居の用に供される地域
 B：主として住居の用に供される地域
 C：相当数の住居と併せて商業、工業等の用に供される地域

(d) 時間の区分

昼間：午前 6 時から午後 10 時まで

夜間：午後 10 時から翌日の午前 6 時まで

2：対象とする騒音の範囲

道路に面する地域の騒音を評価する場合、対象とする騒音は自動車交通等により発生する騒音であり、本環境基準の適用対象外である騒音や、環境基準に基づく騒音の評価の妨げとなる騒音は除外する。なお、地域の残留騒音は除外する必要はない。

3：環境基準の評価

(a) 環境基準の基準値の評価

① 評価は、個別の住居等が影響を受ける騒音レベルによることを基本とし、住居等の用に供される建物の騒音の影響を受けやすい面における騒音レベルによって評価するものとする。この場合において屋内へ透過する騒音に係る基準については、建物の騒音の影響を受けやすい面における騒音レベルから当該建物の防音性能値を差し引いて評価するものとする。

② 騒音の評価手法は、等価騒音レベルによるものとし、時間の区分ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによって評価することを原則とする。

③ 評価の時期は、騒音が1年間を通じて平均的な状況を呈する日を選定するものとする。

④ 評価のために測定を行う場合は、原則として日本工業規格 Z 8731 に定める環境騒音の表示・測定方法による。当該建物による反射の影響が無視出来ない場合にはこれを避けうる位置で測定し、これが困難な場合には実測値を補正するなど適切な措置を行うこととする。また、必要な実測時間が確保出来ない場合等においては、測定に代えて道路交通量等の条件から騒音レベルを推計する方法によることが出来る。

なお、著しい騒音を発生する工場及び事業場、建設作業の場所、飛行場並びに鉄道の敷地内並びにこれらに準ずる場所は、測定場所から除外する。

(b) 環境基準の達成状況の地域としての評価

① 道路に面する地域以外の地域については、原則として一定の地域ごとに当該地域の騒音を代表すると思われる地点を選定して評価するものとする。

② 道路に面する地域については、原則として一定の地域ごとに当該地域内の全ての住居等のうち(1)の環境基準の基準値を超過する戸数及び超過する割合を把握することにより評価するものとする。

4：達成期間等

(a) 環境基準

① 道路に面する地域以外の地域については、環境基準の施行後直ちに達成され、又は維持されるよう努めるものとする。

② 既設の道路に面する地域については、関係行政機関及び関係地方公共団体の協力の下に自動車単体対策、道路構造対策、交通流対策、沿道対策等を総合的に実施することにより、環境基準の施行後10年以内を目途として達成され、又は維持されるよう努めるものとする。

ただし、幹線交通を担う道路に面する地域であって、道路交通量が多くその達成が著しく困難な地域については、対策技術の大幅な進歩、都市構造の変革等とあいまって、10年を超える期間で可及的速やかに達成されるよう努めるものとする。

③ 道路に面する地域以外の地域が、環境基準が施行された日以降計画された道路の設置によって新たに道路に面することとなった場合にあっては、当該道路の供用後直ちに達成され

又は維持されるよう努めるものとし環境基準が施行された日より前に計画された道路の設置によって新たに道路に面することとなった場合にあっては②を準用するものとする。

(b) 道路に面する地域で幹線交通を担う道路に近接する空間

道路に面する地域のうち、幹線交通を担う道路に近接する空間の後背地に存する建物の中高層部に位置する住居等において、当該道路の著しい騒音はその騒音の影響を受けやすい面に直接到達する場合は、その面の窓を主として閉めた生活が営まれていると認められ、かつ屋内へ透過する騒音に係る基準が満たされたときは、環境基準が達成されたものとみなすものとする。

(c) 夜間騒音レベルが 73 デシベルを超える住居等が存在する地域

夜間の騒音レベルが 73 デシベルを超える住居等が存在する地域における騒音対策を優先的に実施するものとする。

5：環境基準の適用除外について

この環境基準は、別に定めのある航空機騒音、鉄道騒音及び建設作業騒音には適用しないものとする。

6：施 行 日

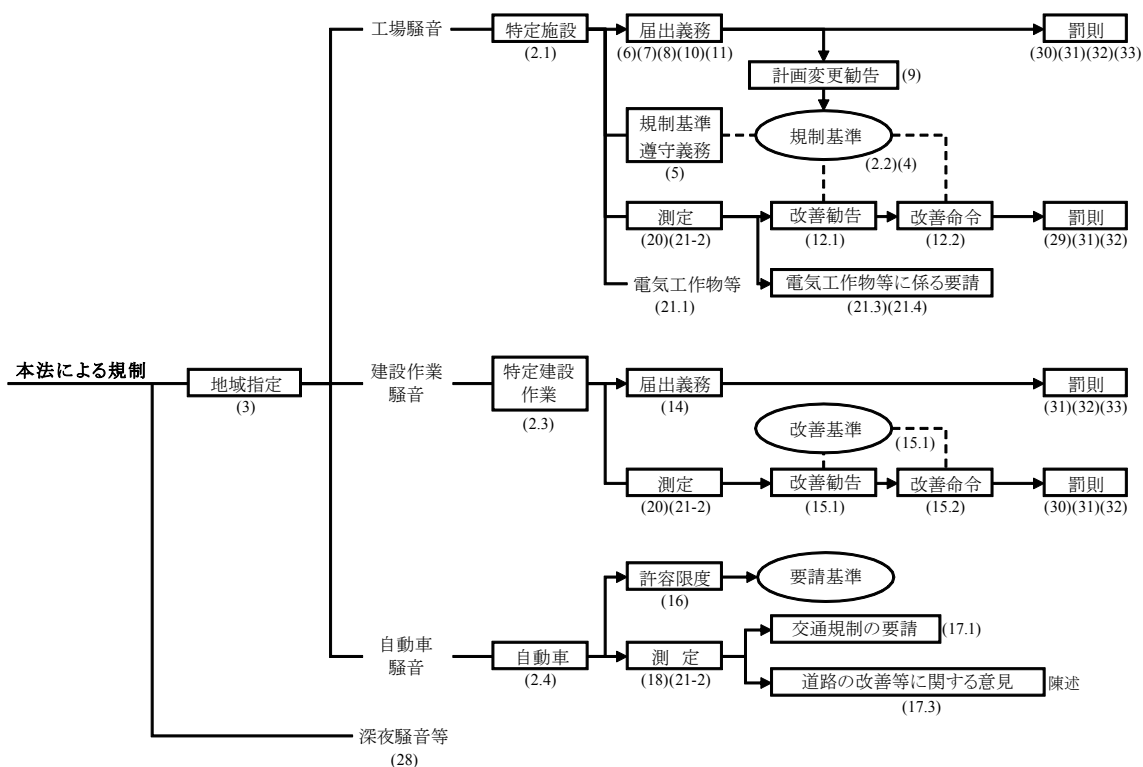
この告示は、平成 11 年 4 月 1 日から施行。

(3) 騒音規制法と規制基準

騒音規制法は、「工場及び事業場における事業活動並びに建設作業に伴って発生する相当範囲にわたる騒音について必要な規制を行うとともに、自動車騒音に係る許容限度を定めること等により、生活環境を保全し国民の健康の保護に資することを目的とする」もので、昭和 46 年 7 月に施行（平成 26 年に一部改正）されている。

騒音規制法では、鉄道騒音および航空機騒音は対象としていない。

騒音規制法の法体系の概要



公害防止の技術と法規（騒音編）より

1：工場及び事業場騒音

著しい騒音を発生する「特定施設」及び「特定建設作業」は騒音規制法施行令に定められている。[規制基準]は、特定施設を設置する工場又は事業場（特定工場等）において発生する騒音の特定工場等の敷地の境界線における大きさの許容限度をいう（法 2 条）。都道府県知事は、生活環境を保全する必要があると認める地域を「騒音を規制する地域」として指定しなければならない（法 3 条）。また時間及び区域の区分ごとの規制基準を定めなければならない（法 4 条）。

環境庁は、規制に関する基準並びに測定の方法について、「特定工場において発生する騒音の規制に関する基準」、及び「特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」として告示している。なお、告示や通達などにはまだ騒音レベルの単位としてホンや dB（A）などの表記が残っているが、以下の表 1-3 においては全てデシベル（dB）に統一した。

2：騒音規制規準値の範囲

表 1-3 騒音規制法第 4 条第 1 項に規定する時間の区分及び区域の区分ごとの基準

（昭和 43 年 11 月 27 日厚生・農林・通産・運輸省告示、平成 18 年改正環境省告示 132 号）

時間の区分 区域の区分	昼 間	朝・夕	夜 間
第1種区域	45dB 以上 50dB 以下	40dB 以上 45dB 以下	40dB 以上 45dB 以下
第2種区域	50dB 以上 60dB 以下	45dB 以上 50dB 以下	40dB 以上 50dB 以下
第3種区域	60dB 以上 65dB 以下	55dB 以上 65dB 以下	50dB 以上 55dB 以下
第4種区域	65dB 以上 70dB 以下	60dB 以上 70dB 以下	55dB 以上 65dB 以下

前項に規定する第 1 種区域、第 2 種区域、第 3 種区域及び第 4 種区域とは、それぞれ次の各号に掲げる区域をいう。

- 1：第 1 種区域とは…良好な住居の環境を保全するため、特に静穏の保持を必要とする区域
- 2：第 2 種区域とは…住居の用に供されているため、静穏の保持を必要とする区域
- 3：第 3 種区域とは…住居の用にあわせて商業、工業等の用に供されている区域であって、その区域内の住民の生活環境を保全するため、騒音の発生を防止する必要がある区域
- 4：第 4 種区域とは…主として工業等の用に供されている区域であって、その区域内の住民の生活環境を悪化させないため、著しい騒音の発生を防止する必要がある区域

ただし、上表に掲げる第 2 種区域、第 3 種区域または第 4 種区域に所在する学校、保育所、病院、患者の収容施設を有する診療所、図書館、特別養護老人ホーム（学校教育法、児童福祉法等関係法規で定められているもの）の敷地の周囲の概ね 50 メートルの区域内における規制基準は、都道府県知事等が規制基準として定める値（以下当該値）から 5 デシベルを減じた値以上とすることが出来る。

3：用途地域の例

区域の区分	用途地域	区域の区分	用途地域
第1種区域	第1種低層住居専用地域	第3種区域	近隣商業地域
	第2種低層住居専用地域		商業地域
第2種区域	第1種中高層住居専用地域	第4種区域	準工業地域
	第2種中高層住居専用地域		工業地域
	第1種住居地域		
	第2種住居地域		
	準住居地域		工業専用地域

第一種低層住居専用地域



低層住宅のための地域です。小規模なお店や事務所をかねた住宅や、小中学校などが建てられます。

第二種低層住居専用地域



主に低層住宅のための地域です。小中学校などのほか、150㎡までの一定のお店などが建てられます。

第一種中高層住居専用地域



中高層住宅のための地域です。病院、大学、500㎡までの一定のお店などが建てられます。

第二種中高層住居専用地域



主に中高層住宅のための地域です。病院、大学などのほか、1,500㎡までの一定のお店や事務所など必要な利便施設が建てられます。

第一種住居地域



住居の環境を守るための地域です。3,000㎡までの店舗、事務所、ホテルなどは建てられます。

第二種住居地域



主に住居の環境を守るための地域です。店舗、事務所、ホテル、カラオケボックスなどは建てられます。

準住居地域



道路の沿道において、自動車関連施設などの立地と、これと調和した住居の環境を保護するための地域です。

近隣商業地域



まわりの住民が日用品などの買い物をするための地域です。住居や店舗のほかに小規模の工場も建てられます。

商業地域



銀行、映画館、飲食店、百貨店などが集まる地域です。住宅や小規模の工場も建てられます。

準工業地域



主に軽工業の工場やサービス施設等が立地する地域です。危険性、環境悪化が大きい工場のほかは、ほとんど建てられます。

工業地域



どんな工場でも建てられる地域です。住宅やお店は建てられますが、学校、病院、ホテルなどは建てられません。

工業専用地域



工場のための地域です。どんな工場でも建てられますが、住宅、お店、学校、病院、ホテルなどは建てられません。

4：全国都道府県の規制基準値

都道府県の規制基準値（1）

区域	第一種区域		第二区域		第三種区域		第四種区域		時間帯	
時間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
北海道	45	40	55	40	65	50	70	60	8～19	22～6
青森県	50	45	55	45	65	50	70	55	8～19	21～6
岩手県	50	40	55	45	65	50	70	55	8～18	22～6
宮城県	50	40	55	45	60	50	65	55	8～19	22～6
秋田県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～18	21～6
山形県	50	45	55	45	65	50	70	55	8～19	21～6
福島県	50	40	55	45	60	50	65	55	7～19	22～6
茨城県	50	40	55	45	65	50	70	55	8～18	21～6
栃木県	50	45	55	45	65	50	70	60	8～18	22～6
群馬県	45	40	55	45	65	50	70	55	8～18	21～6
埼玉県	50	45	55	45	65	50	70	60	8～19	22～6
千葉県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～19	22～6
東京都	45	40	50	45	60	50	70	55	8～19	23～6
神奈川県	50	40	55	45	65	50	70	55	8～18	23～6
新潟県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～18・20	21・22～6
富山県	45	40	55	40	65	50	70	63	8～19	22～6
石川県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～19	22～6
福井県	50	40	60	45	65	55	70	60	8～19	22～6
山梨県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～19	22～6
長野県	50	45	60	50	65	55	70	65	8～18	21～6
岐阜県	50	40	60	45	65	50	70	60	8～19	23～6
静岡県	50	40	55	45	65	55	70	60	8～18	22～6
愛知県	45	40	50	40	65	50	70	60	8～19	22～6

市町村では条例等で定めた規制基準値があるため、音響検討に使用する規制値と時間帯は、当該役所に問い合わせして確認する必要がある。

都道府県の規制基準値（2）

区域	第一種区域		第二区域		第三種区域		第四種区域		時間帯	
時間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
三重県	50	40	55	45	65	55	70	60	8～19	22～6
滋賀県	50	40	55	45	65	55	70	60	8～18	22～6
京都府	45	40	50	40	65	50	70	55	8～18	22～6
大阪府	50	40	55	45	65	55	70	60	8～18	21～6
兵庫県	50	40	60	45	65	50	70	60	8～18	22～6
奈良県	50	40	60	45	65	50	70	55	8～18	22～6
和歌山県	50	40	55	45	65	55	70	60	8～20	22～6
鳥取県	50	45	60	45	65	50	70	65	8～19	22～6
島根県	50	40	55	40	65	50	70	60	8～18	21～6
岡山県	50	40	60	45	65	50	70	55	7～20	22～5
広島県	50	45	55	45	65	55	70	65	8～18	22～6
山口県	50	40	60	45	65	55	70	65	8～18	21～6
徳島県	50	40	55	45	65	55	70	60	7～19	22～5
香川県	50	40	55	45	65	50	70	60	8～19	22～6
愛媛県	50	45	60	45	65	50	70	60	8～19	22～6
高知県	50	40	55	45	65	55	70	60	8～19	22～6
福岡県	50	45	60	50	65	55	70	65	8～19	23～6
佐賀県	50	45	60	50	65	55	70	65	8～19	23～6
長崎県	50	40	60	45	65	50	70	55	8～20	22～6
熊本県	50	40	60	45	65	50	70	60	8～19	22～6
大分県	50	40	60	45	65	50	70	60	8～19	22～6
宮崎県	45	40	55	45	65	50	70	55	8～19	22～6
鹿児島県	50	40	60	45	65	50	70	55	8～19	22～6
沖縄県	45	40	50	40	60	50	65	55	8～19	21～6

市町村では条例等で定めた規制基準値があるため、音響検討に使用する規制値と時間帯は、当該役所に問い合わせして確認する必要がある。

5：特定建設作業騒音

特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準（昭和 43.11.27 厚生省・建設省告示、平成 12 年環境庁告示 16 号）については、「特定建設作業の場所の敷地の境界線において、85dB を超える大きさでないこと」とされ、かつ区域毎に作業時間帯、1 日の作業時間、継続日数、曜日に制限が設けられている。

「特定建設作業」は平成 8 年 12 月 20 日政令第 338 号「騒音規制法施行令の一部を改正する政令」で改正され次表の 6～8 が追加され、平成 9 年 10 月 1 日より施行された。（表 1-4）

表 1-4 特定建設作業における騒音の規制基準
(昭和 43 年 11 月 27 日厚生・建設省告示 平成 12 年環境庁告示 16 号)

NO	建設作業の分類	基準値	作業時間		1 日における延べ作業時間		同一場所における連続作業時間		日曜休日における作業
			1 号区域	2 号区域	1 号区域	2 号区域	1 号区域	2 号区域	
1	くい打機（もんけんを除く。）、くい抜機又はくい打くい抜機（圧入式くい打くい抜機を除く。）を使用する作業（くい打機をアースオーガーと併用する作業を除く。）	敷地境界にて八十五デシベル	午前七時 午後七時	午前六時 午後十時	十時間以内	十四時間以内	六日以内	六日以内	禁止
2	びょう打機を使用する作業								
3	さく岩機を使用する作業（作業地点が連続的に移動する作業にあつては、1 日における当該作業に係る 2 地点間の最大距離が 50 メートルを超えない作業に限る。）								
4	空気圧縮機（電動機以外の原動機を用いるものであって、その原動機の定格出力が 15 キロワット以上のものに限る。）を使用する作業（さく岩機の動力として使用する作業を除く。）								
5	コンクリートプラント（混練機の混練容量が 0.45 立方メートル以上のものに限る。）又はアスファルトプラント（混練機の混練重量が 200 キログラム以上のものに限る。）を設けて行う作業（モルタルを製造するためにコンクリートプラントを設けて行う作業を除く。）								
6	バックホウ（一定の限度を超える大きさの騒音を発生しないものとして環境大臣が指定するものを除き、原動機の定格出力が 80 キロワット以上のものに限る。）を使用する作業								
7	トラクターショベル（一定の限度を超える大きさの騒音を発生しないものとして環境大臣が指定するものを除き、原動機の定格出力が 70 キロワット以上のものに限る。）を使用する作業								
8	ブルドーザー（一定の限度を超える大きさの騒音を発生しないものとして環境大臣が指定するものを除き、原動機の定格出力が 40 キロワット以上のものに限る。）を使用する作業								

(※) 作業地点が連続的に移動する作業にあつては、一日における当該作業に係る二地点間の最大距離が 50m を超えない作業に限る。

- (1) 1 号区域 第一種低層住居専用地域、第二種低層住居専用地域、第一種高層住居専用地域、第二種高層住居専用地域、第一種住居地域、第二種住居地域、準住居地域、近隣商業地域、商業地域、準工業地域、用途地域として定められていない地域、工業地域のうち学校・病院等の周囲概ね 80m 以内の地域
- (2) 2 号区域 工業地域のうち学校・病院等の周囲概ね 80m 以外の区域

3 騒音の測定方法

(1) 環境基準に基づく測定方法

環境基準に係る騒音の評価指標は等価騒音レベル (L_{Aeq}) によるものとし、基準時間帯ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによって評価することを原則とする。

騒音の測定方法は、原則として JIS Z 8731 : 1999「環境騒音の表示・測定方法」による。

1：測定位置

測定を行う場合は、建物から 1～2m の距離にある地点の騒音レベルを測定し、その値によって評価することを原則とする。当該建物による反射の影響が無視出来ない場合にはこれを避けうる位置で測定し、これが困難な場合には実測値を補正するなど適切な処置を行うこととする。

2：測定高さ

マイクロホン高さは、住居等の生活面高さとする。

3：観測時期

騒音の測定は、1 年を代表すると思われる日を選んで行う。通常は騒音レベルが 1 年のうちで平均的となる日で、土曜日、日曜日を除く平日に行う。

＜注＞平均的な状況を呈する日としては、秋季の平日が考えられる。季節的にはその他の季節を排除するものではないが、年末年始、帰省時期、夏休み等教育期間の休みの時期は避けるべきである。

4：基準時間帯

騒音を評価する基準時間帯は、環境基準に基づき、昼（6：00～22：00）、夜（22：00～6：00）の 2 時間帯とする。＜注＞この時間帯区分は都道府県等による差を設けず、一律に適用される。

5：観測時間

観測時間は原則として 1 時間として 1 日 24 時間の測定結果より基準時間帯の L_{Aeq} を求める。

6：観測時間に区分して測定を行う場合の実測時間

評価は、基準時間帯ごとの全時間を通じた等価騒音レベルによることを原則としているが、評価のために測定を行う場合においては、騒音レベルの変動等の条件に応じて、実測時間を短縮することも可能である。この場合、連続測定した場合と比べて統計的に十分な精度を確保し得る範囲内で適切な実測時間とすることが必要である。

＜注＞道路に面する地域においては、各観測時間内の実測時間は原則として 10 分以上とする。10 分間で当該観測時間内の騒音が代表出来る場合、実測時間は 10 分とする。例えば毎正時から 10 分間のように実測時間を基準時間帯内で均等に配置する。

一般地域においては、人の生活活動に伴う大小様々な騒音が間欠的に発生することが想定され

るため、道路に面する地域のように 10 分間の測定により観測時間あるいは基準時間帯（評価時間）の代表値を得ることは困難であることが多い。ただし、深夜などで人の活動に伴う騒音発生がほとんどないような場合には、少なくとも 10 分以上の実測時間の測定で観測時間代表値としてもよい。

（騒音に係る環境基準の評価マニュアル 環境庁 基本評価編より 平成 11 年 6 月）

(2) 騒音規制法に基づく測定方法

(2)-1 特定施設、特定工場

特定施設、工場の稼動時に敷地境界等で騒音を測定し、騒音の現状を把握するとともに、測定結果と対象地域の騒音規制基準値を比較検討し、騒音規制基準値を満足していることを確認する。

測定方法は JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」に準拠して行うが、特定施設、工場の基本的な測定方法、留意点を下記に示す。

1：測定方法

測定方法および騒音の大きさの決定は、発生する騒音の状況により異なり次のとおりである。

(a) 定常騒音

騒音計の指示値が変動せず、又は変動が少ない場合は、その指示値

(b) 間欠騒音

周期的、又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が概ね一定の場合は、その変動ごとの指示値の最大値の算術平均値

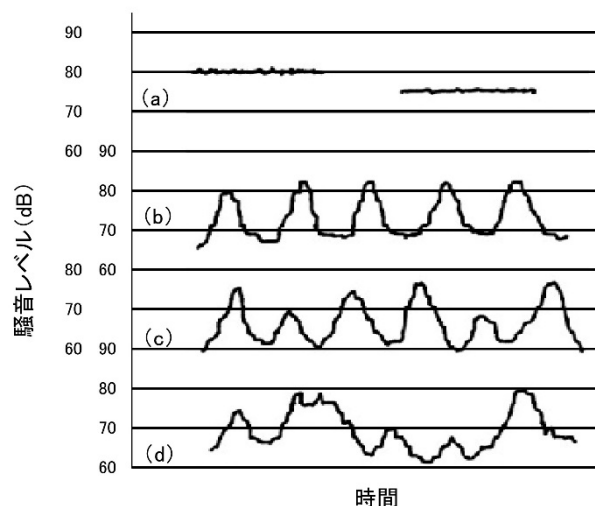
(c) 変動する間欠騒音

周期的、又は間欠的に変動し、その指示値の最大値が一定でない場合は、その変動ごとの指示値の最大値の 90 パーセントレンジの上端値 (L_5)

(d) 不規則大幅に変動する騒音

不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の 90 パーセントレンジの上端値 (L_5)

図 1-5 騒音レベル時間変動パターン例



<注>

特定施設、工場の騒音規制法に基づく測定評価は、全てが時間率騒音レベルの 90 パーセントレンジの上端値 (L_5) ではなく、騒音の発生状況により異なり、定常騒音の場合はその騒音計の指示値（読み取り値）である。

変動騒音の場合は時間率騒音レベルを求め、90 パーセントレンジの上端値 (L_5) で評価するが、ISO 等音響関係で推奨されており、JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」に示されている等価騒音レベルを同時に求めることが望ましい。

特に留意する点は、工場構内の騒音は定常騒音で、敷地境界で測定値が変動騒音の場合、「環境騒音の表示・測定方法」に準じて、時間率騒音レベルのみで評価することは非常に危険で、誤解を招く恐れがある。特定施設、工場の稼働時に発生する騒音は、特殊な場合を除いて定常騒音および間欠騒音が多く、工場からの騒音が定常騒音で、敷地境界の測定結果が背景雑音等（周辺の道路交通騒音等の暗騒音）の影響で大幅に変動している場合は、レベルレコーダ等の記録より、安定した時間帯の騒音レベルを測定値とすることが基本となる。

なお環境基準等の現状の騒音状況を把握する場合は、等価騒音レベルで評価する。

2：使用測定機器

(a) 騒音計

基本的に騒音の測定評価の原則は騒音計の指示値（読み取り値）であり、普通騒音計のみで測定は行えるが、変動騒音等の場合のデータ処理およびデータ記録が必要な場合はレベルレコーダ、データレコーダと組み合わせて測定する。なお時間率騒音レベル、等価騒音レベル、単発騒音暴露レベル等の処理機能が内蔵された騒音計が普及しており、これらの騒音計を使用してデータ処理を効果的に行う方法が、最近は多く用いられている。

(b) 騒音計、レベルレコーダ

測定時の時間的レベル変動を把握したい場合、また、測定記録が必要な場合は、騒音計とレベルレコーダを組み合わせて測定する。変動騒音の場合は時間率騒音レベルを求めるのに必要な時間、5～10分間程度とし、定常騒音の場合は、安定していることが確認出来る2～3分間程度とする。この測定システムの特徴は、レベルレコーダの記録から時間率騒音レベルを求める場合、対象外の騒音、例えば救急車のサイレン等特異な騒音を排除して時間率騒音レベルを求めることが出来ることである。

また参考値として等価騒音レベルを求める際にも除外音の種類、レベル発生時刻等もレコーダ上に記録として残せるため便利である。

(c) 騒音計、データレコーダ

現地においてデータレコーダに記録し、後日実験室、分析室等で記録の再生、周波数分析等を行う。特に周波数成分が必要な場合、後日詳細な解析等が必要な場合に用いられる。

なお、周波数分析および各周波数成分結果を記録出来る騒音計もあり、目的、状況に応じて測定機器を選択する。なおデジタルオーディオテープレコーダ（DAT）を使用する場合、用いるチャンネル数により測定周波数の上限が異なるため騒音計の測定周波数範囲との整合性をとる必要がある。

(d) レベル処理機能付騒音計

予め定めた実測時間内の等価騒音レベルや時間率騒音レベルを自動的に演算する。演算は測定現場で直接あるいはデータレコーダに収録したものを再生したものから求めるのいずれの方法でも可能である。騒音計の動特性と同じ特性を備えており、すべてのデータ（ L_{Aeq} 、 L_x 、 L_{max} 、 L_p 等）をプリントアウト出来る。

ただしレベル処理器のレベルサンプリング間隔と全測定時間（実測時間）が規定に定められている条件に適合するように配慮、注意する必要がある。

3：測定位置

測定位置は敷地境界線上を原則とし、測定位置の間隔等は敷地境界の周辺長さ等で決定する方法もあるが、一般的に音源に近い地点、民家等が近接する地点等を中心に等間隔に敷地境界線上に測定地点を設定する。また、必要に応じて、民家、病院等の周辺施設に測定地点を設定し測定する場合もある。敷地境界線上に建物等がありその影響で測定が不可能な場合、例えば塀等の場合は原則として塀より 30cm 程度上で測定する。また周辺に高層住宅等がある場合は、その高さや音源から受音点までの直達高さにおける敷地境界線上との交点での測定が必要となる場合がある。

4：測定回数、時間帯

特定施設、工場の稼働状況が昼間等の時間帯内に変化しない場合は、発生する騒音も変動は見られないため、条例等で定められた時間帯毎に測定を行う。工場からの発生騒音が稼働状況等により変動する場合は各時間帯で変動の大きい時間帯に測定する。

朝、夕の時間帯は各 1 回、昼、夜の時間帯は 2 回以上測定することが望ましいとされている。

5：測定項目と主な騒音源

測定結果は、測定地点、測定時刻、レベル変動解析結果（時間率騒音レベル L_5 、 L_{50} 、 L_{95} ）および騒音の読み取り値（比較的強く安定したレベル）をまとめ、さらに等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）を求めることが望ましい。特に騒音の読み取り値は、周辺の騒音の影響が少なく、施設、工場等の騒音を代表していると思われる値で非常に重要である。

騒音レベル測定において、騒音計の値と同様に、周辺の音環境、特に主な騒音源等を、聴感覚、視覚で確認、把握することが非常に重要である。

6：暗騒音の補正について

例えば工場騒音を対象騒音とした場合、道路交通騒音等の工場騒音以外の周辺騒音を暗騒音と呼んでいる。施設、工場の稼働を任意に稼働、停止が可能な場合は工場稼働時と停止時に測定を行い、暗騒音補正を行うことが出来る。一般的に工場設備は停止が不可能な場合が多く、可能な場合でも夜間のみ停止等で任意の稼働、停止が困難で、時間的な差が生じるため、理論的に精度の高い暗騒音補正は困難と思われる。特に暗騒音補正で注意する点は、定常騒音同士の場合は、暗騒音補正は行えるが、変動騒音と定常騒音、変動騒音と変動騒音（時間率騒音レベル）の場合は暗騒音補正が行えないことである。

7：評価方法

影響評価方法は、対象地域の基準値と測定結果を比較検討して、規制基準値を満足していることをデータで確認する。工場が設置されている地域（例えば工場地域）と接している地域（例えば住宅地域）の規制基準が異なる場合は、規制基準値の厳しい区域の規制基準値（例えば住宅地域）が適用される場合があるので注意する必要がある（都道府県条例により異なるので注意）。敷地境界の測定結果の変動が少ない場合は定常騒音として指示値（読み取り値）を読み取る。

工場発生音は定常音で、敷地境界測定結果が変動している場合は、測定結果で対象外騒音の影響が出来るだけ少なく、安定している時間帯の指示値を読み取る。工場発生音、敷地境界測定結

果とも変動している場合は、時間率騒音レベルの 90 パーセントレンジ上端値 (L_5) とする。

(2)-2 建設作業騒音

騒音規制法で規制される建設作業の騒音は、全ての建設作業に伴って発生する騒音に適用されるわけではなく、著しい騒音を発生する作業で、制令で定める「特定建設作業」（騒音規制法施行令・別表第 2）に対して適用される。平成 8 年 12 月の改正により、新たに油圧ショベル、トラクターショベル、ブルドーザーを使用する作業が特定建設作業として追加された。また、建設作業騒音では工場騒音と違って工事現場単位で規制するのではなく、個々の特定建設作業を規制するので、特定建設作業以外の作業は規制の対象とはならない。

1：測定地点

騒音規制法では、建設作業騒音の測定は、作業場所の敷地境界において行うことになっている。敷地境界線上のどの地点で測定を行うかは、苦情者宅の場所、周辺の暗騒音の影響（道路や工場等）、障害物の有無等を勘案して決める。

2：測定機器

騒音規制法では計量法 71 条に合格した騒音計を用いることが明記されている。実際の測定では検定に合格した騒音計にレベルレコーダを接続して行うことが多い。騒音対策のために周波数分析を行う必要がある場合は、騒音計に DAT（デジタルオーディオテープレコーダ）等の録音装置を接続して録音する。

3：測定項目

騒音測定の項目としては、騒音レベルの最大値、平均値、時間率騒音レベル (L_5 、 L_{50} 、 L_{95})、等価騒音レベル (L_{Aeq})、暗騒音レベル等がある。対象となる騒音の発生形態によって評価方法が異なってくるので、事前に予備調査を行ってから測定項目を決めることが望ましい。なお、騒音測定結果とともに、測定日時、測定地点、測定場所の状況、周辺の状況、測定対象となった作業等を記録する。

4：測定方法

測定方法は JIS Z 8731「環境騒音の表示・測定方法」に準拠して行う。測定点は建物などの反射物からなるべく 3.5m 以上離れ、地上 1.2～1.5m の高さとする。騒音規制法では騒音計の周波数補正回路は A 特性、動特性は FAST とすることが明記されているが、周波数分析を行う場合には周波数補正回路を F 特性にすることもある。

なお、暗騒音の影響がある場合については、なるべくその影響が避けられる時間帯、場所で測定を行うことが望ましい。

5：評価方法

騒音の大きさは、その発生形態により下記の 4 通りの方法の中から決定する。騒音規制法では、騒音レベルの具体的な読み取り間隔及び個数は明記されていないので、一般的によく用いられて

いる方法を述べる。

(a) 定常騒音

発生している騒音が定常的であると見なせる場合（変動幅が 1dB 以内）はその指示値を、変動幅が 3dB 以内と小さい場合は目視上の平均値あるいは指示値を 10 個程度読み取り、算術平均値で評価する。

(b) 衝撃騒音・間欠騒音（最大値が一定の場合）

くい打機等を使用する作業で発生する衝撃騒音又はブルドーザー等を使用する作業で発生する間欠騒音の観測される騒音レベルの最大値が一定の場合は、その最大値の算術平均値で評価する。例えば、対象となる作業における騒音レベルの最大値の変動幅が 5dB 以内ならば、その指示値を 10 個程度読み取り、算術平均とする。この場合に、1 回の作業に伴って発生する騒音レベルの変動が複数のピークを持つことがあるが、この様な場合はその最大値を読み取る。

(c) 衝撃騒音・間欠騒音（最大値が一定でない場合）

(b) と同じく衝撃騒音、又は間欠騒音で、観測される騒音レベルの最大値が一定でない場合は、その最大値を多数読み取り、時間率騒音レベル L_5 で評価する。例えば、対象となる作業における騒音レベルの最大値の変動幅が 5dB 以上の場合は、その指示値を 20～50 個（なるべく多く）読み取り、 L_5 を求める。

なお、読み取り個数が 20 個未満の少ない場合は、 L_5 の信頼性が低くなるので、指示値のパワー平均値で評価することもある。

(d) 変動騒音

複数の作業が同時に行われている場合に現れるのが騒音の発生形態であり、一定の時間間隔で多数の指示値を読み取り、時間率騒音レベル L_5 で評価する。一般的に、5 秒間隔で、50 個あるいは 100 個の騒音レベルを読み取って累積度数曲線を描いた後 90%レンジの上端値、すなわち L_5 を求める。

(3) 自動車交通騒音

交通騒音に関しては道路沿道での生活環境保全の見地から、自動車単体が発生する騒音の規制（同法第 16 条第 1 項、第 2 項）、及び自動車が道路を走行することにより発生する道路交通騒音の規制が行われている（同法第 17 条第 1 項、第 2 項）。

前者は、環境庁長官（現環境大臣）が同法第 16 条第 1 項に基づき定めた「自動車騒音の大きさの許容限度」を各自動車において確保するため、同法第 16 条第 2 項に基づき運輸大臣（現国土交通大臣）が自動車の保安基準（道路運送車両法第 40 条に基づく省令）において「許容限度」を確保するための騒音防止基準（道路運送車両の保安基準第 30 条）を策定するものである。ここで測定方法を定めている。

後者は、都道府県知事が指定地域内での道路交通騒音の大きさについて総理府令（現内閣府令騒音規制法第 17 条第 1 項の規定に基づく指定地域内における自動車騒音の限度を定める命令）で定める限度を超え、道路周辺の生活環境が著しく損なわれると認めるとき、都道府県公安委員会に対し道路交通法に基づく措置をとるべきことを要請するものである。同命令に測定法が定められている。

4 騒音の測定機器

騒音測定に用いる機器の参考例を示す。

(1) 精密騒音計・普通騒音計



(2) 低周波音レベル計



(3) 周波数分析器



1/3 実時間周波数分析器

(4) レベルレコーダ



(5) データレコーダ



DAT式



コンパクトフラッシュカード式

第2章 トンネル工事の仮設防音設備

トンネル掘削工事で使用する機械や諸設備から発生する騒音が、長時間にわたり騒音規制法に従って定められた都道府県条例や市町村条例に定める基準値を超える場合に、工事期間中に限り、騒音の発生源を吸音・遮音効果のある防音パネル等によって囲んで周辺の環境を保全する設備のことを仮設防音設備という。

仮設防音設備の設置にあたっては、周辺環境、工事期間、関係法令など十分な調査検討を行うのはもとより、周辺の住民の反応も考慮する必要がある。また、騒音防止の効果だけでなくその経済性についても慎重に検討を行う必要がある。本書ではトンネル工事を騒音編と超低周波音編に分けて記すが、それぞれにおいて重要な事項は、法規制の規制基準値の考え方と対策目標値の設定である。

1 法規制について

第1章で述べたように騒音に係る法律としては、環境基本法と騒音規制法がある。環境基本法にいう「環境基準」は、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染及び騒音に係る環境上の条件についてそれぞれ人の健康を保護し、及び生活環境をそれぞれ保全する上で維持されることが望ましい基準を定めるもので、行政上の目標としての基準である。

また騒音規制法は、「工場及び事業場における事業活動並びに建設作業に伴って発生する相当範囲にわたる騒音について必要な規制を行うとともに、自動車騒音に係る許容限度を定めること等により、生活環境を保全し国民の健康の保護に資することを目的とした」ものである。

トンネル工事は期間が限定された公共工事ではあるが、その作業内容から考えるに事業場における事業活動に類すると判断する。

2 対策目標値及び対策目標地点の設定

騒音規制法の「工場及び事業場における騒音の規制基準値」は、昼間、朝・夕方、夜間の3時間帯の規制値が用途地域（区域の区分）ごとに定められている。

トンネル工事を施工するにあたり、仮設防音設備で減ずる機械・設備の騒音レベルは、この区分ごとの、この時間ごとの規制値まで下げることが目標とする。

騒音規制法によればその対象地点は、事業場の敷地境界線上となっている。トンネル工事は公共性が高いことや、付近に民家がない場合などは防音対策を行う必要がないと考えられることから、経済性を考慮して、対策目標地点を事業場周辺の最も工事騒音の影響を受けやすい民家の敷地境界線上に設定する。

3 暗騒音について

トンネル工事を対象騒音と考えた場合の暗騒音（対象騒音がない場合の騒音レベル）は、事業場の状況によって ①環境基準の道路に面する地域 ②道路に面する地域以外の地域のどちらかに該当する。

環境騒音測定要領によれば道路に面する地域の実測時間は原則毎正時から 10 分毎で代表出来ることになっており、道路に面する地域以外の地域でも深夜など人の活動に伴う騒音発生がほとんどないような場合には実時間 10 分以上の測定で良いことになっている。

よって、トンネル工事を対象とした場合の暗騒音測定も実測時間は 10 分とし、今までの経験上夜間の暗騒音が最も低くなる午前 2 時の値を採用するとことを基本とする。本基準書では、測定時刻は夜間 23 時と午前 2 時の 2 時間帯とする。

測定時刻：23 時と 2 時の 2 時間帯 評価値：等価騒音レベル（ L_{Aeq} ）

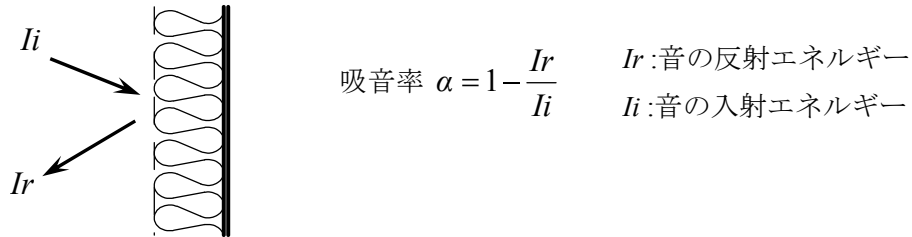
4 防音材料の性能表示方法

(1) 吸音材料

音が物質に当たったとき、音が反射しにくい材料のことを吸音材料と呼ぶ。その性能は吸音率で表す。

吸音率

音の吸音性能を表す言葉。吸音率は 0 と 1 の間の値をとる。

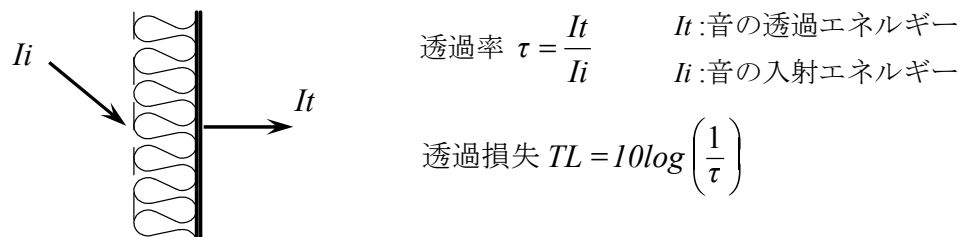


(2) 遮音材料

音が物質を透過するときその遮音性能が大きい材料のことを遮音材料と呼ぶ。その性能は透過損失で表す。

透過損失

防音材料の遮音性能を表す言葉。パネルへの入射波と透過波の音圧レベル差を指す。周波数毎に遮音性能は異なり、数値が大きいほど遮音効果が大きい。



5 防音パネルの種類と性能

防音対策に使用する防音材料は、防音壁に使用する防音パネル（性能 BSK-A タイプ）、音源対策に使用するユニットパネル（性能 BSK-B タイプ）、防音ハウスに使用する防音パネル（性能 BSK-B タイプ・BSK-C タイプ）と坑口用防音扉とし、それぞれの標準的な性能を規格化し、音響計算に使用する。

＜仮設防音設備 防音パネル性能表＞

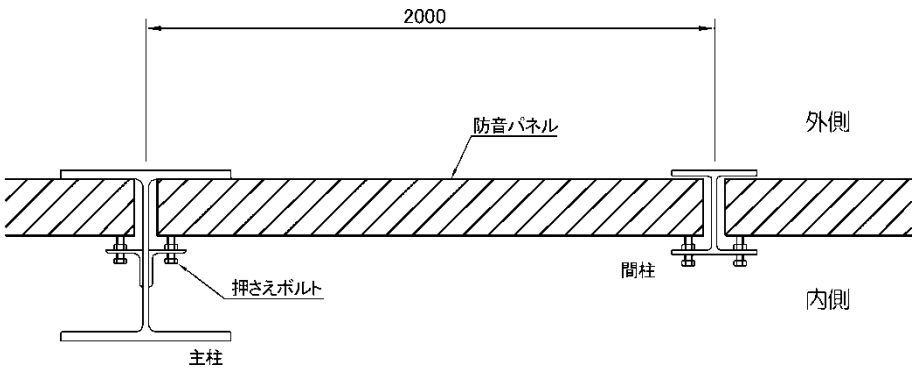
			1/1 オクターブバンド 中心周波数 [Hz]					
項 目			125	250	500	1K	2K	4K
防音パネル	BSK-A タイプ (板厚 1.2t 以上)	透過損失 [dB]	13	17	27	35	40	45
		吸音率	0.25	0.65	0.85	0.83	0.75	0.55
	BSK-B タイプ (板厚 2.3t 以上)	透過損失 [dB]	17	23	33	39	42	38
		吸音率	0.23	0.64	0.80	0.85	0.75	0.55
	BSK-C タイプ (板厚 3.2t 以上)	透過損失 [dB]	24	30	37	39	42	40
		吸音率	0.28	0.64	0.85	0.87	0.79	0.73

(1) 防音性能 BSK-Aタイプ

特徴：防音壁に使用する 遮音性能（低）



パネル取付断面図



パネル性能表

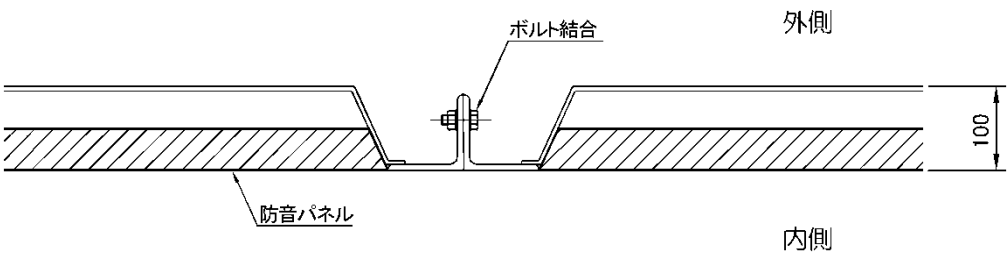
		1/1 オクターブバンド 中心周波数 [Hz]					
		125	250	500	1K	2K	4K
BSK-A タイプ (板厚 1.2t 以上)	透過損失 [dB]	13	17	27	35	40	45
	吸音率	0.25	0.65	0.85	0.83	0.75	0.55

(2) 防音性能 BSK-Bタイプ

特徴：ユニットタイプ 遮音性能（中）



パネル取付断面図



パネル性能表

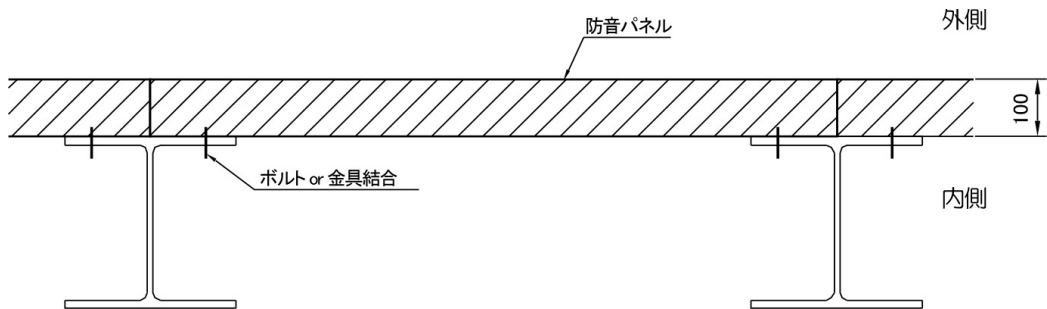
		1/1 オクターブバンド 中心周波数 [Hz]					
		125	250	500	1K	2K	4K
BSK-B タイプ (板厚 2.3t 以上)	透過損失 [dB]	17	23	33	39	42	38
	吸音率	0.23	0.64	0.80	0.85	0.75	0.55

(3) 防音性能 BSK-Cタイプ

特徴：フラットタイプ 遮音性能（高）



パネル取付断面図



パネル性能表

		1/1 オクターブバンド 中心周波数 [Hz]					
		125	250	500	1K	2K	4K
BSK-C タイプ (板厚 3.2t 以上)	透過損失 [dB]	24	30	37	39	42	40
	吸音率	0.28	0.64	0.85	0.87	0.79	0.73

(4) 高性能採光パネル

防音ハウスを設置するに当たり、防音効果もさることながら日影対策を行ってほしいという要望に応えるため、防音設備協会では従来の明り採り用パネルとは別に、BSK-A タイプ、BSK-B タイプ、BSK-C タイプの遮音性能に相当する高性能採光パネルの規格を定めた。

① 透過損失 BSK-A タイプ相当品

ポリカーボネート（5 t 以上）の二層構造で、ポリカーボネート間に適切に空気層を有するもの

② 透過損失 BSK-B タイプ相当品

ポリカーボネート（8 t 以上）の二層構造で、ポリカーボネート間に適切に空気層を有するもの

③ 透過損失 BSK-C タイプ相当品

ポリカーボネート（10 t と 8 t 以上）の二層構造で、ポリカーボネート間に適切に空気層を有するもの

高性能採光パネルを使用するに当たっては、透過損失は各防音パネル相当であるが、下記「明り採りパネルの性能」に示すように、内面の吸音率が 0.01～0.02 なので、室内での反射音が発生することに注意が必要である。反射音の影響で防音効果が 3dB～8dB ほど悪くなる場合があるので音響検討によって対策目標値が満足出来るかどうか検証する必要がある。



なお、従来の明り採りパネルの性能を下記に示す。

（ポリカーボネート 5 t の一層構造）

明り採りパネル	1/1 オクターブバンド 中心周波数 [Hz]					
項目	125	250	500	1K	2K	4K
透過損失 [dB]	7	11	16	19	22	27
吸音率	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02

6 都市トンネルシールド工法

シールド工法は、大きく泥水式シールド工法と泥土圧式シールド工法に分類出来る。

（1）泥水式シールド工法

泥水式シールド工法とは、シールド機前面のカッターよりやや後方に隔壁を設け、切羽と隔壁の間を泥水室（チャンバー）として、ここへ地下水圧に対抗する泥水（以下、「送泥水」）を充填し、切羽の崩壊を防ぎながらカッターを回転させて土砂切削を行う工法である。

切削した土砂は、送泥水と攪拌し、排泥管によってスラリーポンプで坑外に流体輸送される。坑内から排出された泥水は坑外に設けた泥水処理設備によって泥水と土砂（発生土）とに分離され、泥水は比重を調整された後、再び送泥水として切羽に循環される。

近年、土砂搬出には土砂ホッパーに替わり土砂ピットと油圧ショベルの組み合わせが増えている。

（2）泥土圧式シールド工法

泥土圧式シールド工法とは、掘削土に一定の圧力を加え、切羽の安定を図るもので、地山を切削する掘削機構、掘削土を攪拌する混練機構および掘削土に一定の拘束力を与える制御機構などを有するシールドである。切削した土砂は、スクリーコンベア等で坑外に排出される。本要領では、掘削時に添加材を使用しない工法を土圧式シールド工法と呼ぶ。

シールド工事ではその施工方法によって、使用する機械や設備すなわち音源が異なる。次頁以下に工法ごとの音源のパワーレベルを示す。

单位[dB]

油圧ショベル（バックホウ）の L_{WAeff} は、社団法人日本音響学会「建設工事の騒音の予測モデル ASJ CN-Model 2007」表 A-2(1) 建設機械の騒音源データ（参考）のバックホウ十砂掘削 $0.7m^3$ 及び十砂掘削積込み $1.4m^3$ を参考とする。

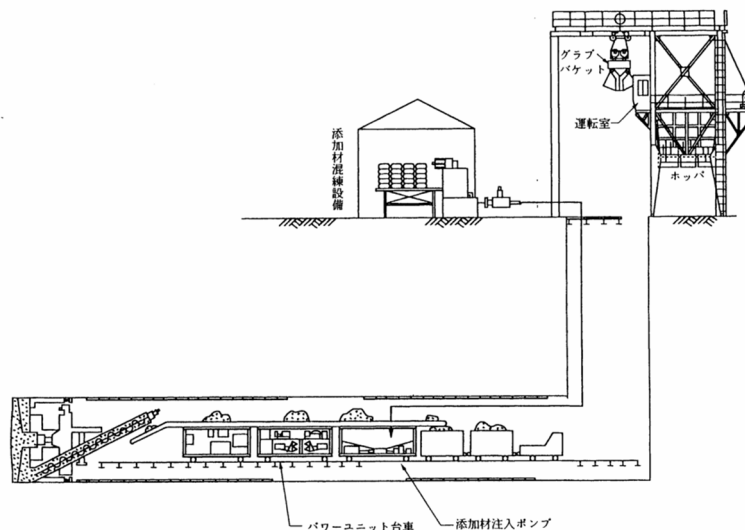
Figure 1 is a schematic diagram of the experimental apparatus for measuring the flow characteristics of a water-lubricated bearing. The diagram shows a cross-section of the bearing assembly with various components labeled in Japanese. Key parts include the water supply system (water supply tank, pump, and piping), the bearing housing (bearing housing), the shaft (shaft), and the water-lubricated bearing (water-lubricated bearing). The diagram also shows the measurement system (pressure sensor, pressure gauge, and data acquisition system).

下水道用設計積算要領 シールド工法編 より

(2) 泥土圧式シールド工法の音源

<泥土圧式シールド工法での標準的な騒音> 単位[dB]

音源のパワーレベル			AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]						評価値	補正值 (ΔL)	音源高さ (m)
No.	音源名称	音源種別	L_{WA} L_{WAeff}	125	250	500	1k	2k	4k			
1	土砂落下音(ピット・ホッパー)	不規則変動騒音	93	67	85	88	85	87	84	L_{A5}	5	1・4
2	門型(天井)クレーン	間欠騒音	91	73	79	85	87	85	76	L_{AFmax}	10	8
3	裏込注入プラント	定常騒音	93	74	82	87	88	88	84	L_{Aeq}	—	1
4	立坑騒音	定常騒音	89	73	83	81	84	81	72	L_{Aeq}	—	0
5	濁水処理プラント	定常騒音	75	56	63	67	70	70	67	L_{Aeq}	—	1
6	作泥プラント	定常騒音	89	70	75	80	81	86	83	L_{Aeq}	—	1
7	小型油圧ショベル(0.8m ³ 未満)	不規則変動騒音	101	84	94	97	95	93	89	L_{A5}	4	1
8	大型油圧ショベル(0.8m ³ 以上)	不規則変動騒音	104	89	93	99	98	97	89	L_{A5}	5	1
9	ダンプトラック(アイドリング)	定常騒音	93	72	80	87	89	86	81	L_{Aeq}	—	1
10	換気用ブロア	定常騒音	91	72	78	84	84	85	84	L_{Aeq}	—	1
11	ダンプトラック(発進時)	定常騒音	102	81	91	95	97	96	90	L_{Aeq}	—	1

 L_{WA} : (A 特性音響パワーレベル) = 定常的な騒音源が発生する音響パワーレベル L_{WAeff} : (A 特性実効音響パワーレベル) = 実効騒音レベルより求めた音響パワーレベル L_{Aeff} : (実効騒音レベル) = 変動する騒音又は間欠的に発生する騒音のある場所における一連の作業周期内に発生する騒音のエネルギー平均値(11 ページ参照)評価値: (L_{Aeq}) = 等価騒音レベル評価値: ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) = L_{Aeff} (実効騒音レベル) + 補正值 ΔL補正值: (ΔL) = 実効騒音レベル (L_{Aeff}) から評価値 ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) を求めるための補正值

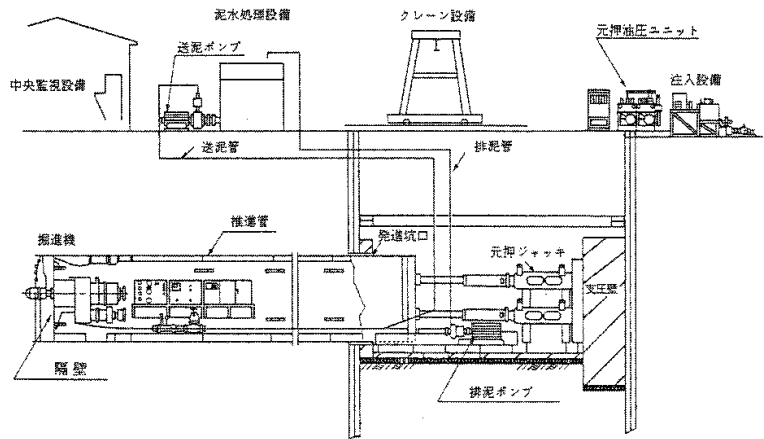
泥土圧式シールド工法の概要図

下水道用設計積算要領 シールド工法編 より

7 大口径管推進工法

大口径管推進工法（φ800～3000）は、その掘削方法により（1）泥水式推進工法（2）土圧式推進工法（3）泥濃式推進工法に分類出来る。

(1) 泥水式推進工法の音源



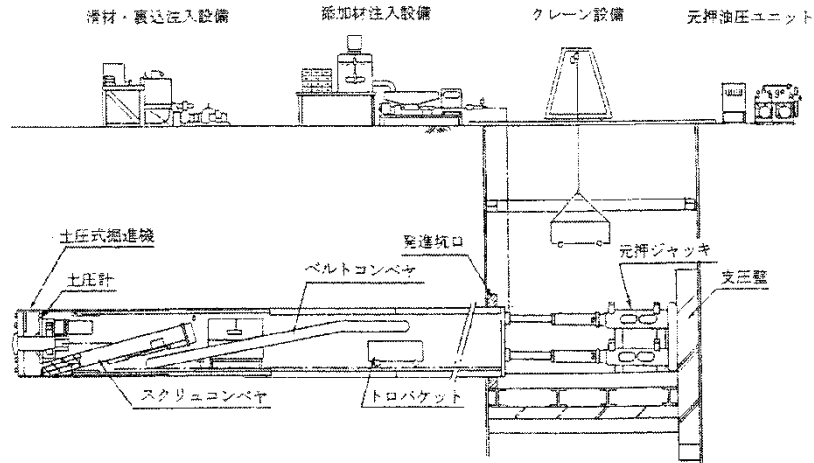
社団法人 日本下水道管渠推進技術協会編 推進工法体系より

泥水式推進工法の音源		
共通設備	特徴となる設備	土砂搬出方法
立坑設備	送排泥設備(P1ポンプ)	ビット+油圧ショベル
換気設備	泥水処理設備(1次)	搬出車両(ダンプ)
クレーン設備	泥水処理設備(2次)	
骨材・裏込め注入設備	濁水処理設備(3次)	ベルコン+ホッパー

音源のパワーレベル			AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]						評価値	補正值 (ΔL)	音源高さ (m)
No.	音源名称	音源種別	L_{WA} L_{WAeff}	125	250	500	1k	2k	4k			
1	立坑騒音	定常騒音	89	73	83	81	84	81	72	L_{Aeq}	—	0
2	1次処理機(3m ³ /min 未満)	定常騒音	104	87	91	95	98	99	97	L_{Aeq}	—	3
3	土砂落下音(ビット・ホッパー)	不規則変動騒音	93	67	85	88	85	87	84	L_{A5}	5	1・4
4	骨材・裏込め注入設備	定常騒音	93	74	82	87	88	88	84	L_{Aeq}	—	1
5	土砂搬出車両(ダンプトラック)	定常騒音	93	72	80	87	89	86	81	L_{Aeq}	—	1
6	門型(デルハ)クレーン	間欠騒音	91	73	79	85	87	85	76	L_{AFmax}	10	6
7	トラッククレーン(15～25ton)	不規則変動騒音	96	83	88	92	88	86	79	L_{A5}	9	1
8	換気用ブロア	定常騒音	91	72	78	84	84	85	84	L_{Aeq}	—	1
9	小型油圧ショベル(0.8m ³ 未満)	不規則変動騒音	101	84	94	97	95	93	89	L_{A5}	4	1
10	P-1ポンプ	定常騒音	99	80	85	95	95	92	85	L_{Aeq}	—	1

L_{WA} : (A 特性音響パワーレベル)	= 定常的な騒音源が発生する音響パワーレベル
L_{WAeff} : (A 特性実効音響パワーレベル)	= 実効騒音レベルより求めた音響パワーレベル
L_{Aeff} : (実効騒音レベル)	= 変動する騒音又は間欠的に発生する騒音のある場所における一連の作業周期内に発生する騒音のエネルギー平均値(11 ページ参照)
評価値: (L_{Aeq}) = 等価騒音レベル	
評価値: ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) = L_{Aeff} (実効騒音レベル) + 補正值 ΔL	
補正值: (ΔL) = 実効騒音レベル (L_{Aeff}) から評価値 ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) を求めるための補正值	

(2) 土圧式推進工法の音源



社団法人 日本下水道管渠推進技術協会編 推進工法体系より

土圧式推進工法の音源		
共通設備	特徴となる設備	土砂搬出方法
立坑設備		ピット+油圧ショベル
換気設備		搬出車両(ダンプ)
クレーン設備	添加剤注入設備	
骨材・裏込め注入設備	発生土処分(固化)	ベルコン+ホッパー

音源のパワーレベル			AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]						評価値	補正值 (ΔL)	音源高さ (m)
No.	音源名称	音源種別	L_{WA} L_{WAeff}	125	250	500	1k	2k	4k			
1	立坑騒音	定常騒音	89	73	83	81	84	81	72	L_{Aeq}	—	0
2	土砂落下音(ピット・ホッパー)	不規則変動騒音	93	67	85	88	85	87	84	L_{A5}	5	1.4
3	骨材・裏込め注入設備	定常騒音	93	74	82	87	88	88	84	L_{Aeq}	—	1
4	土砂搬出車両(ダンプトラック)	定常騒音	93	72	80	87	89	86	81	L_{Aeq}	—	1
5	門型(テルハ)クレーン	間欠騒音	91	73	79	85	87	85	76	L_{AFmax}	10	6
6	トラッククレーン(15~25ton)	不規則変動騒音	96	83	88	92	88	86	79	L_{A5}	9	1
7	換気用ブロア	定常騒音	91	72	78	84	84	85	84	L_{Aeq}	—	1
8	小型油圧ショベル(0.8m ³ 未満)	不規則変動騒音	101	84	94	97	95	93	89	L_{A5}	4	1

L_{WA} : (A 特性音響パワーレベル) = 定常的な騒音源が発生する音響パワーレベル

L_{WAeff} : (A 特性実効音響パワーレベル) = 実効騒音レベルより求めた音響パワーレベル

L_{Aeff} : (実効騒音レベル) = 変動する騒音又は間欠的に発生する騒音のある場所における一連の作業周期内に発生する騒音のエネルギー平均値(11 ページ参照)

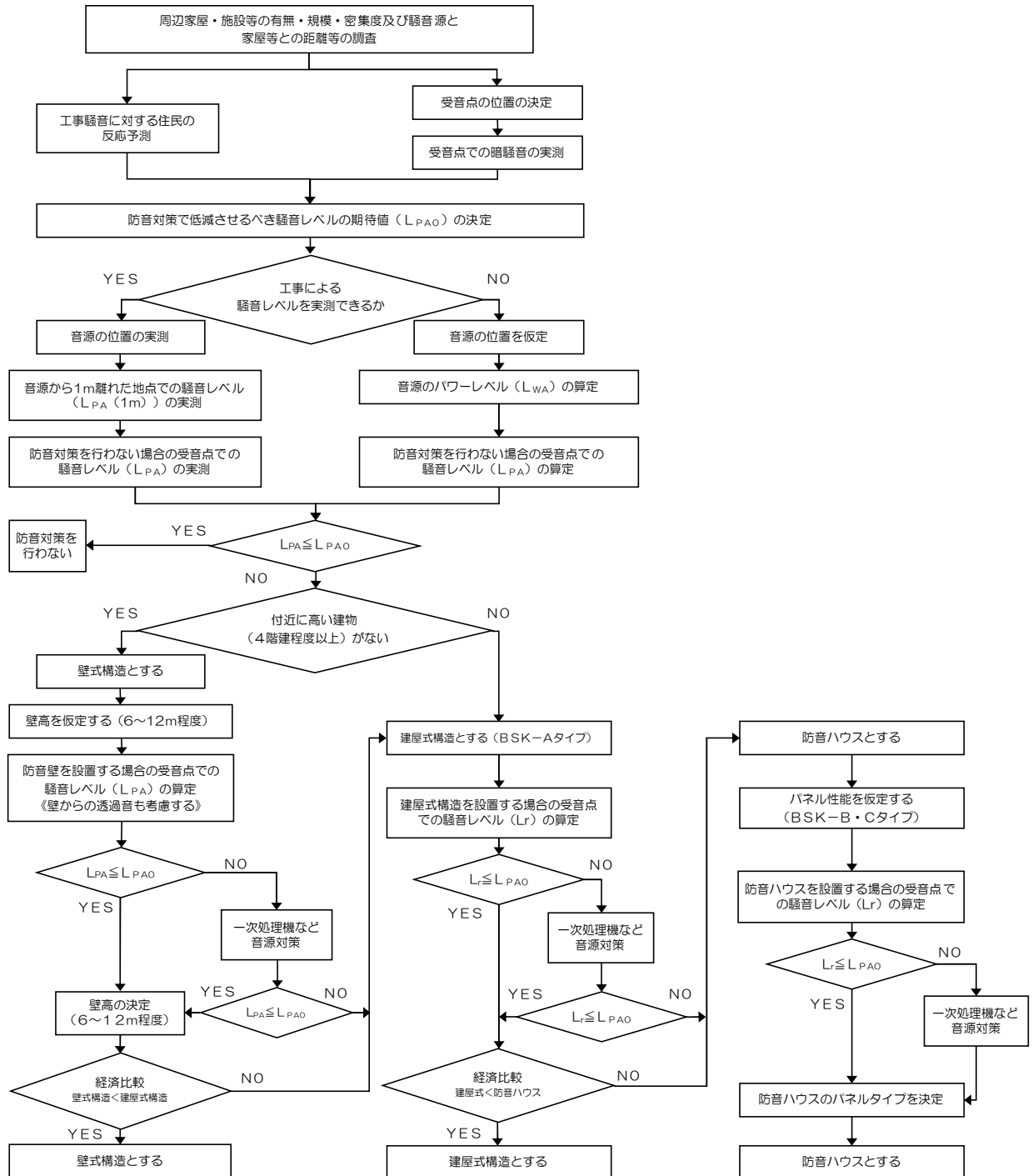
評価値: (L_{Aeq}) = 等価騒音レベル

評価値: ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) = L_{Aeff} (実効騒音レベル) + 補正值 ΔL

補正值: (ΔL) = 実効騒音レベル (L_{Aeff}) から評価値 ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) を求めるための補正值

8 音響計算のフローチャート

対策案は、BSK-A タイプ防音壁→BSK-A タイプ建屋→BSK-B タイプハウス→BSK-C タイプハウスの順に検討する。



防音壁の鉄骨材料が、汎用品として使用出来る壁の高さは 6m～12m までとし、その他の高さの場合は鉄骨を全損で積算する。

計算値が対策目標値を僅かに超える場合は、より慎重な検討を行う。

音源対策とは、1次処理機やコンプレッサー等をユニットタイプの BSK-B タイプ防音ハウスに収納することをいう（1次処理機の超低周波音対策については別途考慮とする）。

9 山岳トンネル

山岳トンネルにおいて発生する騒音は、坑外設備からの騒音、運搬車両の騒音、トンネル坑内掘削音（機械掘削あるいは発破音）に大別出来る。

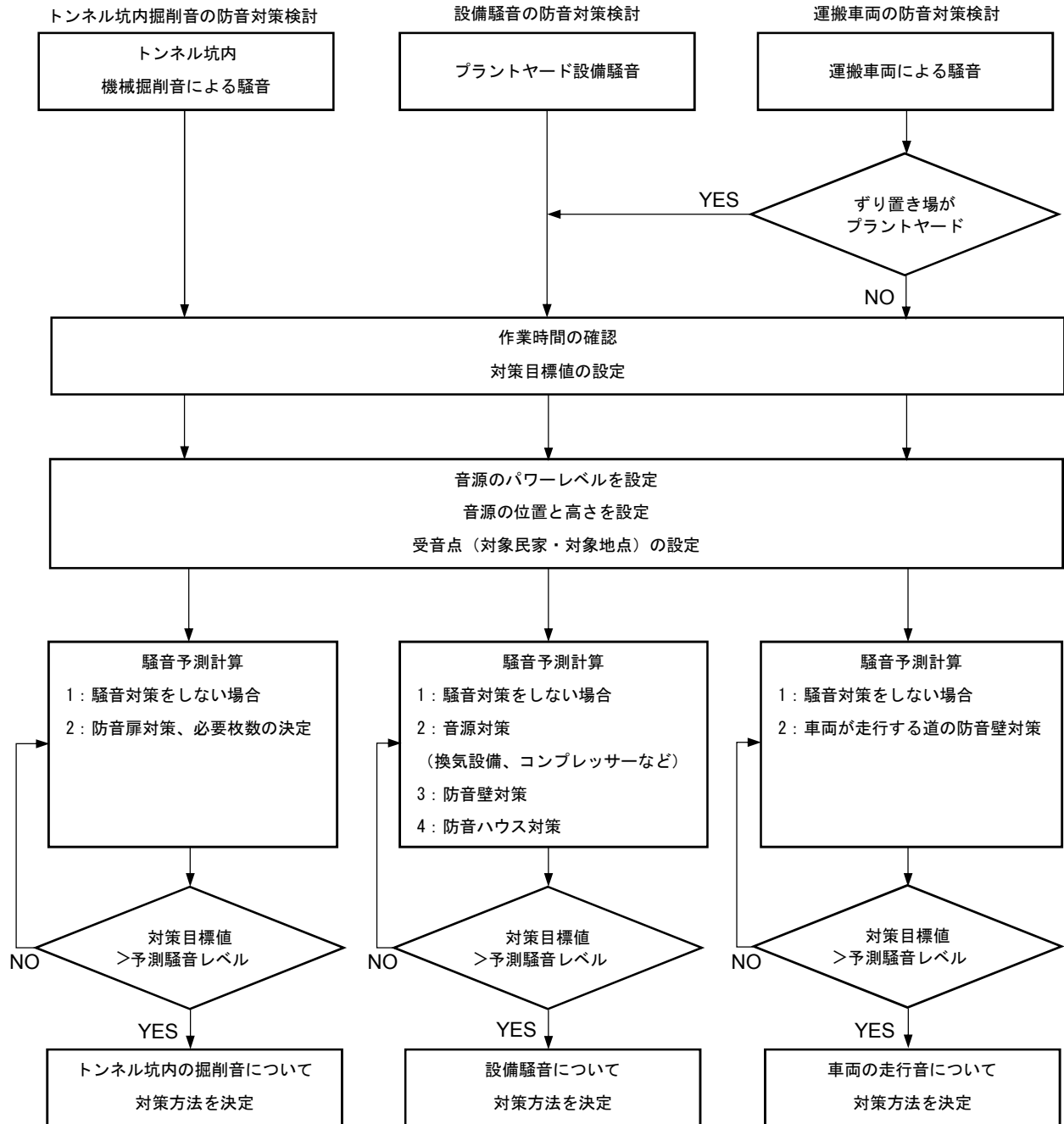
(1) 山岳トンネル工法の音源

音源のパワーレベル			AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]						評価値	補正值 (ΔL)	音源高さ (m)	
No.	音源名称	音源種別	L _{WA} L _{WAeff}	125	250	500	1k	2k	4k				
坑外設備騒音	1	バッチャープラント(25～40m³/h)	不規則変動騒音	108	97	97	97	100	101	103	L _{A5}	3	8
	2	濁水処理設備	定常騒音	89	70	68	72	77	80	88	L _{Aeq}	—	1
	3	油圧ショベルずり積み音(切削土)	不規則変動騒音	104	89	93	99	98	97	89	L _{A5}	5	1
	4	油圧ショベルずり積み音(岩)	間欠騒音	112	92	100	107	109	104	98	L _{AFmax}	10	1
	5	ダンプずり捨て音(切削土)	不規則変動騒音	99	84	91	96	92	91	85	L _{A5}	5	1
	6	ダンプずり捨て音(岩)	不規則変動騒音	116	98	104	110	111	111	107	L _{A5}	5	1
	7	軸流送風機(800m³/min)	定常騒音	110	64	97	106	106	101	93	L _{Aeq}	—	1
	8	軸流送風機(1500m³/min)	定常騒音	111	87	103	104	106	105	100	L _{Aeq}	—	1
	9	軸流送風機(2000m³/min)	定常騒音	121	75	108	117	117	112	104	L _{Aeq}	—	1
	10	コンプレッサー(75kw)	定常騒音	102	79	87	95	92	95	98	L _{Aeq}	—	1
運搬車両音	11	10t ダンプ走行音	定常騒音	98	75	81	80	87	94	94	L _{Aeq}	—	1
	12	重ダンプ(15t～30t) 走行音	定常騒音	108	85	91	90	97	104	104	L _{Aeq}	—	1
	13	10t ダンプ斜路走行音	定常騒音	102	85	91	95	96	96	93	L _{Aeq}	—	1
	14	重ダンプ(15t～30t)斜路走行音	定常騒音	112	89	99	104	107	107	102	L _{Aeq}	—	1
	15	トラックミキサー車走行音	定常騒音	102	81	91	95	97	96	90	L _{Aeq}	—	1
坑内掘削音	16	ドリルジャンボ(削孔音)	不規則変動騒音	99	59	79	87	97	91	92	L _{A5}	5	4
	17	ジャイアントブレイカー(1300kg)	間欠騒音	120	95	107	112	117	114	107	L _{AFmax}	4	3
	18	油圧ショベル作業音	間欠騒音	112	92	100	107	109	104	98	L _{AFmax}	10	2
	19	コンクリート吹付け機	定常騒音	107	84	98	103	99	99	99	L _{Aeq}	—	4
	20	ホイールローダー(6m³)	不規則変動騒音	111	89	96	105	107	106	100	L _{A5}	5	4
	21	ロードヘッダ	定常騒音	119	85	103	104	111	116	115	L _{Aeq}	—	4

音源データは ASJ CN-Model 2007 の表—A.2(1)より 1:コンクリート製造プラント(108dB)、3:油圧ショベル(バックホウ)土砂掘削積み込み1.4m³(104dB)、同 表—A.2(2)より 4と18:油圧ショベル盛土突き固め0.8m³(112dB)、17:ブレーカー大型(120dB)を採用し、その他は防音設備協会の実測データを採用した。

L_{WA}	:(A 特性音響パワーレベル)	= 定常的な騒音源が発生する音響パワーレベル
L_{WAeff}	:(A 特性実効音響パワーレベル)	= 実効騒音レベルより求めた音響パワーレベル
L_{Aeff}	:(実効騒音レベル)	= 変動する騒音又は間欠的に発生する騒音のある場所における一連の作業周期内に発生する騒音のエネルギー平均値(11 ページ参照)
評価値: (L_{Aeq}) = 等価騒音レベル		
評価値: ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) = L_{Aeff} (実効騒音レベル) + 補正值 ΔL		
補正值: (ΔL) = 実効騒音レベル (L_{Aeff}) から評価値 ($L_{AFmax} \cdot L_{A5}$) を求めるための補正值		

(2) 音響計算のフローチャート



● 音源の位置

トンネル坑内の掘削音の設備が実際に配置されている場合はその位置とし、配置されていない場合には位置を想定する。

プラントヤード内の設備が、実際に配置されている場合はその位置とし、配置されていない場合には位置を想定する。

車両が走行する道から、走行する車両が民家に最も近づく位置とする。

● 受音点の位置

プラントヤード設備周辺の民家の敷地境界線とする。

プラントヤード設備周辺の民家の敷地境界線とする。

車両が走行する道より、最も近い民家の敷地境界線とする。

10 音響計算式

トンネル工事の音響計算に使用する計算式には、（1）防音対策がない場合、（2）障壁（防音壁）を設置した場合、（3）防音ハウスを設置した場合、それに（4）山岳トンネルの坑内での掘削音に対する式がある。

（1）点音源の距離減衰（防音対策がない場合）

音響パワーレベル L_{WA} の音源から r [m] 離れた地点の騒音レベルを求める式を示す。

$$L_{PA} = L_{WA} + 10 \log \frac{Q}{4\pi r^2} = L_{WA} - 20 \log(r) - 8 \quad \text{式 2-1}$$

（日本建築学会編「実務的騒音対策の指針」より）

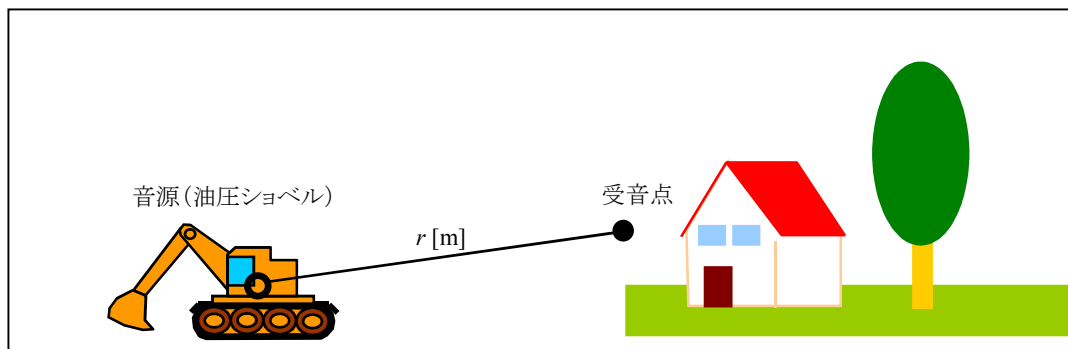
L_{PA} : 受音点での騒音レベル [dB]

L_{WA} : 点音源の音響パワーレベル [dB]

Q : 指向係数 = 2（地面反射を考慮）

r : 音源と受音点との距離 [m]

L_{WAeff} （A 特性実効音響パワーレベル）で計算する場合は L_{WA} を L_{WAeff} に置き換えて計算し、計算結果に補正值（ ΔL ）を加えた値を評価値とする。



< 仮設防音設備がない場合 >

指向係数 Q は音源が空中に浮いているか（ $Q=1$ ）、地面の上にあるか（ $Q=2$ ）などという条件で変化するが、音源はいつも地上面にある条件設定で $Q=2$ を採用する。

(2) 障壁による騒音の伝搬防止

音源と受音点との間に障壁を設置すると障壁による回折現象により音が減衰する。障壁による音の減衰量を次式に示す。

<防音壁からの回折音の計算>

$$L_{PA1} = L_{WA} - 20 \log(r) - 8 - ATT \quad \text{式 2-2}$$

ATT : 前川による防音壁の回折減衰 [dB]

(社) 日本騒音制御工学会 『騒音制御』 Vol.15, No.4 (1991) P40 より)

$$ATT = \begin{cases} N \geq 1.0 & : ATT = 10 \log(N) + 13 \\ 0 \leq N < 1.0 & : ATT = 5 + 8 \times N^{0.45} \\ -0.3 \leq N < 0 & : ATT = 5 - 8 \times |N|^{0.4} \\ N < -0.3 & : ATT = 0 \end{cases}$$

N : フレネル数 $N = (2 \times \delta) / \lambda$

δ : 経路差 $\delta = (r_1 + r_2) - r$

λ : 波長 $\lambda = c / f$ (f : 中心周波数 [Hz])

c : 音の伝搬速度 $c = 340$ [m/s]

<防音壁を透過する音の計算>

$$L_{PA2} = L_{WA} - 20 \log(r) - 8 - TL \quad \text{式 2-3}$$

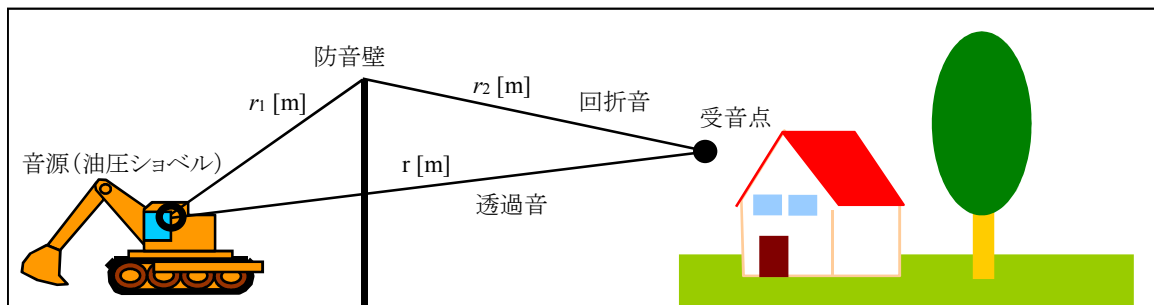
TL : 防音壁材料の透過損失 [dB]

L_{WAeff} (A 特性実効音響パワーレベル) で計算する場合は L_{WA} を L_{WAeff} に置き換えて計算し、計算結果に補正值 ($\angle L$) を加えた値を評価値とする。

<デシベルの合成>

回折音 L_{PA1} と透過音 L_{PA2} の合成騒音レベル L_{PA} は、次式にて合成の計算をする。

$$L_{PA} = 10 \log \left(10^{\frac{L_{PA1}}{10}} + 10^{\frac{L_{PA2}}{10}} \right) \quad \text{式 2-4}$$



<防音壁を設置する場合>

(3) 室内騒音源による屋外騒音

$$L_{isj} = L_{WA} + 10 \log \left(\frac{Q \cos \theta}{4\pi r_j^2} + \frac{1}{R} \right) \quad \text{式 2-5}$$

$$L_{woj} = L_{isj} - TL_j + 10 \log(S_j) \quad \text{式 2-6}$$

$$L_{rj} = L_{woj} + 10 \log \left(\frac{Q}{4\pi r^2} \right) \quad \text{式 2-7}$$

$$L_r = 10 \log \left(\sum 10^{\frac{L_{rj}}{10}} \right) \quad \text{式 2-8}$$

(日本建築学会編「実務的騒音対策の指針 (第二版)」P26, 27 より)

L_{isj} : 壁面の単位面積に入射するパワーレベル [dB]

Q : 指向係数=2 (地面反射を考慮)

θ : 入射角度 (壁面に対する垂線となす角度) [度]

R : 室定数 = $\frac{\alpha S}{1 - \alpha}$

α : 室内平均吸音率

S : 室内総面積 [m²]

L_{woj} : 各壁面のパワーレベル [dB]

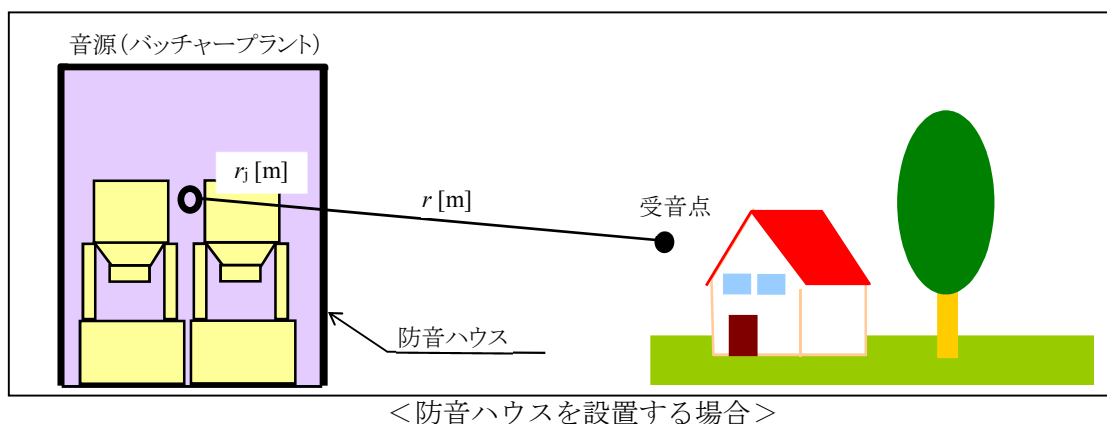
TL_j : 各壁面の透過損失 [dB]

S_j : 対象壁の面積 [m²]

L_{rj} : ハウスから r [m] 点の各壁面からのレベル [dB]

L_r : ハウスから r [m] 点の合成騒音レベル [dB]

L_{WAeff} (A 特性実効音響パワーレベル) で計算する場合は L_{WA} を L_{WAeff} に置き換えて計算し、計算結果に補正值 (ΔL) を加えた値を評価値とする。



(4) トンネル坑内騒音における計算式

1：トンネル坑口における機械音の騒音レベル

$$L_{pA,portal} = L_{WA} - 16 \log(D)$$

式 2-9

 $L_{pA,portal}$: 坑口における騒音レベル [dB]

 L_{WA} : 音源パワーレベル [dB]

 D : 切羽から坑口までの坑内距離 [m]
2：トンネル坑口における発破音の A 特性音響エネルギーレベル ($L_{JA,portal}$)

$$L_{JA,portal} = L_{JA,face} + \Delta L_{tn}$$

$$\Delta L_{tn} = 10 \log \left\{ 1 - \frac{\alpha x}{\left(h^2 + (\alpha x)^2 \right)^{1/2}} \right\}$$

(社団法人日本音響学会 建設工事の騒音の予測モデル”ASJ CN-Model 2007”より)

 $L_{JA,face}$: 切羽における A 特性音響エネルギーレベル

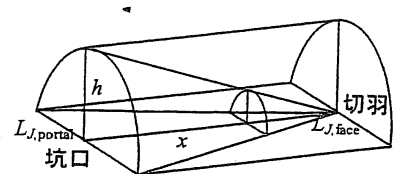
発破総薬量に関わらず 166 [dB]

 $L_{JA,portal}$: 坑口での A 特性音響エネルギーレベル

 ΔL_{tn} : 坑内における減衰量 [dB]

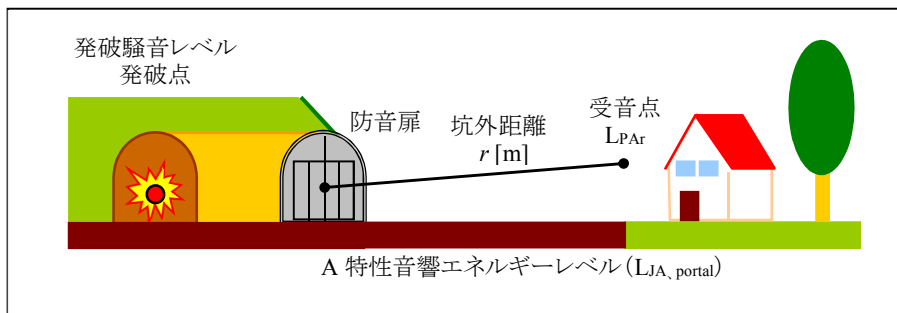
 h : 半円形トンネルの半径 [m]

 x : 切羽点と坑口までの距離 [m]

 α : A 特性パラメータ
二次覆工未施工区間 $\alpha=0.34$ 二次覆工施工区間 $\alpha=0.21$ 

3：トンネル坑口から再放射する騒音の予測式

トンネル坑口から再放射する騒音の予測式は、A 特性音響エネルギーレベル ($L_{JA,portal}$) をパワーレベルとして、通常の距離減衰式、回折減衰式を用いて計算する。



<注> 坑口防音扉を取付けた場合は音が扉から再放射すると考え指向性は考慮しない

トンネル坑口騒音の指向性

角度	0°	15°	30°	45°	60°	75°	90°	105°	120°	135°	150°
減衰量	0	4	10	15	20	24	28	30	32	34	38

船津；トンネル発破の特性と予測、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集 S62.9

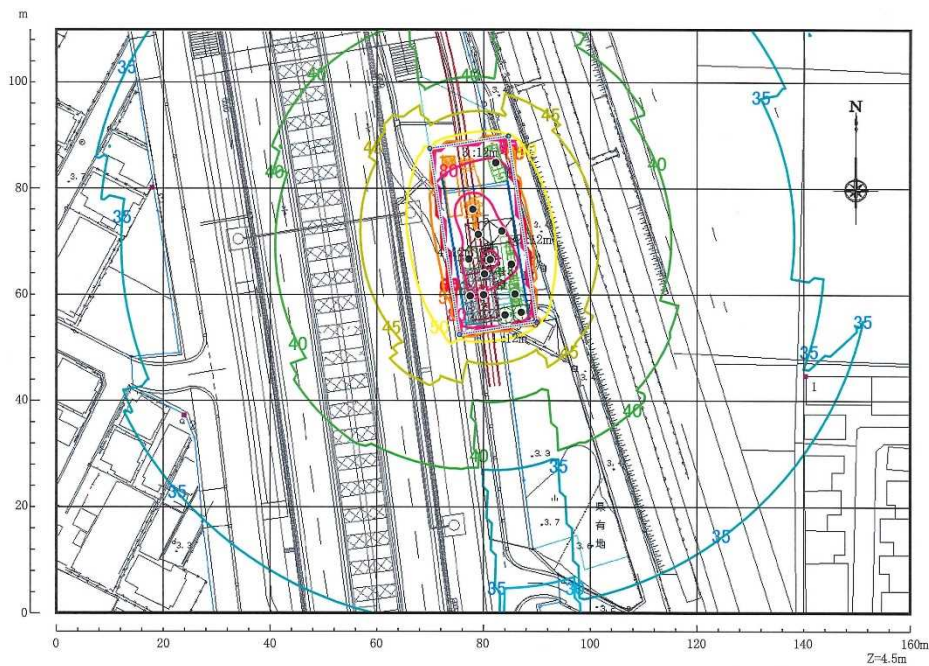
11 騒音レベルコンター図について

計算結果の評価値が、定常騒音 (L_{Aeq}) や変動騒音 (L_{A5})・間欠騒音 (L_{AFmax}) の組み合わせとなるため、厳密にはこれらの値を合成することは出来ないが、直観的な判断が容易に出来るように防音設備協会では、これらの値を合成したコンター図を作成することを推奨する。

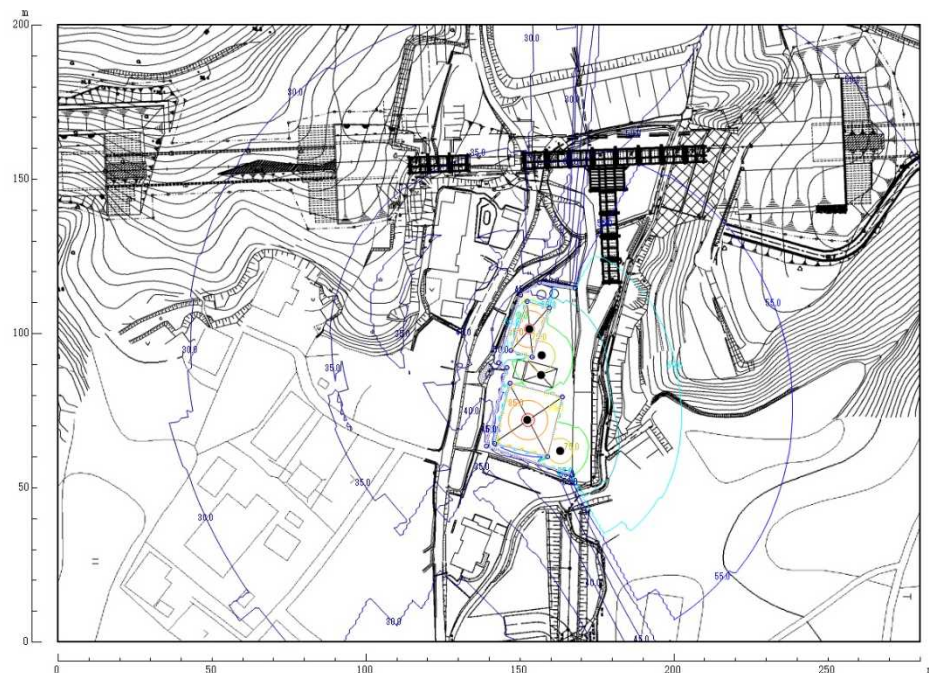
ここで作成するコンター図は 現場から発生する騒音が最も大きくなった時に、その場所で音を聞く人が受ける騒音レベルを示す。

コンター図は同一高さの水平面上で同じ騒音レベルになる点を結んだもので、地図の等高線のようなものである。

(1) 都市トンネルの防音ハウス対策コンター図 (例)



(2) 山岳トンネルの防音対策コンター図 (例)



12 音響計算の計算条件

防音設備協会会員は、協会認定の同じ音響計算ソフトを使用して計算を行うが、音響計算を行う場合には下記の計算条件で行う。

- 1：音源は半自由空間に置かれた点音源として扱う。（指向係数 $Q=2$ ）
- 2：騒音レベルは音源の周波数毎に計算し、オールパスで算出する。
- 3：音源が2つ以上ある場合には、音源毎に騒音レベルを計算し、その後デシベルの合成を行う。
- 4：音源は安全側の考え方から、全稼働の状態とする。
- 5：音源と受音点の間にある構造物等の遮蔽物は考慮しない。
- 6：地面による吸収や構造物等による反射音は無視する。
- 7：防音壁の計算では、防音壁を透過する音も考慮する。従って受音点での騒音レベルは、防音壁による回折音と、防音壁からの透過音を合成した値となる。
- 8：受音点の高さは、1.2m～1.5m を標準とし、マンション等、高層住宅がある場合はその都度高さを考慮する。
- 9：受音点での騒音レベルは予測値が安全側になるように、小数第一位を切上げとする。
- 10：工事前の暗騒音との合成は行わない。
- 11：トンネル坑内発破音の指向性については、坑口防音扉を設置しない場合のみ考慮する。

13 その他の音源のパワーレベル

音源のパワーレベル			AP	1/1 オクターブバンド中心周波数 [Hz]								
No.	音源名称	音源種別	L_{WA} L_{WAeff}	125	250	500	1k	2k	4k	評価値	補正值 (ΔL)	音源高さ (m)
1	マテリアルロック上部エア音	間欠騒音	105	78	85	97	101	101	94	L_{AFmax}	10	3
2	マテリアルロックバケット接触音	不規則変動騒音	104	95	97	98	98	91	89	L_{A5}	5	3
3	エンジン駆動コンプレッサー100PS	定常騒音	118	96	104	109	113	114	108	L_{Aeq}	—	1
4	モーター駆動コンプレッサー75kw	定常騒音	102	79	87	95	92	95	98	L_{Aeq}	—	1
5	EM 掘削機	不規則変動騒音	109	98	103	101	103	103	96	L_{A5}	5	1
6	アースオーガー作業音	不規則変動騒音	104	94	91	95	99	98	92	L_{A5}	3	1
7	パイプロハンマー	不規則変動騒音	110	101	102	100	104	102	100	L_{A5}	6	1
8	SMW 作業音	不規則変動騒音	104	94	91	95	99	98	92	L_{A5}	3	1
9	パッケージ型発電機 75kw	定常騒音	102	92	98	97	93	88	83	L_{Aeq}	—	1
10	コンクリートミキサー車(作業時)	定常騒音	107	84	89	97	103	100	99	L_{Aeq}	—	1
11	生コン圧送車(圧送時)	間欠騒音	98	78	88	94	92	91	88	L_{AFmax}	10	1
12	クローラークレーン(作業時)	不規則変動騒音	98	87	92	90	92	92	85	L_{A5}	3	1
13	タワークレーン(スイッチ音)	間欠騒音	99	76	79	94	91	96	89	L_{AFmax}	10	8
14	ジャイアントブレーカー(1300kg)	間欠騒音	120	95	107	112	117	114	107	L_{AFmax}	4	3
15	薬液注入プラント	定常騒音	95	73	81	94	83	85	84	L_{Aeq}	—	1
16	垂直ベルトコンベアー	定常騒音	96	83	89	91	90	88	84	L_{Aeq}	—	10
17	インバータ付天井クレーン	間欠騒音	85	62	65	80	77	82	75	L_{AFmax}	10	8
18	土砂圧送ポンプ	間欠騒音	98	78	88	94	92	91	88	L_{AFmax}	10	1

音源 No.4・5・6・7・8・9・12・14 は ASJ CN-Model 2007 表—A.2(1)及び表—A.2(2) 建設機械の騒音源データ（参考）の値を採用し、その他の音源は防音設備協会の実測値を採用した。

第3章 防音設備の構造設計

1 仮設防音設備の構造計算

防音壁・大型の防音ハウスは鉄骨構造とし、確認申請は提出しないものの実施工の際には構造計算書を作成して、構造物が自重・積載荷重・風荷重・地震力・クレーン荷重・積雪荷重などに耐えられることを確認する。設計は、建築基準法・同施行令及び日本建築学会の指針・規準に従うものとする。

音源対策用の防音ユニットハウスは、その大きさに比べて非常に大きな耐力を有しているので構造計算は行わない。

2 仮設防音設備の施工規模

設計にあたり仮設防音設備の大きさは必要最低限の規模にする必要がある。

(1) 床面積

設置する機械の大きさ、位置、作業スペースなどを考慮して設定する。

(2) 外寸法

防音設備の大きさは基本的に妻側寸法・桁側寸法とも 1m 単位とする。1m 未満の端数が出る場合は特殊材料で対応する。敷地境界線付近に建てる場合には、コンクリート基礎幅を考慮して防音設備外壁面は敷地境界線から 500mm 内側に入った位置とする。

(3) 高さ

防音ハウスの高さは、設置する設備や機械の最高高さに 1m 加算した高さとする。また、天井クレーンなどを設置する場合には、その性能・走行を妨げない高さとする。

3 防音ハウスの付帯設備

仮設防音設備に使用する付帯設備には次のようなものがある。

(1) 人員用扉パネル

人の出入用防音扉

基準寸法 1000W×2000H 2.0m²/枚

(2) 換気パネル

換気用のダクトを有した防音パネル（給気用と排気用）

基準寸法 1000×2000 2.0 m²/枚

(3) 明り採りパネル

防音ハウス内に太陽光を取り入れる為の透明板を有したパネル

(4) 高性能採光パネル

防音ハウス周囲の日影環境を考慮する目的で使用され、遮音性能に優れるため広範囲に設置が可能

(5) 車両用出入り口

車両出入りのための電動重量シャッターあるいは防音スライド扉

(6) 有圧換気扇

排気用有圧換気扇 3 相 200V 風量 90 m³/min

有圧換気扇の必要台数の求め方

防音ハウスに使用する換気パネル（換気ダクト）の数量は下記の式で算出する。

$$N=Q/q$$

$$Q=(V \times E) / 60$$

ここで

N：換気ダクト台数

Q：換気風量 (m³/min)

q：換気扇 1 台あたりの風量 (90 m³/min)

V：防音ハウスの容積 (m³)

E：換気回数 (回/hr)

換気回数 (E) は、倉庫の換気回数 (2～4 回) の中間をとって 3 回とする。

<計算例> 「防音ハウス 34m×20m×12mH」 の場合

$$V=34 \times 20 \times 12=8,160 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$E=3 \text{ 回より}$$

$$Q=(8,160 \times 3) / 60=408 \text{ (m}^3\text{/min)}$$

$$\text{換気扇 1 台あたりの風量 (q) =90 (m}^3\text{/min)}$$

$$N=Q/q=408/90=4.5 \rightarrow 5 \text{ (台)}$$

となる。

上記の式は 一般的な防音ハウスに適用する。

防音ハウスを山岳トンネルの坑口に設置する場合や、機械設備から発生する熱量を考慮する必要がある場合は、別途考慮する。

4 設備別鉄骨単位重量

仮設防音設備の鉄骨重量は、仮設防音設備を構築するのに最低限必要な鉄骨単位重量を元に算出する。最低限必要な鉄骨単位重量は、これまでの協会各社の施工実績から算出した重量である。

表 3-1 設計時鉄骨単位重量 [kg/m ²]			パネルタイプ		
防音形式	幅(W)	高さ(H)	BSK-A	BSK-B	BSK-C
自立式防音壁	—	$H < 8\text{m}$	45	—	—
自立式防音壁	—	$8\text{m} \leq H \leq 12\text{m}$	60	—	—
防音ハウス	$W \leq 20\text{m}$	$H \leq 16\text{m}$	50	30	50
防音ハウス	$20\text{m} < W \leq 25\text{m}$	$16\text{m} < H \leq 20\text{m}$	60	40	60

設計条件：天井クレーンなし
 多雪地域等の特殊条件が無い場合
 特殊鉄骨がない場合

超低周波音個別対策用ハウスの設計時鉄骨単位重量は下記とする。

BSK-L1	50 kg/m ²
BSK-L2	80 kg/m ²

施工面積は、土台H鋼材部分を除く仮設防音設備の壁面及び屋根面の合計面積で算出する。
 鉄骨の特殊材料が発生する場合には全損材料として計上する。

5 基礎の選定

(1) 防音ハウスの基礎

基礎の種類は「直接基礎」と「杭基礎」があり、直接基礎の場合には連続フーチング基礎を、杭基礎の場合はH型鋼の打ち込み杭を標準とする。

接地圧が地盤許容支持力以下であり転倒の危険がない場合には、直接基礎を採用し、前記条件を満足しない場合には杭基礎を採用する。

コンクリート基礎の形状は図 3-1 を参考とし、基礎大きさは、表 3-2 による（厚みは 500mm）。

また、杭基礎の場合は先端支持力が得られる深さまで打ち込むものとする。

表 3-2 基礎コンクリート幅の参考値

ハウス高さ	14m 以内	16m 以内
基礎幅	800mm	1000mm

設計条件：天井クレーンなし

多雪地域等の特殊条件が無い場合

特殊鉄骨がない場合

設計長期地耐力 50kN/m^2 の場合

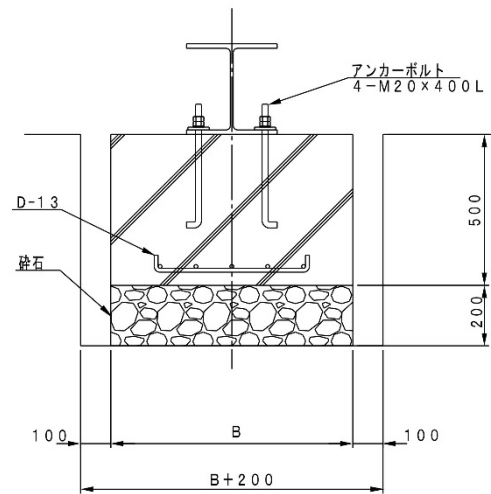


図 3-1 コンクリート基礎の形状（参考）

($F_c=18\text{N/mm}^2$ 以上)

(2) 自立式防音壁の基礎

自立式防音壁の基礎は、杭基礎とし、杭スパン 2m の場合の杭の根入れ参考値を表 3-3 に示す。

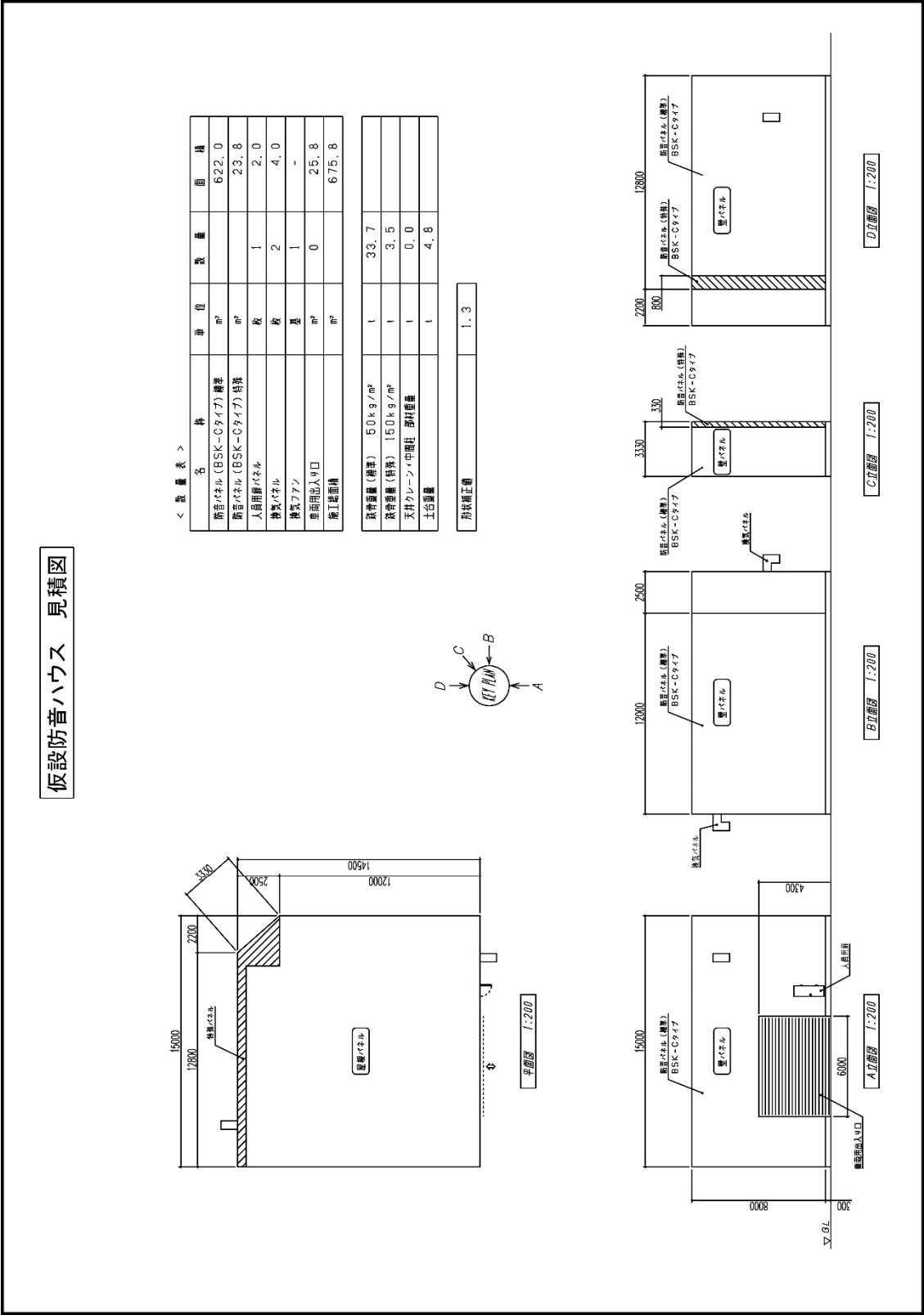
表 3-3 自立式防音壁の杭の根入れ長さの参考値

地盤の平均 N 値	3~6	7~16	17 以上
根入れ長さ	7m	5m	4m

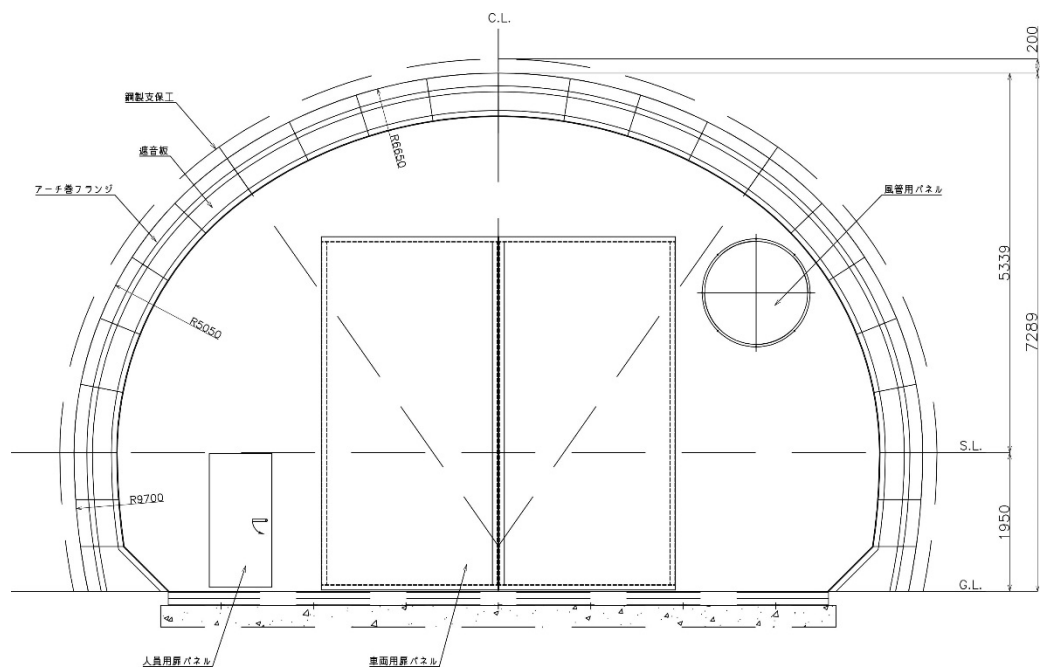
杭材：H-300×300×10×15

設計条件：粘性土、基準風速 34m/s、地表面粗度区分Ⅲ

(2) 参考図（例） 【防音ハウス】



(3) 参考図（例） 【坑口防音扉】



坑口用防音扉 数量表(例)	幅	高さ	単位	面積
車両用扉パネル	4000	4000	m ²	16.0
人員用扉パネル	900	2000	m ²	1.8
防音パネル			m ²	42.5
風管用パネル			m ²	2.0
		面積計	m ²	64.3

鉄骨重量	単位重量	扉面積	鉄骨重量
	35kg	64.3 m ²	2250kg

7 その他の事項

(1) 仮設防音設備の確認申請

仮設構造物（防音ハウス）は、建築基準法第6条の適用外となり、確認申請が不要な構造物となる。その法的根拠は、防音壁は建築物に該当しないため確認申請は必要ない。また、防音ハウスは、建築基準法第85条の制限の緩和の項目にある「工事を施工するために現場に設ける事務所、下小屋、材料置場その他これらに類する仮設建築物」に該当し、制限の緩和を受ける。

建築基準法第6条の1では、「建築主は建築物を建築しようとする場合、当該工事に着手する前に、その計画が建築基準関係規定に適合するものであることについて、確認の申請書を提出して建築主事の確認を受け、確認済証の交付を受けなければならない」となっているが、建築基準法第85条（仮設建築物に対する制限の緩和）の2に「災害があった場合において建築する停車場、郵便局、官公署その他これらに類する公益上必要な用途に供する応急仮設建築物又は工事を施工するために現場に設ける事務所、下小屋、材料置場その他これらに類する仮設建築物については、第6条から第7条の6まで並びに第3章の規定は、適用しない」とある。

(2) 日影規制について

防音設備協会では、仮設防音設備は仮設建築物との考えから、建築基準法の第56条の2「日影による中高層の建築物の制限」の対象建築物に該当しないと判断するが、参考までに日影規制の概要を示す。

建築基準法の第56条の2に「日影による中高層の建築物の制限」の内容は中高層の建築物の建設による日照条件の悪化を防ぐのが主目的で作られたものであるが、その規制は一律ではなく、各地方自治体の条例により、対象区域や規制値を建築基準法第56条2の別表第4の範囲内で定める事となっている。

また、良好な住環境を守るという観点から、相当数の住居が混在すると予想される近隣商業地域や準工業地域も指定出来ることになっている。さらに、商業地域・工業地域・工業専用地域では日影指定区域でなくても、その影が日影規制を受ける区域に出れば日影規制の対象となる場合もある。

1：対象建築物

規制対象となる建築物は対象区域内の全ての建築物ではない。対象となるのは①第1種及び第2種低層住居専用地域においては、軒高さが7mを超える建築物または地階を除く階数が3以上の建築物②その他の住居専用途地域・近隣商業地域・準工業地域・用途地域の指定のない区域では高さが10mを超える建築物である。

2：規制対象となる範囲

規制対象となる範囲は、建築物の敷地境界線から5mから10mまでの範囲と10m以上の範囲である（5m未満は対象とならない）。

3：敷地が道路・川等に接する場合の緩和（建築基準法施行令135の4の2-1-2）

道路（幅≦10m）に接する敷地境界線は道路の幅の1/2だけ外側にあるものとみなす。ただし10m

＜道路幅の場合には、反対側の境界線から敷地側に 5m 寄った線を敷地境界線とみなす。すなわちこの線を基準にして 5m ライン・10m ラインを決める。

表 3-4 日影による中高層建築物の制限

	地域又は区域	制限を受ける建築物	平均地盤面からの高さ		敷地境界線からの水平距離が 10 メートル以内の範囲における日影時間	敷地境界線からの水平距離が 10 メートルを超える範囲における日影時間
1	第 1 種低層住居専用地域又は第 2 種低層住居専用地域	軒の高さが 7 メートルを超える建築物又は地階を除く階数が 3 以上の建築物	1.5 メートル	(1)	3 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)	2 時間 (道の区域内にあつては、1.5 時間)
				(2)	4 時間 (道の区域内にあつては、3 時間)	2.5 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)
				(3)	5 時間 (道の区域内にあつては、4 時間)	3 時間 (道の区域内にあつては、2.5 時間)
2	第 1 種中高層住居専用地域又は第 2 種中高層住居専用地域	高さが 10 メートルを超える建築物	4 メートル又は 6.5 メートル	(1)	3 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)	2 時間 (道の区域内にあつては、1.5 時間)
				(2)	4 時間 (道の区域内にあつては、3 時間)	2.5 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)
				(3)	5 時間 (道の区域内にあつては、4 時間)	3 時間 (道の区域内にあつては、2.5 時間)
3	第 1 種住居地域、第 2 種住居地域、準住居地域、近隣商業地域又は準工業地域	高さが 10 メートルを超える建築物	4 メートル又は 6.5 メートル	(1)	4 時間 (道の区域内にあつては、3 時間)	2.5 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)
				(2)	5 時間 (道の区域内にあつては、4 時間)	3 時間 (道の区域内にあつては、2.5 時間)
4	用途地域の指定のない区域	イ 軒の高さが 7 メートルを超える建築物又は地階を除く階数が 3 以上の建築物	1.5 メートル	(1)	3 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)	2 時間 (道の区域内にあつては、1.5 時間)
				(2)	4 時間 (道の区域内にあつては、3 時間)	2.5 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)
				(3)	5 時間 (道の区域内にあつては、4 時間)	3 時間 (道の区域内にあつては、2.5 時間)
		ロ 高さが 10 メートルを超える建築物	4 メートル	(1)	3 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)	2 時間 (道の区域内にあつては、1.5 時間)
				(2)	4 時間 (道の区域内にあつては、3 時間)	2.5 時間 (道の区域内にあつては、2 時間)
				(3)	5 時間 (道の区域内にあつては、4 時間)	3 時間 (道の区域内にあつては、2.5 時間)

この表において、平均地盤面からの高さとは、当該建築物が周囲の地面と接する位置の平均の高さにおける水平面からの高さをいうものとする。

※[道の区域内]とは北海道を指す。

(3) 希少猛禽類の生息が確認された場合の処置

作業現場周辺でオオタカ・サシバなどの希少猛禽類の生息が確認された場合には、「巣営場所調査」「繁殖状況調査」「行動圏の内部構造推定」などの現地調査を行い、昼間あるいは昼夜間におよぶ工事騒音が猛禽類に与える影響を排除する必要がある。猛禽類や動物に対して悪影響を与えない騒音レベルの大きさは明確ではないが、猛禽類に対しては出来る限り騒音レベルを下げる必要がある。また、防音設備が猛禽類の視覚に入る場合には、防音設備の色彩にも配慮が必要となる。

(4) 指定仮設と任意仮設

土木工事の仮設工事の発注においては指定と任意の部分がある。

指定とは工事目的物を施工するに当たり、設計図書の通り施工を行わなければならないもので、任意とは工事目的物を施工するに当たり、請負者の責任において自由に施工を行うことが出来るものを指す。

防音ハウスは任意仮設（設計図書には参考図として表される）に該当し、その形状や部材数量が発注時の設計による形状や部材数量と異なっても（小さくなっても）、防音性能が担保されていれば請負者の責任において自由に施工を行うことが出来る。

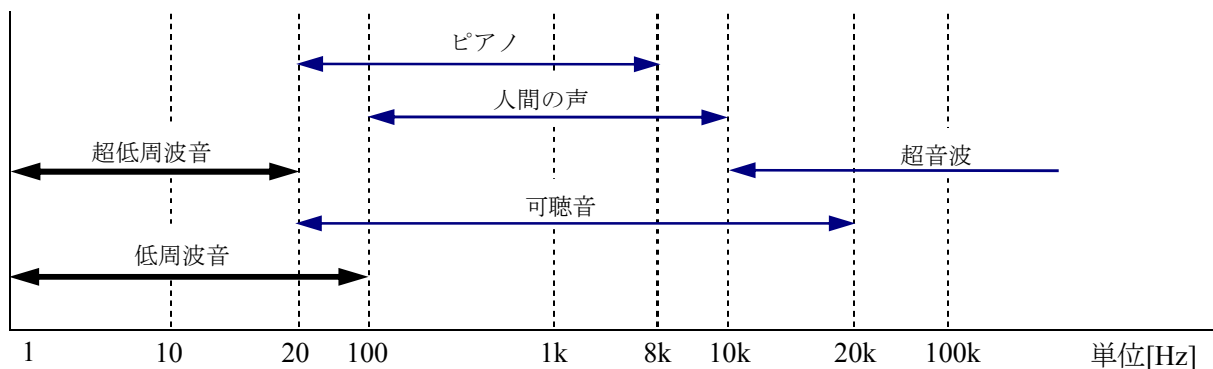
第4章 超低周波音

1 超低周波音とは

(1) 聞こえる音と聞こえない音

聞こえる音の問題すなわち騒音問題は、工場騒音、建設作業騒音、自動車交通騒音などで引き起こされるが、これらの問題は法律によって測定方法、評価方法、規制基準値などが定められている。それに対して超低周波音は、周波数が 20Hz（ヘルツ）以下の音で、それが強いと感知することは出来るが、われわれの耳には聞こえない音である。

＜音の分類と代表的な周波数＞



(2) 超低周波音の発生源

超低周波音の発生源は、自然的なものと人工的なものに分けられる。

1：自然的なもの

火山の噴火による爆発・地震による地表面の振動
 海の波や津波による水面の振動・防波堤やテトラポットにあたる波
 海中噴火による水中爆発・台風や竜巻による圧力変化

2：人工的なもの

大砲による砲撃・超音速航空機による圧力変化・核爆発・ダム
 大型ロケット発射時の圧力変化・橋梁の振動・堰堤からの放水時の水流振動
 新幹線のトンネル出口での圧力変化・発破による衝撃等で発生するもの
 各種機械（送風機・往復式空気圧縮機・ディーゼルエンジン・ジェットエンジン・ボイラー・振動ふるい）など

(3) 超低周波音に関する量

超低周波音の基礎量は 第1章の1：音の基礎量と同じである。

(4) 超低周波音の感覚的大きさ

超低周波音は、音圧レベルが大きい場合には感知することが出来るが、可聴音のように耳で聞くことは出来ない。超低周波音をどのように感知しているかについては、振動感覚・加速度感覚・聴感覚の3つが上げられている。

1：振動感覚

人間がもつ振動受容器であるパチニ小体が振動によって興奮し、圧迫感や振動感を感じ、これによって超低周波音を感知するといわれるもの。

2：加速度感覚

耳に入った超低周波音によって体の平衡感覚に関係する器官（内耳の前庭や三半規管）が刺激を受け動揺感を生じ、これによって超低周波音を感知するといわれるもの。

3：聴感覚

聴感覚の延長として超低周波音の音圧レベルが大きくなると、聴覚機構において歪みが生じ高調波成分が耳に聞こえ、また周辺の可聴音が超低周波音によって変調されて聴こえることによって、超低周波音が感知されるといわれるもの。

(5) 超低周波音の感覚特性

超低周波音に対する感じ方は、可聴音の感覚と同じように周波数によって大きく変わる。超低周波音の分野では実験結果を踏まえて、ISO において、G 特性という超低周波音に対する感覚特性（Acoustics-Frequency weighting characteristics for infrasound measurements, ISO 7196 (1995)）が定められ、現在この特性を通して我々は近似的に超低周波音を感知すると考えることになっている。

G 特性は、周波数 10 Hz の超低周波音に対する感度を基準（0dB）にとると、ほかの周波数の超低周波音に対する感度が図 4-1 に示すような特性である。

これは例えば、周波数 4Hz の超低周波音に対する感度は、10 Hz の超低周波音に対する感度より 16 dB 悪いことを示している。

図 4-1 および表 4-1 に示す値が、10Hz の超低周波音と同じ大きさに感じられるためには、ほかの周波数の超低周波音は何 dB 補正されなければならないかを表す数値である。これを超低周波音の G 特性補正值といっている。

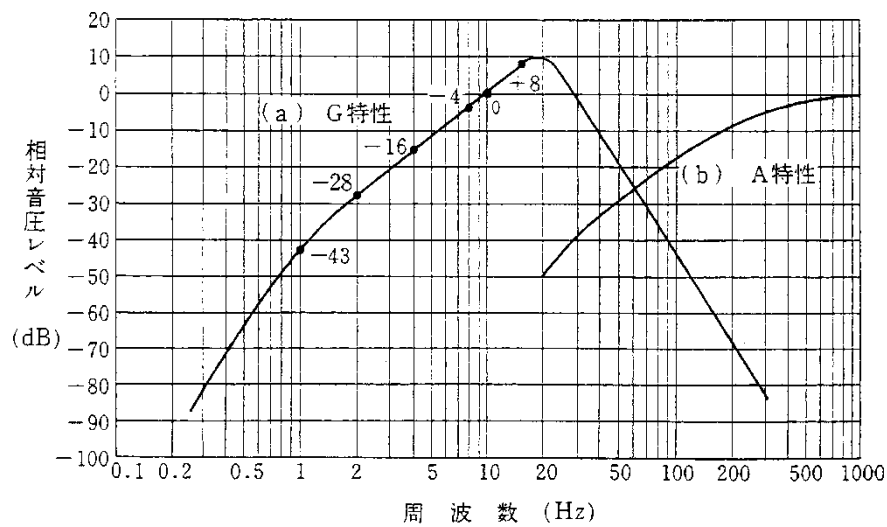


図 4-1 G 特性と A 特性

表 4-1 G 特性補正值

1/3オクターブバンド 中心周波数 (Hz)	1*	1.25	1.6	2*	2.5	3.15	4*	5	6.3	8*	10	12.5	16*	20	25
補 正 値 (dB)	-43	-38	-33	-28	-24	-20	-16	-12	-8	-4	0	4	8	9	4

備 考 感覚閾値とはほぼ同じ特性

* はオクターブバンド中心周波数

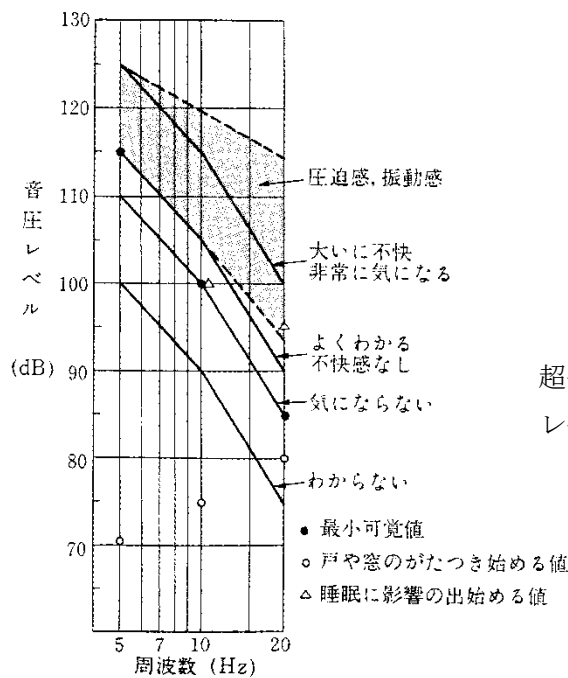
2 超低周波音の影響と評価・測定方法

(1) 超低周波音の影響

1：圧迫感と振動感

実験室において超低周波音を被験者に加え、そのアンケート調査の結果から求めた圧迫感と超低周波音の音圧レベルの関係を図 4-2 に示す。*2

塗りつぶした範囲は、圧迫感・振動感の範囲を示す



超低周波音の最小可覚値よりわずか数 dB レベルが大きくなると不快感を生じている。

図 4-2 超低周波音による圧迫感と振動感

2：睡眠に及ぼす影響

超低周波音の睡眠に及ぼす影響については、健康な男子大学生 8 名を被験者とした実験結果がある。*3

表 4-2 超低周波音の睡眠に及ぼす影響

睡眠深度 周波数[Hz]	1	2	3	REM
10	100dB 以上になると影響が出始める (105dB で 100% 目覚める)	同 左 1 の場合より影響は少ない	同 左 2 の場合より影響は少ない	104dB でわずかに目覚める
20	95dB 以上になると影響が出始める	同 左 1 の場合より影響は少ない	同 左 2 の場合より影響は少ない	95dB では影響なし

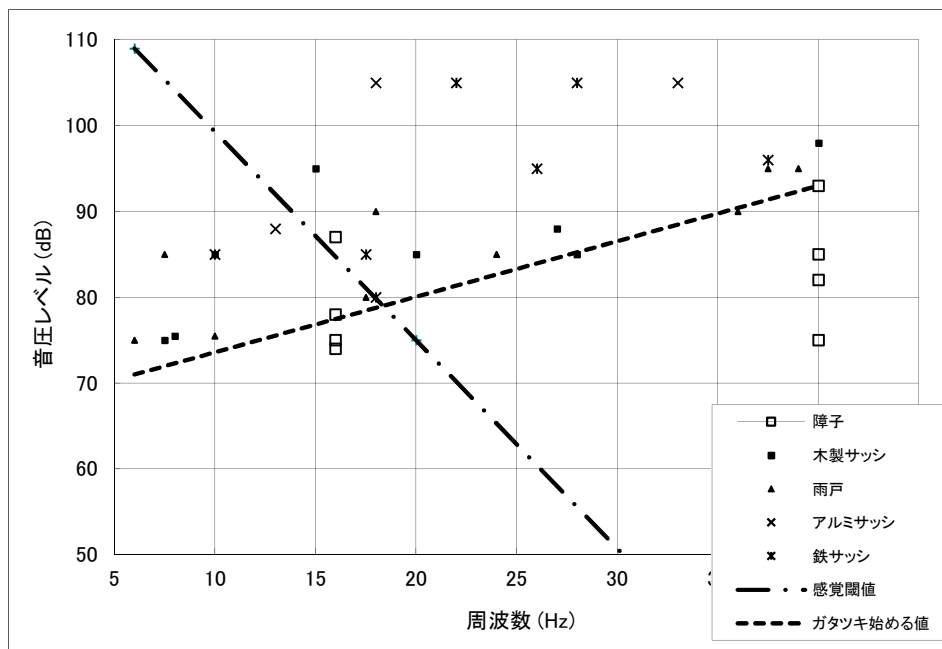
3：人体反応

超低周波音の波長は、人体寸法に比べて長いので全身に対する影響は極めて小さい。しかし、人体の一部に限って加わり、人体内に入った場合には、臓器の重量や運動性などの条件が揃えば、共振現象によって内臓などが大きい振動をおこし、これによって種々の症状を引き起こす可能性がある。^{*4}

4：建具類に及ぼす影響

超低周波音によって、住宅の窓や戸などの建具がガタガタ振動することがある。超低周波音による苦情の多くは、この振動による2次的発生音に対するものである。

ガタツキが始まる音圧レベルの参考資料として環境庁委託業務結果報告書がある。



「昭和 52 年度低周波空気振動実態調査（低周波空気振動の家屋に及ぼす影響の研究）」
環境庁委託業務結果報告書（小林理学研究所，1977）より

また、平成 16 年 6 月 22 日に、環境省環境管理局大気生活環境室から「低周波問題対応の手引書」が発表され、物的苦情に関する参照値が定められた。

表 4-3 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
音圧レベル [dB]	70	71	72	73	75	77	80	83	87	93	99

(2) 超低周波音の評価

1：周波数分析結果による評価

問題となる超低周波音を、1/3 オクターブ分析を行なって音圧スペクトルを求め、その中心周波数の最大音圧レベルを用いて評価する。

2：G特性音圧レベルによる評価

オーバーオール G 特性音圧レベルの大きさによって、超低周波音のおおよその影響程度を評価する方法である。*5 *6

G 特性音圧レベルで評価する場合、感知され始めるレベルは 100dB 前後、睡眠に対する影響が始めるも同じく 100dB 前後、建具などががたつき始めるレベルは 70dB くらいというところが目安と考えられる。

(3) 超低周波音の測定方法

1：読み取り方法

原則としては騒音レベルの読み取りと同じである。しかしながら、低周波音はマイクロホン近傍の風に大きく影響され測定が不可能になることがあるので注意する必要がある。

(a) 変動が少ない低周波音

音圧レベルの変動が小さくほぼ一定とみなされる場合は、低周波音圧レベル計の指示値又はレベルレコーダによる記録値の平均値を読み取る。

測定時に風が吹いている場合には、風の影響がない測定時間における平均値を読み取る。

(b) 変動する低周波音

(1) 対象の低周波音による指示値が大きくなるときに注目し、そのときの最大値を適当な回数について読み取る。

(2) 特定の測定時間内 (例えば 10 分間) の最大値及びパワー平均値をレベル処理器等で求める。

但し、測定時に風が吹いている場合で風雑音により低周波音圧レベル計の指示値又はレベルレコーダによる記録値が変動する場合には、原則として指示値又は記録値の読み取りは出来ない。

(c) 単発的又は間欠的に発生する低周波音

単発的に発生する低周波音を測定する場合は、発生時の最大値を読み取る。間欠的に発生する場合は、発生ごとの最大値を読み取る。

測定時に風が吹いている場合には、風の影響がない測定時間における発生音の最大値を読み取る。

2：測定場所・測定点

(a) 屋外における測定

屋外の測定点の選定にあたっては、暗騒音レベルが高く対象となる低周波音が精度良く測定出来ない場所や、建物や地形による音の反射、遮蔽、回折によりごく局所的に音圧レベルが変化する場所は避ける。一般環境の低周波音を測定する場合、騒音測定の場合（騒音では建物より 3.5m 以上離れることになっている）よりも広い範囲の地形や建物の影響を受けるので、これらによる反射の影響がないかどうかを十分確認の上、測定点を定める。マイクロホンの高さは地上 1.2～1.5m の高さとするが、風の影響がある場合は、地上に置いてよい。

機械、工場建物内外などの測定は、騒音の測定（例えば、騒音レベルの測定方法）に準じて測定点を定める。

(b) 建物の周囲における測定

低周波音の影響を受けている住宅などにおいて測定を行うとき、マイクロホンは音源方向に面した所、例えば実用的には窓の外側で窓から 1～2m 離れた場所で、建物の問題となる階の床上 1.2～1.5m に相当する高さに設置する。

低周波音は騒音に比べて波長が長いので、建物から数m離れても反射、遮蔽、回折等により局所的に音圧レベルが変化する可能性がある。ある点の音圧レベルを決めるとき、その周囲数点で測定し、大きな差がでるかどうかなどを確認する程度のことは常に心がけるとよい。

低周波音の発生源がはっきりしている場合には、低周波音の影響を受けている住宅の近傍に加えて発生源近傍（例えば、音源から 1～5m、敷地境界など）にも測定点を設け、同時に測定し音源近傍のレベル変化と遠方のレベル変化が同期しているか否かなど見定めることが望ましい。

(c) 屋内における測定

建物室内で外部から到来する低周波音がその室の共鳴周波数と同じである場合、あるいは同調周波数が広帯域周波数中に含まれている場合、室内の方が音圧レベルが大きくなる事がある。このような事が考えられる時、窓や扉の開閉によりそれぞれのレベルを測定しておくことが望ましい。

木質系や軽量鉄骨製家屋の場合、音源の位置が屋内外を問わず壁面や床、天井等が振動し、室内でたつきによる 2 次放射音（可聴音）とは別に低周波領域における定在波が生じることがある。こういう場合、局所的に音が大きい場所や、小さい場所が生じており、室中央部床上 1.2～1.5m 地点のみでなく、室内を移動して音を大きく感じる場所や人の居る場所（寝室であれば枕元など）で実際の生活行動実態を考慮して測定点を選ぶことも必要である。

3：風による測定値への影響

低周波音の測定において最も注意すべきは、風による影響である。

晴天時には上昇気流の発生が顕著であり風が割合あることが多い。雨天時には現実に測定は不可能であり、くもりの日には風の影響を避け易い。

また、1 日の内で海岸に近い場所では朝、夕のなごの時間帯は最も風の影響を軽減することが出来る。

低周波音圧レベル計のマイクロホンに風が当たると、その部分で雑音（風雑音）が発生し、測定が困難になることがある。対象とする低周波音の音圧レベルが小さいと風雑音の影響で測定が出来なくなる。

一般的には風速 4～5m 以上での低周波音の測定は避けた方が望ましい。

風による音圧レベルと対象とする音圧レベルの違いを判別するのは簡単ではないが、次のような点に注意するとよい。

- ・多くの場合、対象とする低周波音は定常的、周期的あるいは特徴的な音圧レベルの変化を示すはずであり、レベルの小さい時の値がほぼ同じになることが多い。
- ・風による音圧レベルは、不規則に変化する。
- ・風が最も弱まったときの音圧レベルに注目する。
- ・風の強弱は体感で分かる。
- ・測定者とマイクロホンが離れているときはマイクロホンスタンドに細長い布や糸を結びつけて風の強弱を確かめる。
- ・音源の近くの測定結果と風がないときの測定結果とを比較する。

3 振動ふるいから発生する超低周波音

振動ふるいとは網を振動させることによって土砂（泥水）と石のふるいわけを行う機械である。シールド工事の場合、泥水式工法の場合に用いられている。

(1) 発生のメカニズム

不均衡加振器による超低周波音成分の加振周波数によって、ふるい本体各部が加振され、その振動によって超低周波音が発生する。通常モーターの回転数は 1000rpm 前後であるので、 $1000 \div 60 = 16.7\text{Hz}$ 前後の超低周波音が発生する。

ふるいの部材である鉄板などの固有振動数が、この加振周波数に一致するか、近い場合には、共振によって各部の振動が大きくなり、超低周波音は増大する。

また、ピットなどの空洞部に設置される場合には、ピットの形状、寸法によっては、空洞の空気の固有振動数との共鳴によって、超低周波音が増大することがある。

(2) 低減対策

1：加振力の大きさを低減する

ふるいの機能を低下させることになる → NG

2：距離減衰

発生源を民家から離す → 施工条件、地理条件による

3：遮蔽物による防音対策（剛性則）

高剛性の遮音パネルで囲う（超低周波音用防音パネル）

4：排土口等から漏れる超低周波音の対策

送排泥配管他貫通配管 → 完全に目仕舞する

ベルトコンベア等土砂が流れる開口 → 必要最小限の開口を残し塞ぐ

換気孔 → 民家側に向けない

5：アクティブコントロールによる減衰対策（位相制御）

複数台の振動ふるいを運転する場合、それぞれを逆位相で振動させると、それぞれの音が互いに干渉し合い、方向、地点によっては音圧レベルを減衰させることが出来る。

対策方式には、機械式（逆位相 180° 固定式）と電気式（位相ピッチ変動式）、回転数変更式（回転数不一致式）の三方式がある。

ただし、全ての位置で逆位相にはならず、必ず効果が得られない場所が出来るので注意が必要である。

6：回転数の制御

複数台の振動ふるいを運転する場合、それぞれの振動ふるいの回転数を調整することで超低周波音の発生周波数をずらし、ピークレベルを下げる事が出来る。ただし、周波数のずれがうなりを発生させるので注意が必要である。

(3) 振動ふるいから発生する超低周波音のパワーレベル

超低周波音パワーレベルは、過去実測の平均値より算出した下記の値を採用する。

表 4-4 振動ふるいから発生する超低周波音のパワーレベル (1,000rpm 時)

振動ふるい 「最大処理能力」	パワーレベル (PWL) [dB] 設定値		
	1 台運転	2 台運転	4 台運転
～ 5 m ³ /min	115	121	123
6 ～ 9 m ³ /min	117	123	125
10 ～ 15 m ³ /min	124	130	132

<注 1> 上記 1000rpm 時には 16.7Hz の超低周波音が発生する

<注 2> 回転数が 1200rpm となる場合 (20Hz の超低周波音) のパワーレベルは、上記パワーレベルより 3dB 大きい値を採用する。

(4) 超低周波音の予測計算式

発生する超低周波音を、点音源で仮定した場合の受音点 距離 r (m) での音圧レベルの理論値は次式により計算する。

$$Lr = L_w - \Delta r = L_w - 20 \log(r) - 8 \quad \text{式 4-1}$$

(日本建築学会編「実務的騒音対策の指針」より)

Lr : 受音点での超低周波音圧レベル [dB]

Δr : 距離減衰 [dB]

L_w : 16Hz 成分の発生パワーレベル [dB]

r : 音源と受音点との距離 [m]

しかしながら、現実には音源から距離 r (m) 地点の超低周波音圧レベルが理論計算式よりも大きくなることが多いので、防音設備協会では実測値をもとにした下記の計算式を採用する。

$$Lr = L_w - 13.4 \log(r) - 8 \quad \text{式 4-2}$$

防音ハウスを透過して伝搬する超低周波音の予測計算式

$$Lr = L_w - 13.4 \log(r) - 8 - D_T + \Delta L_1 \quad \text{式 4-3}$$

Lr : 受音点での超低周波音圧レベル [dB]

L_w : 超低周波音のパワーレベル [dB]

r : 音源と受音点との距離 [m]

D_T : 防音ハウスの平均遮音値 [dB]

ΔL_1 : ハウスで覆うときの補正值 [dB]

ΔL_1 音圧補正值の設定 ; 共鳴や共振現象を考慮する

ふるい 1 台設置、又は、平面的にほぼ四角の形状の場合 … $\Delta L_1 = 3 \text{ dB}$

ふるい 2 台以上設置、又は、平面的に長方形の形状の場合 … $\Delta L_1 = 6 \text{ dB}$

(5) 超低周波音用防音パネル (BSK-Lタイプ) の遮音性能

協会各社の実績から超低周波音用防音パネルの平均遮音値 (内外レベル差) を設定する。

超低周波音用防音パネル (BSK-L1 タイプ) の遮音値 $D_T = 15 \text{ dB}$
 高性能超低周波音用防音パネル (BSK-L2 タイプ) の遮音値 $D_T = 25 \text{ dB}$



< B S K - L 1 タイプ >



< B S K - L 2 タイプ >

(6) 超低周波音の対策目標値

振動ふるいの超低周波音対策に際して、民家前で何 d B まで下げるのかを決定しなければならない。振動ふるいの超低周波音はそのモーターの回転数によって 1000 回転時 16.7Hz あるいは 1200 回転時 20Hz に最大音圧レベルが発生する。

環境省の低周波音による物的苦情による参照値 (参考資料 24 ページ参照) から判断すると、16Hz で 77dB、20Hz で 80dB を目標値とすることが望ましいと思われる。

表 4-5 対策目標値の目安

16 Hz	77 dB
20 Hz	80 dB

(7) 対策方法の留意点と問題点

超低周波音対策の基本は、質量が大きく、剛性が強い材料で覆う方法が最も有効であることが分かっているが、実際には工事内容、施工環境等を勘案して対策方法を検討することが重要である。ここに、振動ふるいの超低周波音対策として考えられる方法を下記に示す。

対策場所	対 策 方 法	留意点 及び 問題点
受音側で 対策	・ガタツキ等の苦情が発生してから対処する。 ・ガタツキ防止方法には、苦情の出た民家建具(襖、障子)を目留めしたり、締めつけの良いものに取り替える。木製、アルミサッシを鉄製サッシに交換する等がある。 ・被害の大きい民家は、窓をコンクリート壁に取り替える等。	影響範囲の設定が困難である。
音源の対策	対策1;振動ふるいの位置決め ふるいを地下設置にする方法もある。 地上に設置する場合は、ふるい長手側を民家に向けてないようレイアウトする。	民家との距離が 10m 位の時は効果があるが、遠いと回り込みの影響があるため、レイアウト効果は期待出来ない。
	対策2;振動面の減少方法 ふるいケーシング等の振動する面を出来るだけ少なくし発生音レベルを下げる。 ふるいと架台、タンク類を空気バネ式防振装置により振動絶縁する。	板を少なくすることは、泥水の飛散を招くことになり、現場の作業環境の悪化につながる。 構造強度の低下を起こし、故障の原因になりやすい。
	対策3;回転数の調整 回転数を上げると周波数が上がる。	配管類との共振現象による損傷を招くことがある。
	対策4;複数台のふるいを使った干渉による対策 2台のふるいを機械的に連結し互いに逆位相で動かす方法と、インバーターにより電氣的に位相制御する方法がある。	強制制御するためメンテナンスの頻度が多くなることもある。 互いのふるい距離によっては、完全な逆位相とはならず効果が無い場所が出来る
	対策 5;その他二次的対策 ①開口部用開放型サイレンサー ②音響レゾネーター ③サイドブランチ型サイレンサー	局部的な音圧を低減させるには有効である。 (部屋の隅部等に設置)

4 山岳トンネル発破による超低周波音

作業条件にもよるが、山岳トンネル工事の発破作業からも 140dB～155dB 程度の超低周波音が発生する。切羽で発生する超低周波音は騒音と異なり、ほとんど距離減衰しないで坑口まで達する。

(1) 予測計算式

1：トンネル坑口における発破音の超低周波音レベル

$$L_{P0} = A + 7 \log(W) \quad \text{式 4-4}$$

L_{P0} : 坑口における超低周波音レベル [dB]

W : 一発破当たりの装薬量 [kg]

A : 含水爆薬使用時の定数 (DS 雷管 141dB、MS 雷管 148dB)

2：トンネル坑口から受音点における発破音の超低周波音予測計算式

$$L_{Pr} = L_{P0} - 20 \log(R) - \Delta L \quad \text{式 4-5}$$

L_{Pr} : 坑口から R [m]離れた地点の超低周波音レベル [dB]

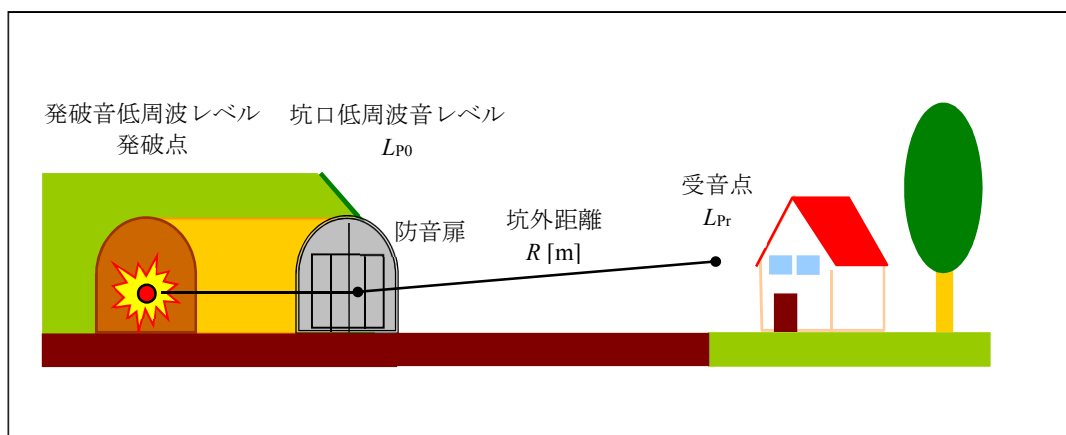
R : 坑口から受音点までの坑外距離 [m]

ΔL : 坑口防音扉の遮音量 [dB]

超低周波音は波長が長いいため指向性がない、また回折減音も期待出来ないので考慮しない。

船津；トンネル発破の特性と予測、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集 S62.9

(低周波音を超低周波音と表記し直してあります)



(2) 超低周波音の対策目標値

発破音の超低周波音に関しては、現状としてはっきりとした規制がない。環境省環境管理局大気生活環境室発表の「低周波問題対応の手引書」は定常的な低周波音に対する手引書で、発破音などの突発的なものについては除外されている。

本基準書では発破作業は連続的でなく単発で発生時間も限られることなどから、火薬学会の「人を対象とした提言値」を対策目標値として採用する。

表 4-6 発破音の人を対象にした提言値

対象	低周波音の提言値
昼間	130 dB
夜間	100 dB

発破振動 騒音・低周波音の規制値に関する提言（数値の提案）
火薬学会 Explosion Vol4、No.3 1994

第5章 防音設備の積算要領

仮設防音設備の積算は、

- 1 仮設防音設備の設置・撤去に係る費用
- 2 仮設防音設備設置後の騒音測定に係る費用
- 3 構造設計費
- 4 防音設備に付帯して取り付ける設備費用
- 5 事前設計に係る費用

に分けて行い、2～5は別途計上する。

1 仮設防音設備の設置・撤去に係る費用

工種は次表の通りである。

No.	工種・種別	仕様	単位	数量	備考
(1)	組立工事費		式	1.0	
(2)	防音材料費		式	1.0	
(3)	鉄骨材料費		式	1.0	
(4)	解体工事費		式	1.0	
(5)	搬入運搬費		式	1.0	
(6)	搬出運搬費		式	1.0	

下記よりそれぞれの工種の内訳を示す。

(1) 組立工事費

No	工種・種別	仕様	単位	数量	備考
1	基礎工		式	1	別途計上
2	土台H鋼敷工		t		土台H鋼材重量
3	鉄骨工		t		使用鋼材総重量
4	ボルト本締め工		t		使用鋼材総重量
5	鉄骨用ボルトナット	F10T M20×65L	Set		数量換算表による
6	パネル工		m ²		パネル総面積
7	車両用出入り口工		m ²		車両用出入り口面積
8	屋根板金工		m ²		屋根面積

(1) -1 基礎工（積算は仮設防音設備協会メーカー範囲外により別途とする）

積算は別途とするが、基礎形状はコンクリート基礎工、杭基礎工のどちらかを選択する。

コンクリート基礎の形状は第3章の5（59ページ）基礎の選定を参考とする。

また、杭基礎の場合は先端支持力が得られる深さまで打ち込むものとする。

(1) -2 土台H鋼敷工

土台H鋼敷工は、使用する土台H鋼材の重量に鉄骨 1 t 当たりの工事歩掛り単価を乗じて積算する。

工事歩掛りは「(1) -3 鉄骨工」と同じとする。

土台重量は、土台H鋼材外周延長に土台H鋼材の単位重量を乗じた値とする。

(1) -3 鉄骨工

鉄骨工は、使用する鉄骨柱・梁材料などの総重量に鉄骨 1 t 当たりの工事歩掛り単価を乗じて積算する。

1 日当たりの作業員は下表とし 1 日当たりの鉄骨施工数量は 8 t とする。（ ）は 1 t 当たり

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
世話役	1.0 (0.125)	人			
とび工	5.0 (0.625)	人			
普通作業員	2.0 (0.25)	人			
クレーン運転費	1.0 (0.125)	日			
安全対策費	1.0	式			労務費の 10%
8 t 当たり合計					
1 t 当たり単価					

ただし、夜間工事については鉄骨 1 日当たり（6.8 t/1 日）の工事費用とする。

使用するクレーンの規格は<表 5-1>による。

安全対策費とは、工事時のブラケット足場・屋根の安全手摺・ネット貼付等の設備費用をいう。

(1) -4 ボルト本締め工

1 t 当たりの数量は下表とする。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
鉄骨工	0.26	人			
とび工	0.19	人			
締付け機器損料	1.0	式			労務費の 2%
1 t 当たり単価					

(1) -5 鉄骨用ボルト・ナット

鉄骨用ボルト・ナットは鉄骨 1t 当たり 20set とする。

鉄骨重量には土台鉄骨重量を含むものとする。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
鉄骨用ボルト・ナット	20 set/t×鉄骨	set			F10T M20×65L

(1) -6 パネル工

パネル工は、使用する防音パネル・人員用扉パネル・換気パネルの総面積にパネル 1 m²当たりの取付工事歩掛りを乗じて積算する。(車両用出入り口部分は含まない)

1 日あたりの数量は下表とし 1 日あたりのパネル施工数量は **110 m²** とする。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
世話役	1.0	人			
とび工	5.0	人			
普通作業員	2.0	人			
クレーン運転費	1.0	日			
高所作業車賃貸料	1.0	車			
安全対策費	1.0	式			労務費の 10%
110 m ² 当たり合計					
1 m ² 当たり単価					

ただし、夜間工事についてはパネル 1 日当たり **93.5 m²** の施工数量とする。

使用するクレーンの規格は<表 5-1>とし、高所作業車の規格は<表 5-2>による。

表 5-1 クレーン規格

防音設備の高さ	クレーン規格
～10m 未満	ラフテレーンクレーン 25 t 吊り
10m 以上～14m 未満	ラフテレーンクレーン 35 t 吊り
14m 以上	ラフテレーンクレーン 40 t 吊り

通常は、25 t 吊りにて積算する。

表 5-2 高所作業車の規格

防音設備の高さ	高所作業車規格
～ 6m 未満	自走式リフト(ホイール)ブーム型伸直式 8～9m
6m 以上～ 8m 未満	自走式リフト(ホイール)ブーム型伸直式 12～13m
8m 以上～10m 未満	自走式リフト(ホイール)ブーム型伸直式 14～15m
10m 以上	自走式リフト(ホイール)ブーム型伸直式 20～21.5m

通常は、20m 用にて積算する。

(1) -7 車両用出入り口工

車両用出入り口工は表 5-3 の項目に基づいて積算する。

電動重量シャッターあるいは防音スライド扉を用いる。

表 5-3 防音設備用車両出入り口

項目	種別	単位	数量	備考
製品費	車両用出入り口本体	台		
	開閉装置	式		
工事費	組立工事費	式		
	解体工事費	式		
運搬費	搬入運搬費	車		1 車/台
	搬出運搬費	車		1 車/台

鉄骨下地、仕上塗り塗装、電動式自閉装置、煙・熱感知装置、防煙仕様は別途とする。

解体工事費は組立時の 80%とする。

(1) -8 屋根板金工

屋根板金工は、BSK-A タイプ建屋及び BSK-B・C タイプにおいては屋根が矩形でない場合など必要に応じて計上する。

1 m²当たりの数量は下表とし 1 日当たりの施工数量は **100 m²** とする。

工 種	数量	単 位	単価	金額	備考
板金工	0.04	人			
普通作業員	0.01	人			
着色亜鉛鉄板	1.04	m ²			
フックボルト	6.00	本			
合計(1m ² あたり)					

屋根の下地鉄骨材料は、鉄骨材料として、柱、梁などに含めて鉄骨工で積算する。

解体工事費は、組立工時の 80%とする。

(2) 防音材料費

標準品 (3・4・5・7・8) の防音材料費は賃貸料金計算式による。特殊材料や消耗品 (1・2) は全損で計上する。

No	工種・種別	形状	単位	数量	備考
1	パネル押さえボルト	SS400 M12×60L	本		数量換算式による
2	シーリング材料	成形目地材	m		数量換算式による
3	パネル材料	標準	m ²		
		特殊	m ²		(全損)
4	人員用扉パネル		枚		1 枚=2 m ² 換算
5	換気パネル		枚		1 枚=2 m ² 換算
6	明り採りパネル		m ²		(全損)
7	高性能採光パネル		m ²		
8	有圧換気扇		基		AC-200V 3 相
9	車両用出入り口材料費		m ²		表 5-3 による(全損)

防音材料返却時において、修理不可能品又は紛失品については、それぞれ減失価格を計上する。
修理可能な材料の修理費は以下を基準とする。

小修理：基礎価格の 20% (パネル外板の孔パテ詰め程度)

中修理：基礎価格の 40% (パンチングの交換)

大修理：基礎価格の 60% (パンチング・グラスウールの交換)

<防音材料の賃貸料金計算式>

$$\text{賃貸料金} = \text{基本料金} + \frac{\text{基礎価格}}{\text{耐用年数} \times 365 \text{ 日}} \times \text{供用日数}$$

<用語の説明>

「賃貸料金」：基礎価格・耐用年数・供用日数から算出する単位当りの価格を言う。
貸借使用期間が 30 日未満の場合は、30 日分の賃貸料金を最低料金として計上する。耐用年数は一般パネルについては 4 年、高性能採光パネルについては 2 年とする。

「基本料金」：防音パネルの入出庫作業、通常使用による汚れの軽微な整備作業が含まれ、期間の長短に関わらず全品について初回時に計上する。

一般パネル：基礎価格の 20%

高性能採光パネル：基礎価格の 40%

「供用日数」：置き場を出庫した日から入庫した日までと、工事期間の半分を対象とし、供用日数＝施工後使用日数 + (組立工事日数＋解体工事日数) ÷ 2 で算出する。

- 「特殊パネル」 : 他現場に転用出来ないパネル (1m 未満寸法部、特殊形状部など) のことをいい、全損にて計上する。
各壁及び屋根面毎に計上し、その総計を記載する。
- 「販売価格」 : 防音パネルを新品、中古再生品にかかわらず客先に譲渡する場合の価格を販売価格と呼ぶ。ただし、新品の場合は材料を新規調達するため、新規材料の調達やパネルに加工する期間が必要となり、6 か月ほどの納期が必要となる。所有権は購入先に移るため、購入先は製品を償却資産として資産計上しなければならない。
- 「全損価格」 : レンタル契約の一形態。契約時に期間を定めずにレンタルする場合の価格であり販売価格と同等であるが所有権はレンタル元に属する。販売と同様に支払いは一括となる。使用期間が耐用年数を下回った場合も差額分のレンタル料は返却されない。

＜数量換算式＞

施工面積には車両用出入り口面積を含めない。

◆パネル押えボルト (六角ボルト)

パネルの種類	数量換算式
BSK-A タイプ	2 本/ m ² × 施工面積
BSK-B タイプ	3 本/ m ² × 施工面積
BSK-C タイプ	1 本/ m ² × 施工面積
BSK-L1 タイプ	3 本/ m ² × 施工面積
BSK-L2 タイプ	3 本/ m ² × 施工面積

◆シーリング材料

パネルの種類	数量換算式
BSK-A タイプ	2 m/ m ² × 施工面積
BSK-B タイプ	1.5 m/ m ² × 施工面積
BSK-C タイプ	1.5 m/ m ² × 施工面積
BSK-L1 タイプ	1.5 m/ m ² × 施工面積
BSK-L2 タイプ	1.5 m/ m ² × 施工面積

(3) 鉄骨材料費

土台H鋼材・鉄骨材料（1・2）の損料は鉄骨賃貸料金計算式による。消耗品（6・7）は全損で計上する。

No.	工種・種別	形 状	単位	数量	備考
1	土台H鋼材		t		設備別鉄骨単位重量より
2	鉄骨材料	標準	t		設備別鉄骨単位重量より
		特殊	t		(全損)
3	鉄骨材料 加工費		t		
4	鉄骨材料錆止め塗装費	JIS K5621	m ²		24m ² /1t 当たり
5	工場溶接費		m		12m/1t 当たり
6	ブレース材料	SS400 φ16～25	kg		数量換算式による
7	鋼板	12～25 厚 切板	kg		数量換算式による

※鉄骨材料にはクレーン設備用部材や中間ステージ材は含まない。

(3) -1・2 鉄骨材料損料（本体鉄骨・土台H鋼材）

<鉄骨賃貸料金計算式>

1t 当りの鉄骨材料費＝整備費＋賃貸料金

整 備 費＝仮設鋼材リース料金に付帯する整備費と同等

賃貸料金＝（1t・1 日当たりの賃貸料金）× 供用日数

・「整備費」：清掃、塗油等の簡単なものをいう。

・「供用日数」：防音材料費と同様に定義し算出する。

ブレース、および鋼板は購入価格にて計上する。

(3) -3 鉄骨加工費（本体鉄骨・土台H鋼材）

加工費は、鉄骨総重量（本体鉄骨＋土台H鋼材）に鉄骨 1 t 当たりの工場加工歩掛りを乗じて積算する。

工場間接費歩掛りは、「国土交通省建築工事積算基準」に準じる。

1t 当たりの数量は下表とする。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
鉄骨工	2.7	人			
酸素	7.0	m ³			
アセチレン	3.5	kg			
サービスボルト	2.0	本			M20×65L
補助鋼板	6.0	kg			プレート 16～22t 程度
工場間接費	1.0	式			鉄骨工の 100%
鉄骨 1t 当たりの単価					

(3) -4 塗装費

塗装費は、鉄骨総重量に相当する塗装面積に 1 m² 当たりの工場塗装歩掛りを乗じて積算する。
仕上塗装を行う場合は、同じ歩掛りを使用する。

1 m² 当たりの数量は下表とし、鉄骨 1 t 当たりの塗装面積は 24m²/t で換算する。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
塗装工	0.028	人			
塗料(JIS K5621)	0.48	kg			一般錆止め塗料
塗装 1 m ² 当たりの単価					

(3) -5 工場溶接費

溶接費は、鉄骨総重量相当する溶接長さに 1 m 当たりの工場溶接歩掛りを乗じて積算する。

1m 当たりの数量は下表とし、鉄骨 1 t 当たりの溶接長さは 12m/t で換算する。

名 称	数量	単位	単価	金額	備考
溶接工	0.047	人			
諸雑費	1.0	式			労務費の 26%
溶接 1m 当たりの単価					

(3) -6 ブレース材料

ブレース数量は下表により算出する。

パネルの種類	数量換算式	単位
BSK-A タイプ	2 %×鉄骨材料	kg
BSK-B タイプ	なし	
BSK-C タイプ	3 %×鉄骨材料	kg
BSK-L1 タイプ	なし	
BSK-L2 タイプ	なし	

防音壁についてはブレースなし。

(3) -7 鋼板

鋼板数量は下表により算出する。

パネルの種類	数量換算式	単位
BSK-A タイプ	4 %×鉄骨材料	kg
BSK-B タイプ	2 %×鉄骨材料	kg
BSK-C タイプ	4 %×鉄骨材料	kg
BSK-L1 タイプ	2 %×鉄骨材料	kg
BSK-L2 タイプ	4 %×鉄骨材料	kg

(4) 解体工事費

No.	工種・種別	形状	単位	数量	備考
1	基礎工		式		別途計上
2	土台H鋼敷工		t		土台H鋼材重量
3	鉄骨工		t		使用鋼材総重量
4	パネル工		m ²		パネル総面積
5	車両用出入り口工		m ²		車両用出入り口面積
6	屋根板金工		m ²		屋根面積

解体工事費は組立工事費の 80% で計上する。

(5) 搬入運搬費・(6) 搬出運搬費

No.	工種・種別	形状	単位	数量	備考
1	土台H鋼材運搬費	10t車	車		積載量＝8t/車
2	鉄骨材料運搬費	10t車	車		積載量＝8t/車
3	パネル材料運搬費	10t車	車		積載量＝下記参照
4	車両用出入り口運搬費	10t車	車		
5	屋根板金材料運搬費	10t車	車		

パネル材料の運搬車両数量は下記で算出する

パネルの種類	1 車当たり積載量
BSK-A タイプ	250 m ²
BSK-B タイプ	140 m ²
BSK-C タイプ	140 m ²
BSK-L1 タイプ	40 m ²
BSK-L2 タイプ	25 m ²
屋根板金材料	600 m ²

2 仮設防音設備の設置後の騒音測定（効果の確認）に係る費用

仮設防音設備を設置した場合に、現場で発生する騒音が、音響設計で算出した値以内に収まっているかどうかを確認するための騒音測定費用である。

午後 11 時と午前 2 時の 2 時間帯に行い、測定ポイントは原則 4 ポイントとする。

費用は 2 時間帯×4 ポイントまでを 1 式で計上する。

3 構造設計費

構造計算書を作成する費用、及び実施工図面の作成費用で1式で計上する。

4 防音設備に付帯して取り付ける設備

防音設備に付帯して取り付ける設備（天井クレーン用設備・中間ステージなど）は、全損部材として別途計上する。

5 事前設計に係る費用

(1) 音響設計に係る費用

設計段階において必要となる音響設計に係る費用で、設計費として計上する。

費用は1ケースにつき1式で計上する。

(2) 騒音予測のための暗騒音測定に係る費用

音響設計に必要な暗騒音の測定に係る費用で、設計費として計上する。

午後11時と午前2時の2時間帯に行い、測定ポイントは原則4ポイントとする。

費用は2時間帯×4ポイントまでを1式で計上する。

6 工事歩掛りの補正值 K

防音ハウスの形状が矩形でない場合や段差がある場合には、工事の難易度に合わせて工事歩掛補正值 K を設定する。

(1) 平面構成補正值 (K1)

凹凸や斜辺がある場合、無い場合を標準 K1=1.0 とし、凹凸・斜辺（凹斜）1ヶ所毎に0.1ずつ増加する。

(2) 立面構成補正值 (K2)

高さに段差がつく場合、段差毎に0.2ずつ増加する。

(3) 夜間工事補正值 (K3)

実質作業時間が減少し、労務単価が上昇するため、下記係数により補正する。

(4) 全体の工事歩掛補正值 (K)

全体の工事歩掛補正值は次式で算出する。

$$\text{工事歩掛補正值 } K = (K1 \times K2) \leq 2.0$$

・但し、補正值 K の上限を 2.0 までとする。

表 5-4 歩掛補正表

項目\条件	なし	凹斜1ヶ所	凹斜2ヶ所	凹斜3ヶ所	凹斜4ヶ所
凹凸、斜辺による補正值 K1	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4

項目\条件	なし	段差1ヶ所	段差2ヶ所	段差3ヶ所	段差4ヶ所
段差による補正值 K2	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8

項目\条件	人件費	クレーン使用費	作業効率	運搬費
夜間工事補正值 K3	1.25 倍	1.30 倍	6/7 (=85%)	1.30 倍

補正項目は下表の通りである。

	形状補正			夜間補正
	労務費	クレーン運転費	高所作業車	
土台H鋼敷工	○	○	—	○
鉄骨工	○	○	—	○
本締め工	—	—	—	○
パネル工	○	○	○	○
屋根工	○	—	—	○
鉄骨加工費	—	—	—	—
搬入・搬出運搬費	—	—	—	○

○ 適用 — 適用せず

＜参考文献＞ 敬称略

- 社団法人 日本環境測定分析協会 環境測定実務者のための「騒音レベル測定マニュアル」
- 経済産業省産業技術環境局編 「公害防止の技術と法規」
- 日本下水道協会 下水道用設計積算要領 管路設計（シールド工法）編
- 社団法人 日本下水道管渠推進技術協会編 推進工法体系
- 超低周波音（基礎・測定・評価・低減対策）中野有朋／著 技術書院 2002年8月20日 発行より
- *2 低周波空気振動の心理的・生理的影響に関する研究（昭和57年度環境庁委託業務結果報告書）（財）小林理学研究所（1983）
- *3 低周波空気振動の睡眠に及ぼす影響に関する研究（昭和54,55年度環境庁委託業務結果報告書）（財）小林理学研究所（1980,1981）
- *4 岡井：超低周波音の生理的影響，騒音・振動の評価手法シンポジウム，文部省環境科学特別研究騒音・振動研究班（1981）
- *5 中野：低周波空気振動の測定・評価方法と評価値についての提案，産業公害，vol.22, NO.11・12（1986）
- *6 中野・大熊：低周波空気振動対策の評価について 日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集（1986）
- 船津；トンネル発破の特性と予測、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集 S62.9
- 社団法人 日本騒音制御工学会技術部会低周波分科会編 「発破による音と振動」
- 発破振動 騒音・低周波音の規制値に関する提言（数値の提案）火薬学会 Explosion Vol4、No.3 1994
- 日本建築学会編「実務的騒音対策の指針」
- 日本音響学会 「建設工事騒音の予測モデル“ASJ CN-Model 2007”」

本設計基準書作成にあたり上記の文献を参考にさせていただきました。

第6章 参考資料

1：低周波音問題対応の手引書（環境省環境管理局大気生活環境室 ホームページより）

「低周波問題対応の手引書」の公表にあたって

低周波問題対応のための「手引」

図 苦情申し立てから解決までの流れ

低周波音問題対応のための「評価指針」

図 低周波音問題の評価手順

低周波音問題対応のための「評価指針の解説」

2：環境騒音の表示・測定方法 JIS Z8731 :1999

1：低周波音問題対応の手引書

「低周波音問題対応の手引書」の公表にあたって

2004 年 6 月 22 日

環境省環境管理局大気生活環境室

○手引策定の背景

近年、低レベルの低周波音に関する苦情が見受けられる。これらの苦情の多くは暗騒音が小さい静かな地域の家屋内において発生しており、すでに公表している「低周波音の測定方法に関するマニュアル」や「低周波音対策事例集」に記されている方法では対応できないケースも多くなっています。主な発生源は工場、作業場、店舗、近隣の家屋などに設置された設備機器等で、家屋内で観測される低周波音・騒音は 20～200Hz 程度の周波数域に主要周波数成分を持つものが多くみられます。

環境省は、このような苦情を的確に対応するため、(社)日本騒音制御工学会に委託し、同学会において平成 14 年 8 月学識経験者等からなる低周波音対策検討調査委員会が設置され、その対応について検討してきました。このたび、その結果が別途のように、固定発生源の低周波音問題対応のための「手引」、「評価指針」、「評価指針の解説」としてまとめられました。このなかで、従来の手法では対応の難しかった低レベルの低周波音に関する苦情に対処するための参照値が提案されました。

この検討に基づき、環境省はその主な内容を「低周波音問題対応の手引書」として公表するものです。

○手引書の役割

本手引書は、地方公共団体における低周波音問題対応に役立ててもらうために作成したものです。手引書では、苦情申し立ての受付から解決に至る道筋における、具体的な方法や配慮事項、技術的な解説などを盛り込んでいます。

地方公共団体の低周波音担当者及び公害苦情担当者又は専門家においては、本手引書を参考としながら、地域の実情などを踏まえて適宜工夫を加えて活用していくことが大切です。

○手引書の検証・改善

本手引書は、現時点での集積データをもとにしたものです。今後、全国の各地方公共団体で活用していただき意見や要望を踏まえ、その有効性や課題などを検証し、必要に応じてその内容等についてよりよいものにしていくことを目指します。

○手引書の構成

本手引書は、低周波音問題対応のための「手引」、「評価指針」、「評価指針の解説」の3部構成になっています。それぞれの主な内容は以下の通りです。

①低周波音問題対応のための「手引」

苦情申し立ての受付から、低周波音の聞き取り調査、測定、評価、対策検討までの流れに沿って、具体的な方法や配慮事項について記載しています。

②低周波音問題対応のための「評価指針」

低周波音による建具等のがたつき、室内での不快感などについて苦情申し立てがあった場合に、低周波音によるものかどうかを判断する目安となる値（参照値）などを示しています。

③低周波音問題対応のための「評価指針の解説」

評価指針の適用範囲、参照値の基本的な考え方、測定方法及び評価方法について解説を加えたものです。

○手引書の使い方

まず、低周波音問題対応のための「手引」において記述されている低周波音苦情に対応する際の全体の流れや基本的な考え方を理解することが大切です。

続いて、実際の苦情申し立てがあった際に、それぞれの段階ごとのチェックリストを参考に丁寧に対応することが必要です。また、それぞれの技術力や内容に応じて専門家に助けを求めることも視野に入れながら、対応を進めていくことも重要です。

実際に測定を行った場合は、低周波音問題対応のための「評価指針」に示された参照値を参考に判断します。その際、低周波音問題対応のための「評価指針の解説」もあわせて参考にします。

なお、本手引書に示されている参照値は、苦情の申し立てが発生した際に、低周波音によるものかを判断する目安として示したものであり、低周波音についての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ありません。

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
音が聞こえるか（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 of 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も危険である。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

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。

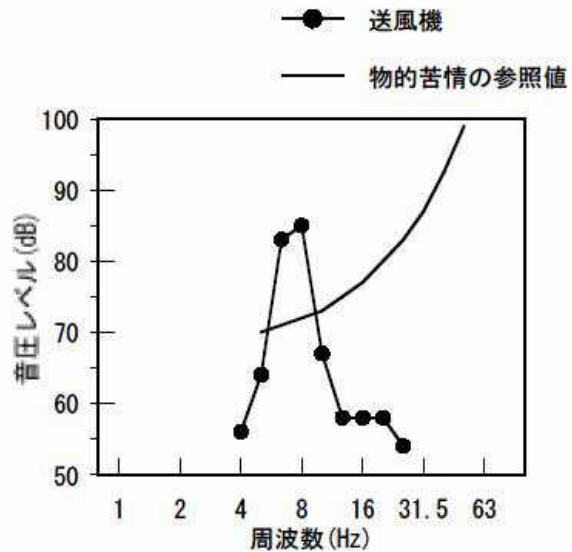
ただし、測定値が参照値未満であっても、建具が軽くて鴨居との隙間が多い構造などの場合には、まれにがたつきが発生することもあるため、参照値を参考にして問題となる周波数を推定し、発生源を再度調査する。

○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。

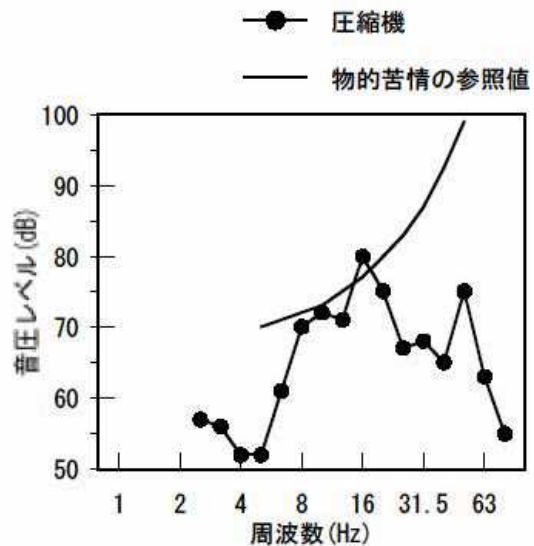
(右上図：参照値を超える場合の例)



(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)

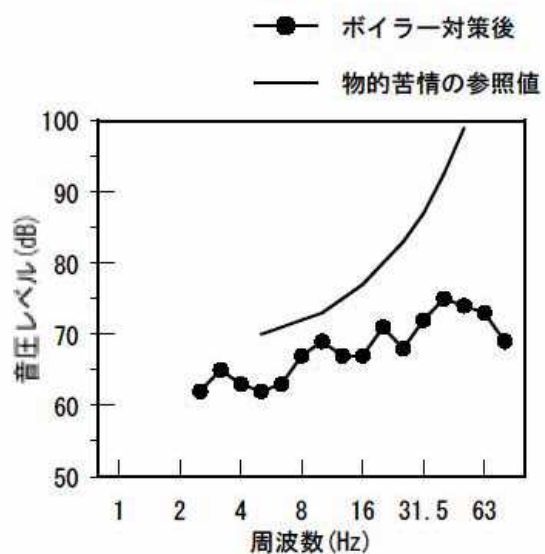


(ウ) 参照値を下回る場合

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らないのであれば、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。

○被害感の有無と施設の稼働・停止の対応関係

苦情内容と発生源の稼働条件の関係から、原因となる発生源を推定する。

図a 施設の稼働・停止と苦情者の反応に対応関係がある場合

時	22																					
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			

←→ 施設稼働 ←.....→ 苦情者反応あり

上図(a)では、対応関係があった条件をもとに原因となる発生源を推定する（例では施設Aと対応）。図(b)のように対応が不明瞭である場合は、調査方法の見直しを含め再検討を行う。

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

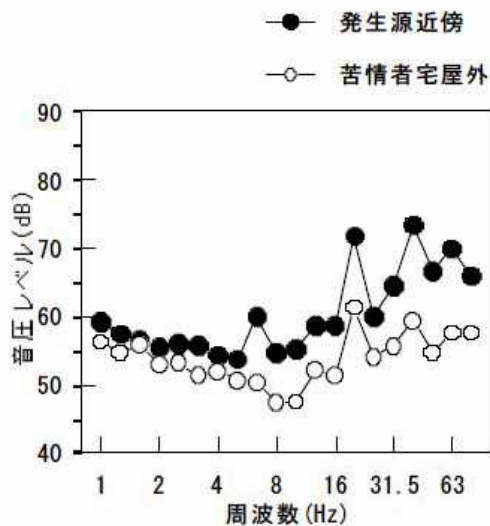
←.....→

苦情者反応あり

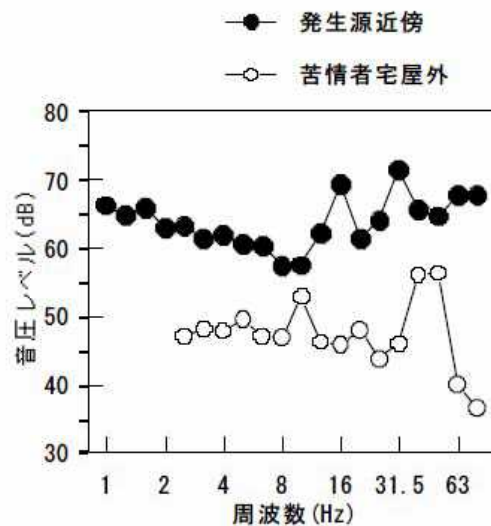
【注意】発生源の稼働状況と苦情内容との対応関係を調べる場合には、低周波音と同時に測定対象施設から発生している騒音・振動等の影響にも注意する必要がある。

○問題となる周波数の特定

発生源と苦情者宅において測定を行い、苦情者宅屋外で問題となる周波数が発生源近傍と一致しているか確認する。周波数が一致しない場合は、他の発生源がないか調査する。



(図a：周波数が一致する場合)



(図b：周波数が一致しない場合)

上図(a)のように20Hzの測定値が、発生源から距離減衰をしながら苦情者宅まで到達している場合は対応関係があるとする。(b)のように伝搬とともに周波数移行することはないので、対応関係がないと考えられる場合は調査対象の見直しを含め再検討を行う。

発生源側と苦情者宅屋外で問題となる周波数の音圧レベルがほとんど変わらない場合には、暗騒音の影響や対象と思われている発生源以外の可能性も考えられる。また、問題となる周波数の音圧レベルが発生源側よりも苦情者宅屋内で大きい場合は、苦情者宅で使用している設備機器等の影響も含めて再検討を行う。

【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、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。

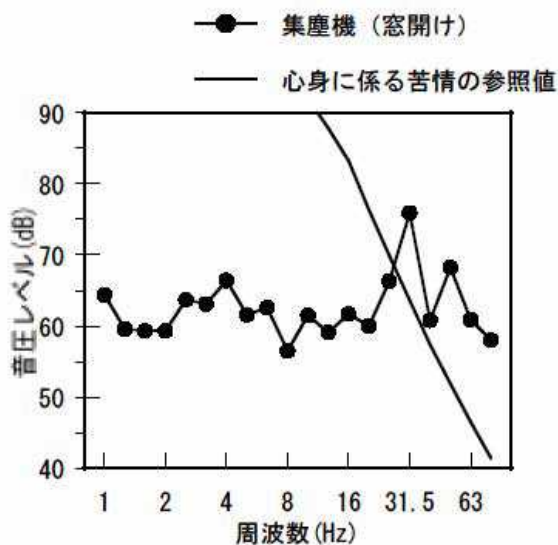
測定値が参照値以上の場合は低周波音の問題がある可能性が強いが、発生源の稼働状況と苦情との対応関係がない場合又は対応関係が不明の場合は、当初苦情対象と推定したものと異なる発生源が原因である可能性もあるので、暗騒音の影響を含め慎重な検討が必要である。

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

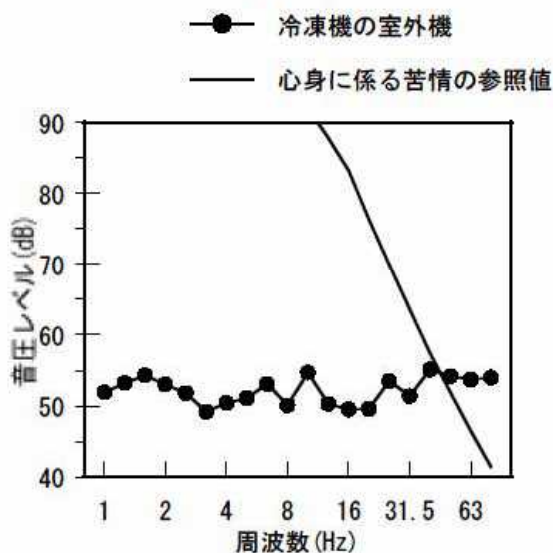
(ア) 卓越周波数が参照値を超えている
右図の場合、31.5Hz、50Hzが参照値を超えており、この周波数が原因であると考えられる。

(右上図：極端な卓越周波数がある場合)



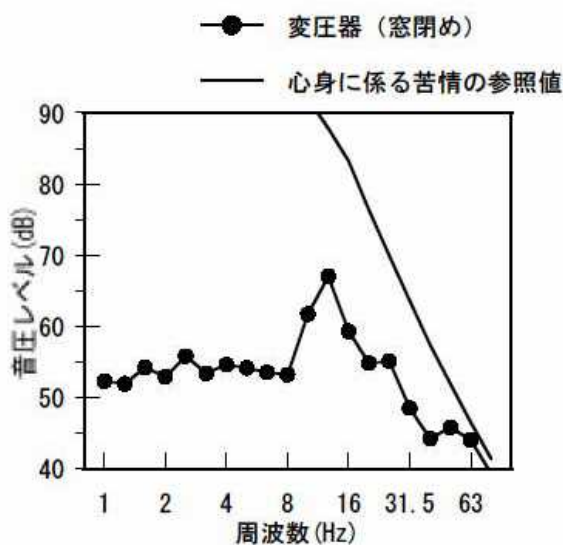
(イ) 卓越周波数はないが参照値を超えている場合
心身に係る苦情は、ある特定の周波数が際立って聞こえることによる場合が多いが、右図の場合は50Hz以上の範囲の周波数が原因か、又は100Hz以上の騒音による可能性が考えられる。

(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、①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、②100Hz以上の騒音領域、③地盤振動等、④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①～④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は、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。

①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。

②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。

③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。

④苦情者自身の問題（耳鳴りなど）はないか

①～③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ので、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。

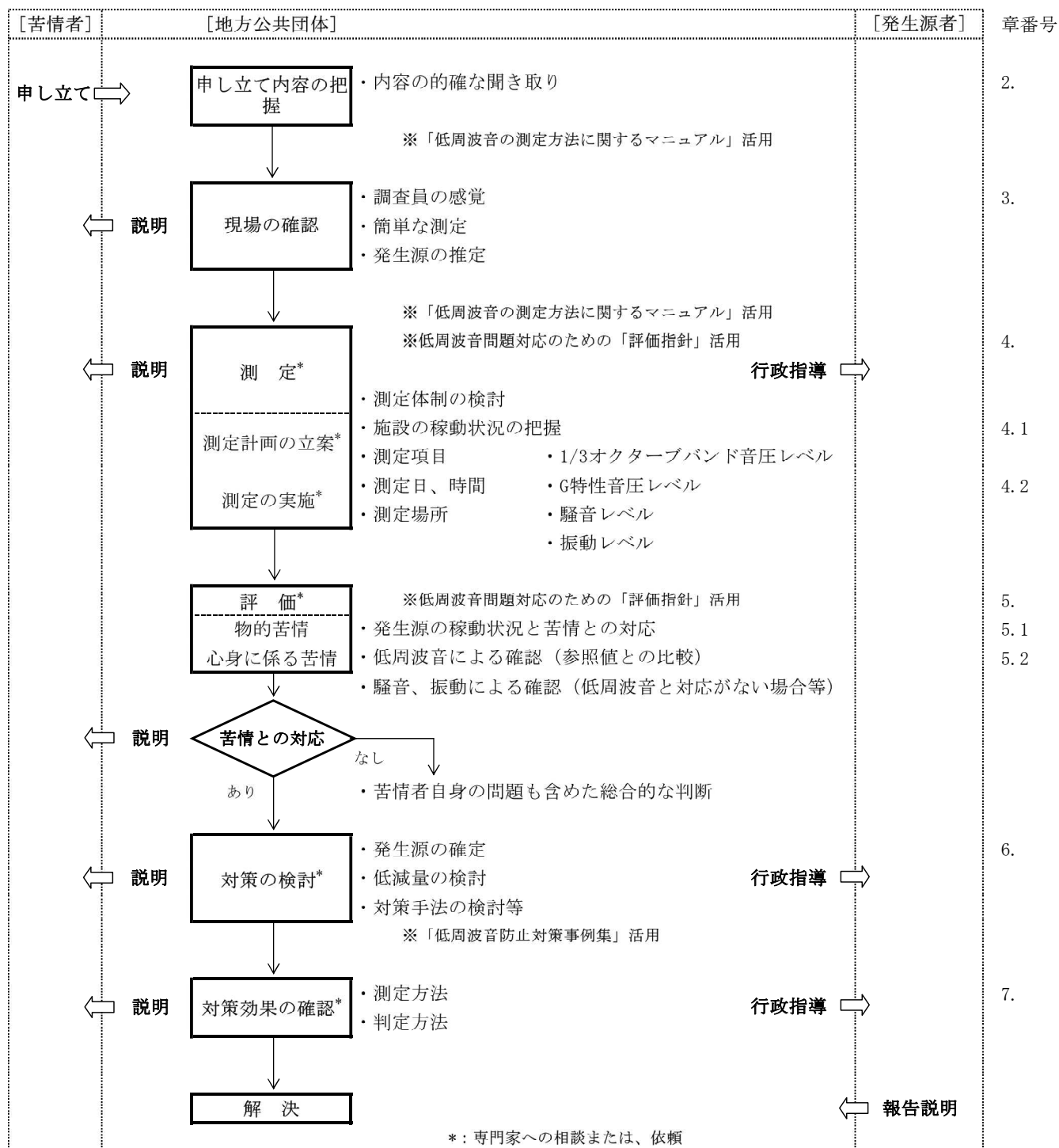


図 苦情申し立てから解決までの流れと、手引書に記載されている章番号

低周波音問題対応のための「評価指針」

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等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。

2. 低周波音苦情への対応のための参照値

低周波音苦情を的確に対処するための参照値を、物的苦情と心身に係る苦情に分けて示す。

2.1 物的苦情に関する参照値

低周波音による物的苦情に関する参照値は、表 1 とする。

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

2.2 心身に係る苦情に関する参照値

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 $L_G=92(\text{dB})$ とする。

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

3. 測定

3.1 測定方法

測定方法は、原則として「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；環境省ホームページ、<http://www.env.go.jp/air/teishuha/manual/>）」及び低周波音問題対応のための「手引」によるものとする。

3.2 測定場所

(1) 物的苦情に関する測定場所

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 程度離れた位置とする。

(2) 心身に係る苦情に関する測定場所

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。

3.3 測定量

測定量は G 特性音圧レベル L_G (dB)及び 1/3 オクターブバンド音圧レベル $L_{p,1/3oct}$ (dB)とする。

3.4 測定周波数範囲

測定周波数範囲は、原則として 1/3 オクターブバンド中心周波数 1Hz～80Hz とする。

3.5 測定結果の算出方法

3.5.1 1/3 オクターブバンド音圧レベル

(1) 変動幅の少ない低周波音

音圧レベルの変動幅が一定又は変動幅の少ない場合は、10 秒間から 1 分間程度のパワー平均 1/3 オクターブバンド音圧レベル $\bar{L}_{p,1/3oct}$ を求める。

なお、風などにより音圧レベルが変動する場合には、できるだけ風の影響が少なく、変動幅の少ない箇所の 1/3 オクターブバンド音圧レベルのパワー平均 $\bar{L}_{p,1/3oct}$ を求める。

(2) 変動する低周波音

音圧レベルが（5dB を越えて）変動する場合は、指示値が大きくなるときに注目して、それらの最大 1/3 オクターブバンド音圧レベル $L_{p1/3oct,max}$ を適当な回数（5 回から 10 回程度）測定し、それらのパワー平均 1/3 オクターブバンド音圧レベル $\bar{L}_{p1/3oct,max}$ を求める。

3.5.2 G 特性音圧レベル

(1) 変動幅の少ない低周波音

音圧レベルの変動幅が一定又は変動幅の少ない場合は、10 秒間から 1 分間程度の G 特性音圧レベルのパワー平均 $\bar{L}_{p,G}$ を求める。

なお、風などにより G 特性音圧レベルが変動する場合には、できるだけ風の影響が少なく、変動幅の少ない箇所の G 特性音圧レベルのパワー平均 $\bar{L}_{p,G}$ を求める。

(2) 変動する低周波音

音圧レベルが（5dB を越えて）変動する場合は、指示値が大きくなるときに注目して、それらの最大 G 特性音圧レベル $L_{p,G,max}$ を適当な回数（5 回から 10 回程度）測定し、それらのパワー平均 G 特性音圧レベル $\bar{L}_{p,G,max}$ を求める。

4. 評価方法

4.1 物的苦情に関する評価方法

(1) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを表 1 と比較し、参照値以上であれば低周波音による苦情の可能性が考えられる。

(2) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルが参照値未満の場合には、地盤振動などについても調査を行い総合的に検討する。

4.2 心身に係る苦情に関する評価方法

- (1) G特性で 92dB 以上であれば、20 Hz 以下の超低周波音による苦情の可能性が考えられる。
- (2) 低周波音の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを表 2 と比較し、参照値以上であれば低周波音による苦情の可能性が考えられる。
- (3) 上記(1)、(2)のどちらにも当てはまらなければ、低周波音問題の可能性は低い。その場合には、100Hz 以上の騒音や地盤振動などについても調査を行い総合的に検討する。

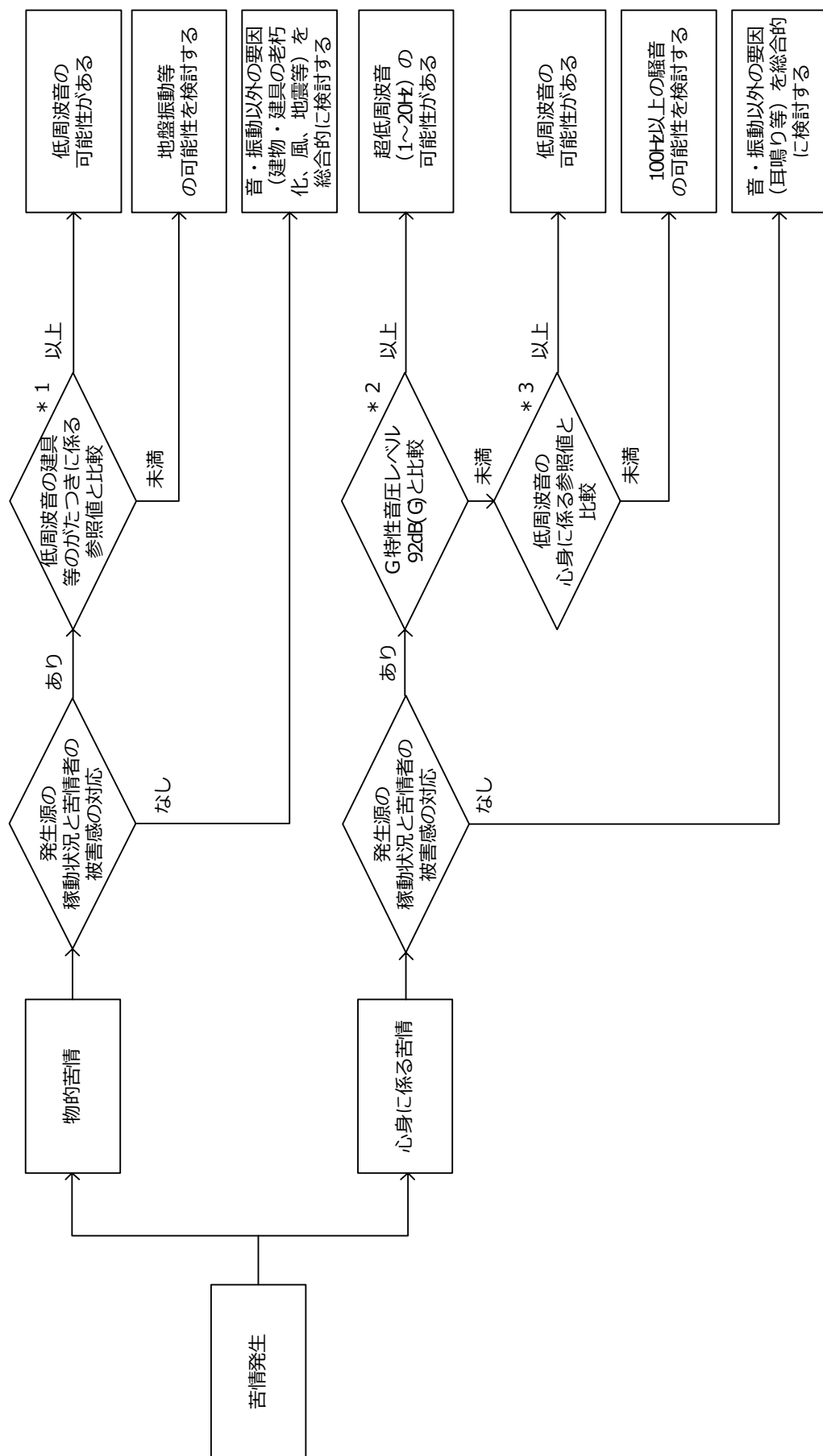
5. 留意事項

本評価指針の適用にあたっては、次の事項に留意すること。

- ・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。

6. その他

本評価指針は、低周波音によると思われる苦情対応を適切かつ円滑に実施するために別途作成した技術的な、低周波音問題対応のための「評価指針の解説」も含めて構成する。



- * 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)

図 . 低周波音問題の評価手順

低周波音問題対応のための「評価指針の解説」

1. 適用範囲

近年地方公共団体に寄せられる低周波音苦情の発生源は、工場、事業場、店舗、近隣の住居などに設置された施設等で、音圧レベルの変動幅が比較的小さい固定発生源が多い。また、低周波音の実験室における実験はほぼ定常的な連続音を用いて行われ、データが蓄積されている。しかし、低周波音の発生が単発的又は短時間のみの場合には、研究データの蓄積が十分ではない。

本評価指針では、道路交通のような大幅かつ不規則に変動する発生源や、航空機、鉄道といった一過性・間欠性の発生源及び発破・爆発、高速列車のトンネル突入といった衝撃性の発生源からの低周波音は適用対象外とする。当面、この評価指針を適用する発生源は、時間的に移動しない固定された発生源で、ある時間連続的に低周波音を放射しているものに限定した。

2. 低周波音苦情への対応のための参照値

低周波音に対する反応は建具と人とは異なることから、寄せられた苦情が低周波音によるものかの判断するための参照値を、物的苦情と心身に係る苦情に分けて検討した。

2.1 物的苦情に関する参照値

(1) 低周波音による建具のがたつき閾値

低周波音による建具のがたつき閾値とは、低周波音により建具等のがたつき始める最低音圧レベルである。定常的な低周波音を用いた建具のがたつき実験によると、建具のがたつき始める最低音圧レベルは、建具により 30～40dB ものばらつきがある（平成 15 年 7 月公表「低周波音対策検討調査（中間取りまとめ）：図 4.3.2」参照）。周波数毎に求められた建具のがたつき始める最低音圧レベルの「平均値+標準偏差」は、以前に求められていた「建具のがたつき閾値」（「低周波音の測定方法に関するマニュアル：参考資料図-d.5」）と概ね一致した。

低周波音による建具のがたつき閾値と人の感覚閾値では特性が異なり、人は周波数が低くなるほど大きな音圧レベルでないと感じないが、20Hz 未満の周波数では、建具は人が感じるよりも小さい音圧レベルでがたつき始める傾向がある。

(2) 物的苦情に関する参照値の考え方

低周波音の物的苦情には建具の揺れやがたつきなどがある。建具は固有振動数を持っており、外部からの低周波音の周波数が固有振動数と一致すると低い音圧レベルでがたつきを発生しやすいことから、各周波数帯域の平均値ではなく、「平均値+標準偏差」の適用が苦情内容との対応がよいと考えられる。

また、低周波音の調査事例や平成 12 年度以降に実施された全国実態調査の結果からも、実験室における実験で求めた「建具のがたつき閾値」前後の音圧レベルから苦情が発生しており、この値が物的影響を評価するには概ね妥当なものであると考えられる。

以上に加えてこれまでのデータ蓄積も考慮して、低周波音による物的苦情に関する参照値には「建具のがたつき閾値」を適用することとした。

2.2 心身に係る苦情に関する参照値

(1) 感覚閾値及び心身に係る不快感についての評価実験結果

苦情者は感度がいいと言われることがある。このことを確認するために、平成 15 年度に苦情者と一般成人を被験者として最小感覚閾値の実験を行った。苦情者についての実験結果からは「苦情者は感度がいい」という結果は得られなかった。むしろ、データ収集の協力が得られた苦情者は高齢者が多かったためか、最小感覚閾値の平均値は一般成人と比較して高い値（感度の悪い状態）であった。

また、苦情者及び一般成人を被験者として、室内（居間、寝室など）において低周波音を暴露した場合の許容レベルについての実験も平成 15 年度に行った。被験者が静かで穏やかな生活を要求すると思われる環境を想定した実験である。実験結果によれば、一般成人は、最小感覚閾値よりも数 dB から十数 dB 高い状態で許容レベルと判定する人が多かった。一方苦情者では、その人の最小感覚閾値に近い状態で許容レベルと判定する人が多かった。結果として、苦情者における許容レベルの周波数特性は、全体として一般成人における寝室の許容レベルの 10 パーセンタイル値に近い傾向を示した。

(2) 心身に係る苦情に関する参照値の考え方

ほとんどの苦情が室内で起こることを考え、参照値は室内の測定値を適用することとした。また、低周波音に関する感覚については個人差が大きいことを考慮し、大部分の被験者が許容できる音圧レベルを参照値とした。

過去の苦情現場の測定値にこの参照値に当てはめたところ、発生源の稼働・停止と苦情の状況が対応しているケースでは、大部分のデータがいずれかの周波数で参照値を上回る音圧レベルであった。また、苦情の申し立てはあるが対応する発生源が存在せず低周波音以外の要因と考えられるケースでは、そのうちの大部分が全ての周波数で参照値を下回った。すなわち、この参照値は発生源の稼働状況と対応のある大部分の苦情に当てはまる妥当なものと考えられた。なお、ごく一部であるが、この音圧レベル以下でも苦情の発生の可能性は残されている。

また、これまでの調査結果によると、生活環境において非常に大きな超低周波音が発生することはまれであるが、超低周波音による心身への影響を考慮して、G 特性音圧レベルによる評価も加えた。G 特性音圧レベルの参照値は寝室の許容レベルを基に求めた。なお、低周波音の評価は 1/3 オクターブバンド音圧レベルにより行うことを基本としており、G 特性音圧レベルのみで判断することは適切ではない。

3. 測定

3.1 測定方法

「低周波音の測定方法に関するマニュアル（平成 12 年 10 月）」及び低周波音問題対応のための「手引」が定められており、低周波音の測定は、原則的にはこの方法を用いることとした。

3.2 測定場所

(1) 物的苦情に関する測定場所

低周波音による建具のがたつきに関する実験結果が建具へ入射する音圧レベルにより整理されていることから、測定場所は屋外とした。屋外の測定点は、一般環境中の低周波音を測定する場合には周囲の建物による反射等の影響を考慮して建物より 3.5m以上離れた場所に定めるのが望ましいが、物的苦情が発生している場合には、低周波音の測定場所は問題となる住居等の建物から 1～2m 程度離れた位置とした。

(2) 心身に係る苦情に関する測定場所

苦情者が低周波音や不快感などを最も感じる部屋の最も感じる位置で測定を行い、苦情者が訴える低周波音の特徴を把握する。最も感じる位置としたのは、部屋の中で特定の周波数で定在波が発生し、場所によって音の大きいところや小さいところが生じる場合があることを考慮したためである。

また、苦情者が低周波音や不快感などを感じない部屋の感じない位置でも測定を行い、両者の違いを比較することが有効な場合もある。

3.3 測定量

低周波音の測定量は、参照値の基礎となる実験結果が周波数別に示されていることから、1/3 オクターブバンド音圧レベルを測定する。なお、20Hz 以下の超低周波音については ISO-7196 に評価加重特性が規定されていることから、超低周波音による心身への不快感に関する評価にあたっては、G 特性音圧レベルとする。

3.4 測定周波数範囲

測定を行う周波数範囲は、原則として、「低周波音の測定方法に関するマニュアル」で規定された 1/3 オクターブバンド中心周波数 1Hz～80Hz とした。

3.5 測定結果の算出方法

本指針で適用対象とする低周波音は発生源近傍では音圧レベルの変動幅が小さいものであるが、発生源では音圧レベルの変動は少なくても、伝搬の過程の種々の要因により変動幅が大きくなることも予想されることから、低周波音の音圧レベルが変動する場合についても結果の算出方法を示した。

また、風により低周波音の音圧レベルが変動する場合については、風による影響の少ない個所、すなわち音圧レベルの変動の少ない個所を測定し、それらのパワー平均を算出する。

なお、音圧レベルの変動幅は低周波音レベル計のメーター又はレベルレコーダの指示値により判定する。その際、低周波音レベル計の聴感補正特性は周波数分析の場合は平坦特性に、G 特性音圧レベルを求める場合は G 特性（G 特性の付いていない低周波音レベル計では平坦特性も可）とする。

4. 評価方法

4.1 物的苦情に関する評価方法

建具等のがたつきが観察される場合は、特定の建具が揺れているか、家中又は部屋中の建具が揺れているかで異なる。特定の建具が揺れている場合には低周波音による可能性が考えられる。

測定値の 1/3 オクターブバンド音圧レベルがいずれかの周波数で表 1 に示す参照値以上であれば、低周波音による可能性があると考えられる。

測定値の 1/3 オクターブバンド音圧レベルがいずれの周波数においても参照値未満で、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には、地盤振動など低周波音以外の要因もあると考えられる。家中又は部屋中の全ての建具が揺れている場合には、地盤振動による可能性も考えられる。

なお、物的苦情の評価には G 特性音圧レベルを用いない。

4.2 心身に係る苦情に関する評価方法

低周波音による心身に係る苦情を評価する際、G 特性音圧レベルのみを測定し、100 d B 以下だから問題ないと判定したケースがかつてあった。G 特性音圧レベルは 20Hz 以下の超低周波音のみの影響評価に用いる評価量であり、80Hz までの可聴域の低周波音の評価はできない。低周波音による心身に係る苦情に関する評価にあたっては、G 特性音圧レベルと 1/3 オクターブバンド音圧レベルの両方を測定し、評価を行うことが重要である。

まず、G 特性音圧レベルを参照値と比較し参照値以上であれば超低周波音が知覚されて苦情になっている可能性が考えられる。しかし、生活環境中では G 特性音圧レベルが参照値以上である可能性は非常に低い。次に、測定値の 1/3 オクターブバンド音圧レベルを表 2 に示す参照値と比較し、いずれかの周波数で参照値以上であれば、低周波音が知覚され、苦情となっている可能性が考えられる。G 特性音圧レベルが参照値未満で、測定値の 1/3 オクターブバンド音圧レベルが全ての周波数で参照値よりも小さい場合は、低周波音が原因である可能性は低い。この場合、100Hz 以上の騒音や、地盤振動など低周波音以外の要因による可能性も考えられる。

低周波音の変化と苦情者の反応が対応しない場合には、当初測定対象とした周波数範囲以外の 100Hz 以上 200Hz 程度までの騒音や、地盤振動などによる場合と、低周波音以外の要因（苦情者自身の要因：耳鳴りなど）の可能性が考えられる。

2：環境騒音の表示・測定方法

J I S Z 8 7 3 1 : 1 9 9 9

環境騒音の表示・測定方法

Z 8731 : 1999

Acoustics—Description and measurement of environmental noise

序文 この規格は、1982年に第1版として発行されたISO 1996-1, Acoustics—Description and measurement of environmental noise, Part 1: Basic quantities and proceduresを翻訳した日本工業規格であり、次に示す附属書1及び附属書2を除き、技術的内容及び規格票の様式を変更することなく作成している。

附属書1は、1983年に第1版として発行されたISO 1996-2, Acoustics—Description and measurement of environmental noise, Part 2: Acquisition of data pertinent to land useのうち、第1部と重複する部分を除いた残りを翻訳し、技術的内容を変更することなく作成したものである。

附属書2には、改正前のJIS Z 8731:1983(騒音レベル測定方法)で規定していたが、この規格で採用されなかった項目のうちの重要なものを参考として記載した。

なお、この規格で点線の下線を施してある“参考”は、原国際規格にはない事項である。

1. 適用範囲 この規格では、環境騒音を表示する際に用いる基本的な諸量を規定し、それらを求めるための方法を示す。

2. 引用規格 次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の規定の一部を構成する。

2.1 日本工業規格

JIS C 1502 普通騒音計

備考 原国際規格ISO 1996-1に引用規格として記載されたIEC 60651, Sound level metersのType 2及びIEC 60804, Integrating-averaging sound level metersのType 2に関する引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS C 1505 精密騒音計

備考 原国際規格ISO 1996-1に引用規格として記載されたIEC 60651, Sound level metersのType 1及びIEC 60804, Integrating-averaging sound level metersのType 1に関する引用事項は、この規格の該当事項と同等である。

JIS C 1512 騒音レベル、振動レベル記録用レベルレコーダ

2.2 国際規格

ISO 1999 Acoustics—Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment

3. 定義 この規格で用いる主な用語の定義は、次による。

3.1 A特性音圧(A-weighted sound pressure) p 、周波数重み特性A(JIS C 1502又はJIS C 1505参照)をかけて測定される音圧実効値。単位はパスカル(Pa)。

参考 周波数重み特性は、周波数補正特性と呼ぶこともある。

3.2 音圧レベル(sound pressure level) L_p 音圧実効値の2乗を基準音圧の2乗で除した値の常用対数の10倍で、次の式で与えられる。単位はデシベル(dB)。

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p^2}{p_0^2} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 p ：音圧実効値(Pa)

p_0 ：基準音圧(20 μ Pa)

3.3 騒音レベル(A-weighted sound pressure level) L_{pA} A特性音圧の2乗を基準音圧の2乗で除した値の常用対数の10倍で、次の式で与えられる。単位はデシベル(dB)。A特性音圧レベルともいう。

$$L_{pA} = 10 \log_{10} \frac{p_A^2}{p_0^2} \dots\dots\dots (2)$$

3.4 時間率騒音レベル(percentile level) $L_{AN,T}$ 時間重み特性F(JIS C 1502又はJIS C 1505参照)によって測定した騒音レベルが、対象とする時間 T の N パーセントの時間にわたってあるレベル値を超えている場合、そのレベルを N パーセント時間率騒音レベルという。単位はデシベル(dB)。

参考 例えば、 $L_{A50,1h}$ は、1時間のうちの50 %の時間にわたって騒音レベルがその値以上である場合に用いる。

$L_{A50,T}$ を騒音レベルの中央値という。

3.5 等価騒音レベル(equivalent continuous A-weighted sound pressure level) $L_{Aeq,T}$ ある時間範囲 T について、変動する騒音の騒音レベルをエネルギー的な平均値として表した量で、次の式で与えられる。単位はデシベル(dB)。

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \right] \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $L_{Aeq,T}$ ：時刻 t_1 から時刻 t_2 までの時間 T (s)における等価騒音レベル(dB)

$p_A(t)$ ：対象とする騒音の瞬時A特性音圧(Pa)

p_0 ：基準音圧(20 μ Pa)

備考 等価騒音レベルは、作業環境における騒音暴露の評価にも用いられる(ISO 1999参照)。

参考1. $L_{Aeq,T}$ の添字 T は、時間又は分で表してもよい。例えば、10分間を対象とする場合には $L_{Aeq,10min}$ 、8時間を対象とする場合には $L_{Aeq,8h}$ などと表す。

2. 時間的に変動する騒音のある時間範囲 T における等価騒音レベルは、その騒音と等しいA特性の平均2乗音圧をもつ定常音の騒音レベルに相当する。

3.6 単発騒音暴露レベル(sound exposure level) L_{AE} 単発的に発生する騒音の全エネルギー(瞬時A特性音圧の2乗積分値)と等しいエネルギーをもつ継続時間1秒の定常音の騒音レベルで、次の式で与えられる。単位はデシベル(dB)。

$$L_{AE} = 10 \log_{10} \frac{1}{T_0} \int_{t_1}^{t_2} \frac{p_A^2(t)}{p_0^2} dt \dots\dots\dots (4)$$

ここに、 $p_A(t)$ ：対象とする騒音の瞬時A特性音圧(Pa)

p_0 ：基準音圧(20 μ Pa)

$t_1 \sim t_2$ ：対象とする騒音の継続時間を含む時間(s)

T_0 ：基準時間(1 s)

3.7 実測時間(measurement time interval) 実際に騒音を測定する時間。

参考 騒音レベルを測定する際の対象とする時間を観測時間(observation time interval)ということがある。観測時間は騒音の状態が一定とみなせる時間のことで、そのうち、実際に騒音を測定する時間が実測時間である。

3.8 基準時間帯(reference time interval) 一つの等価騒音レベルの値を代表値として適用し得る時間帯。基準時間帯は、対象とする地域の居住者の生活態様及び騒音源の稼動状況を考慮して決める。

3.9 長期基準期間(long-term time interval) 騒音の測定結果を代表値として用いる特定の期間で、一連の基準時

間帯から成る。

3.10 長期平均等価騒音レベル(long-term average sound level) $L_{Aeq,LT}$ 長期基準期間に含まれる一連の基準時間帯ごとの等価騒音レベルを長期基準期間の全体にわたって平均した値。平均の仕方は附属書1による。

3.11 評価騒音レベル(rating level) $L_{Ar,T}$ 等価騒音レベルに、対象騒音に含まれる純音性及び衝撃性に対する補正を加えた値。

3.12 長期平均評価騒音レベル(long-term average rating level) $L_{Ar,LT}$ 一連の基準時間帯について算出された評価騒音レベルを長期基準期間にわたって平均した値。平均の仕方は附属書1による。

3.13 騒音の種類

3.13.1 総合騒音(total noise) ある場所におけるある時刻の総合的な騒音。

3.13.2 特定騒音(specific noise) 総合騒音の中で音響的に明確に識別できる騒音。騒音源が特定できることが多い。

備考 ある場所におけるある時刻の総合騒音のうち、すべての特定騒音を除いた残りの騒音を残留騒音(residual noise)と呼ぶことがある。また、ある特定の騒音に着目したとき、それ以外のすべての騒音を暗騒音(background noise)ということがある。

3.13.3 初期騒音(initial noise) ある地域において、何らかの環境の変化が生じる以前の総合騒音。

参考 騒音の種類は、時間的な変動の状態によって定常騒音、変動騒音、間欠騒音、衝撃騒音(分離衝撃騒音、準定常衝撃騒音)に分類される。

- 定常騒音：レベル変化が小さく、ほぼ一定とみなされる騒音
- 変動騒音：レベルが不規則かつ連続的にかなりの範囲にわたって変化する騒音
- 間欠騒音：間欠的に発生し、一回の継続時間が数秒以上の騒音
- 衝撃騒音：継続時間が極めて短い騒音
- 分離衝撃騒音：個々に分離できる衝撃騒音
- 準定常衝撃騒音：レベルがほぼ一定で極めて短い間隔で連続的に発生する衝撃騒音

3.14 記号 各種の騒音レベルを表すための記号を表1に示す。

表1 各種の騒音のレベル(dB)を表す記号

評価量	記号	備考
騒音レベル	L_{pA}	
時間率騒音レベル	$L_{AN,T}$	時間 T の N %にわたって騒音レベルがこの値を超えている。
単発騒音暴露レベル	L_{AE}	単発的に発生する騒音を対象とする。
等価騒音レベル	$L_{Aeq,T}$	時間を明示する。
長期平均等価騒音レベル	$L_{Aeq,LT}$	同上
評価騒音レベル	$L_{Ar,T}$	同上
長期平均評価騒音レベル	$L_{Ar,LT}$	同上

4. 測定器

4.1 一般事項 測定器としては、直接又は計算によって、すなわち3.5の定義通り又は何らかの近似的な方法によって、等価騒音レベルを算出できるものを用いる。測定器はJIS C 1505に適合するものを用いることが望ましい。少なくともJIS C 1502に適合するものを用いなければならない。これらの騒音計に代わる測定器を用いる場合にも、周波

数重み特性、時間重み特性について同等の性能をもつものでなければならない。

このような条件を満たす測定器としては、次の種類が挙げられる。

- a) 等価騒音レベルを測定することができる騒音計
- b) 単発騒音暴露レベルを測定することができる騒音計
- c) 周波数重み特性A及び時間重み特性Sを備えた騒音計
- d) 騒音レベルをサンプリングすることができる時間重み特性Fを備えたデータロガー
- e) d)と同様に、騒音レベルのサンプル値を統計処理することができる機器
- d)及びe)に該当する測定器は、時間率騒音レベルを求める際にも使用できる。

備考1. a)及びb)に該当する測定器は衝撃性、変動性又は周期性をもった騒音の測定に広く用いることができるので、この規格に基づく騒音の測定ではこれらの機能を備えた測定器を使用することが望ましい。ただし、そのためには、広いダイナミックレンジをもち、内部の電氣的ノイズ及び過負荷特性が測定の目的に対して十分な特性となっていることが必要である。

- 2. e)に該当する測定器を用いる場合、レベルの分割幅は音圧レベルの変動幅に応じて決めるべきであるが、5 dBを超えないほうがよい。

参考1. 騒音計にレベルレコーダを接続して騒音レベルを記録する場合、レベルレコーダはJIS C 1512に適合するものを用いる。

- 2. 騒音計の出力を録音する場合は、レンジの設定や録音機器のダイナミックレンジと対象騒音のレベルの変動幅の關係に十分注意する必要がある。

各種の測定器を用いて等価騒音レベルを求める方法については5.4で述べる。

4.2 校正 すべての測定器は校正を行う必要がある。その方法は、測定器の製造業者が指定した方法による。測定器の使用者は、少なくとも一連の測定の前後に現場で検査を行わなければならない。その場合、マイクロホンを含めた音響的な検査を行うことが望ましい。

参考 騒音計にレベルレコーダを接続してレベル記録をする場合、騒音レベルの記録に先立って、記録紙上に騒音計の校正信号を記録し、確認する必要がある。録音する場合も、一連の測定の前後に騒音計の校正信号を録音しておく。

5. 測定

5.1 一般事項 この規格では、環境騒音の測定に関する一般的な方法を規定する。測定結果とともに、参考資料として、使用した測定器、測定方法及び測定期間中の状態の詳細を記録し、保存しておくことが重要である。

備考1. 測定信号をテープレコーダに収録する場合、スタジオ仕様(ディジタル方式でないもの)であっても、4.1のa)、b)に属する型の測定器を用いる場合には、ダイナミックレンジが不足することがあるので注意が必要である。

- 2. 建物の近傍で気流が乱れている場所又はある種の工場地域や交通機関に近い場所では、低周波数成分が卓越していることが多い。このような場合、A特性フィルタを通して測定してもその成分を除くことができない場合がある。聴感的にはわずかに感じられる程度であっても、それによって信号にひずみが生じ、その高周波数成分が可聴周波数領域にまで影響を及ぼすこともあるので注意が必要である。

5.2 測定点 測定点の設定は、特に指定がない限り、次による。

5.2.1 屋外における測定 反射の影響を無視できる程度に小さくすることが必要な場合には、可能な限り、地面以外の反射物から3.5 m以上離れた位置で測定する。測定点の高さは、特に指定がない限り、地上1.2～1.5 mとする。それ以外の測定点の高さは、目的に応じて個々に定めるものとする。

5.2.2 建物の周囲における測定 建物に対する騒音の影響の程度を調べる場合には、特に指定がない限り、対象とす

る建物の騒音の影響を受けている外壁面から1～2 m離れ、建物の床レベルから1.2～1.5 mの高さで測定する。

5.2.3 建物の内部における測定 特に指定がない限り、壁その他の反射面から1 m以上離れ、騒音の影響を受けている窓などの開口部から約1.5 m離れた位置で、床上1.2～1.5 mの高さで測定する。

5.3 気象の影響 騒音の伝搬は気象条件によって変化し、その程度は伝搬距離が長いほど著しい。このような影響が問題となる場合には、以下に述べる二つの方法のうち、いずれかによって測定を行うことが望ましい。

5.3.1 種々の気象条件における測定結果を平均する方法 測定点において種々の気象条件にわたる長期平均等価騒音レベルが得られるように、実測時間を設定する。

5.3.2 特定の気象条件において測定する方法 特定の気象条件のときの騒音のレベルが把握できるように実測時間を設定する。このような気象条件は、一般に、騒音の伝搬が最も安定している場合、すなわち風速ベクトルが騒音源から測定点の方向に正の成分をもっている条件(順風)である。

備考 5.3.2の方法によって得られる騒音レベルの値に補正を加えることによって、5.3.1の方法による場合に相当する騒音レベルの値を算出することができる場合もある。

5.4 等価騒音レベルの算出方法

5.4.1 一般的な方法 一般的な等価騒音レベルの算出方法を5.4.2～5.4.5に示す。個別の規格等で特に規定がない場合には、これらのうち適当な方法を選んで用いる。

備考 4.1のa)に該当する積分平均型騒音計を用いることにより、すべての種類の騒音について正確な測定値を得ることができる。5.4.3及び5.4.4に述べるような場合には、積分平均機能を備えていない騒音計によって測定することもできる。5.4.2及び5.4.5に述べるような場合については、4.1のd)及びe)に示した機器を用いてサンプリングの方法によって近似値を求めることができる。

5.4.2 変動騒音 騒音の変動が大きい場合には、積分平均型騒音計を用いることが望ましい。その場合、設定した実測時間を必ず記録しておく。この方法の代わりに、以下に述べるサンプリングによる方法又は騒音レベルの統計分布による方法を用いることもできる。

5.4.2.1 サンプリングによる方法 時刻 t_1 から t_2 まで、一定時間間隔 Δt ごとに騒音レベルのサンプル値を求める。その結果から、次の式によって等価騒音レベルを算出する。

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{L_{pA,i}/10} \right] \dots\dots\dots (5)$$

ここに、 N ：サンプル数 $\left(N = \frac{t_2 - t_1}{\Delta t} \right)$

$L_{pA,i}$ ：騒音レベルのサンプル値

この方法による場合、サンプリング時間間隔が騒音レベルを測定する機器の時間重み特性の時定数に比べて長くなるほど測定結果の精度は低下する。一般に、サンプリング時間間隔を測定システム全体の時定数に比べて短くとれば、真の積分による結果と等しい結果が得られる。

参考 サンプリングの時間間隔 Δt は、騒音レベルの変動の程度に応じて決められるが、騒音計の時間重み特性Fを用いる場合には0.25秒以下、時間重み特性Sを用いる場合には2秒以下とすることが望ましい。ただし、騒音レベルの変動が緩やかで、実測時間が数分以上にわたる場合には、 Δt を5秒程度まで広げてもよい。等価騒音レベルを測定するためには、時間重み特性Sを用いることが望ましい。

5.4.2.2 騒音レベルの統計分布による方法 騒音レベルのサンプル値の統計分布から等価騒音レベルを求めることもできる。その場合、騒音レベルの分割幅は、騒音の特性に応じて決めるべきであるが、一般に5 dB間隔が適当である。この方法による場合、等価騒音レベルは次の式によって求められる。

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{100} \sum_{i=1}^n f_i \cdot 10^{L_i/10} \right] \dots\dots\dots (6)$$

ここに、 n ：レベルの分割数

f_i ：騒音レベルが i 番目の分割クラスに入っている時間の割合(%)

$L_{pA,i}$ ： i 番目の分割クラスの中点の騒音レベル(dB)

5.4.3 定常騒音 対象としている時間全体にわたって騒音が定常である場合には、JIS C 1502又はJIS C 1505に適合する、積分機能を備えていない騒音計で測定を行ってもよい。その場合、周波数重み特性A、時間重み特性Sを用い、指示値の振れの平均を読み取る。ただし、指示値が5 dBを超える範囲にわたって変動する場合には定常騒音として扱うことはできない。

5.4.4 騒音レベルが段階的に変化する定常音 騒音レベルが定常的ではあるが段階的に変化し、それぞれのレベルが明りょうに区別できる場合には、各段階の騒音レベルを定常騒音として測定し、レベルごとの継続時間を測定しておくことにより、次の式によって等価騒音レベルを計算することができる。

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \sum T_i \cdot 10^{L_{pA,i}/10} \right] \dots\dots\dots (7)$$

ここに、 $T = \sum T_i$ ：全測定時間

T_i ： i 番目の定常区間の継続時間

$L_{pA,i}$ ： i 番目の定常区間における騒音レベル(dB)

5.4.5 単発的に発生する騒音 環境騒音の中で単発的に発生する騒音が卓越している場合、時間 T の間に発生する騒音の単発騒音暴露レベルから、次の式によって等価騒音レベルを計算することができる。

$$L_{Aeq,T} = 10 \log_{10} \left[\frac{T_0}{T} \sum_{i=1}^n 10^{L_{AE,i}/10} \right] \dots\dots\dots (8)$$

ここに、 $L_{AE,i}$ ：時間 T (s)の間に生じる n 個の単発的な騒音のうち、 i 番目の騒音の単発騒音暴露レベル

T_0 ：基準時間(1 s)

単発的な騒音が同じ大きさを繰り返して発生している場合には、その騒音が整数回繰り返す時間にわたって測定する。別の方法として、4.1 b)に示した騒音計を用いて一回の発生について単発騒音暴露レベルを測定し、その結果から次の式によって等価騒音レベルを求めることもできる。

$$L_{Aeq,T} = L_{AE} + 10 \log_{10}(n) - 10 \log_{10} \left(\frac{T}{T_0} \right) \dots\dots\dots (9)$$

ここに、 n ：時間 T (s)における騒音の発生回数

T_0 ：基準時間(1 s)

5.5 補正 この規格で規定する測定方法は、環境における騒音を物理的に正しく表示することを目的としている。したがって、騒音に対する人間の反応を評価する場合には、その目的に適した基本量とするために、測定値に何らかの補正を加えることが必要となることもある。等価騒音レベルの値に対してそのような補正を加えた量が評価騒音レベルである。

6. 記録事項 音響測定結果に加えて、6.1に述べる事項を記録し、参考資料として保存しておく。6.2及び6.3に述べる事項も必要に応じて記録しておくことが望ましい。

6.1 測定方法

- a) 測定器の種類、測定方法及び計算による場合にはその方法
- b) 測定時間に関する事項、すなわち基準時間帯、実測時間及びサンプリングによる方法を用いた場合にはその詳細(サンプリング時間間隔、回数など)
- c) 測定点(位置及び高さ)

6.2 測定時の条件

- a) 大気の状態：風向・風速，雨，地上及びその他の高さにおける気温，大気圧，相対湿度
- b) 騒音源と測定点間の地表の種類及び状態
- c) 騒音源の騒音放射の変動性

6.3 定性的記述

- a) 騒音源の方向の判断可能性
- b) 騒音源の同定の可能性
- c) 騒音源の性質
- d) 騒音の特徴
- e) 騒音の意味性

仮設防音設備工 設計基準書

昭和 63 年 4 月	初版 (防音建設業協会編)
平成 2 年 4 月	2 版 (防音建設業協会編)
平成 3 年 4 月	3 版 (防音建設業協会編)
平成 4 年 4 月	4 版 (防音建設業協会編)
平成 7 年 4 月	5 版 (建設防音技術会編)
平成 7 年 7 月	6 版 (建設防音技術会編)
平成 9 年 4 月	7 版 (建設防音技術会編)
平成 10 年 12 月	8 版 (防音設備協会編)
平成 11 年 4 月	9 版 (防音設備協会編)
平成 12 年 4 月	10 版 (防音設備協会編)
平成 13 年 4 月	11 版 (防音設備協会編)
平成 14 年 4 月	12 版 (防音設備協会編)
平成 15 年 4 月	13 版 (防音設備協会編)
平成 16 年 4 月	14 版 (防音設備協会編)
平成 17 年 4 月	15 版 (防音設備協会編)
平成 18 年 4 月	16 版 (防音設備協会編)
仮設防音設備「設計・積算要領書」	
平成 19 年 4 月	平成 19 年度版 (防音設備協会編)
平成 23 年 4 月	第 2 版 (防音設備協会編)
平成 28 年 6 月	第 3 版 (防音設備協会編)

仮設防音設備
設計・積算要領書 第 3 版

平成 28 年 6 月発行 第 1 刷

発行所 防音設備協会

〒170-0014 東京都豊島区池袋 2-14-2

TEL 03-5953-8121 FAX 03-5953-8862

URL <http://www.bouonsetsubikyokai.jp>

協会会員 (50 音順)

大丸防音株式会社

〒101-0031 東京都千代田区東神田 2-10-15 田中ビル 9 階

TEL 03-5825-6700

株式会社トーユーエコサポート

〒101-0032 東京都千代田区岩本町 3-2-1 共同ビル (新岩本町) 3 階

TEL 03-5809-2171

ヤクモ株式会社

〒141-0032 東京都品川区大崎 5-4-18

TEL 03-5496-7555