

騒音・低周波音について

第1回：音に関する基礎知識

公害等調整委員会事務局

■はじめに（本セミナーの目的）

典型7公害のうち苦情件数の約3割を占める騒音については、その発生源が航空機や鉄道などの広域にわたるものから、隣家の室外機によるものまで、その発生源や範囲は多岐にわたります。その解決に向けては、これまでの専門領域による知見やそれに裏付けられた制度、更には様々な取組により得られた経験などを総合的に活用することが求められます。

本セミナーでは、公害等調整委員会事務局の職員が公害紛争処理の実務を通じて得られた知見を、地方公共団体の公害関連部局において新たに担当される職員の方に向けて、騒音・低周波音の問題に関する実務を行う上で理解が望まれる内容を分かりやすく解説します。

なお、この「誌上セミナー」については、今後連載を予定しておりますので、是非、御活用ください。

1 音について

(1) 音の3要素

音は、空気を介した疎密波といわれる縦波である。この縦波は、あたかも上下に振れている波のように変換したグラフとして表すことができる（図1）。

音は、「高さ」「強さ」「音色」の3要素によって決まるが、このうち「高さ」については、この波の長さに相当する「波長」の長さによって決まるものであり、数値として示す際には、1秒間に何回分の波が振動するかという、周波数（単位は「Hz」（ヘルツ））として表される。この周波数が大きい音ほど高い音になる。

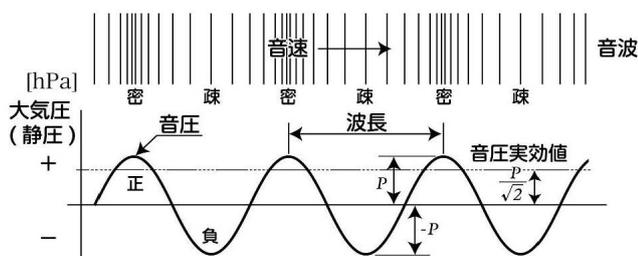


図1 音の模式図

通常、人が聞こえる周波数は、概ね20～20,000Hzと言われているが、我が国では約100Hz以下の音を低周波音と呼んでいる。また、そのうち約20Hz以下の音は人の耳では特に聞こえにくい、物の振動を引き起こし得る音であり、超低周波音と呼ばれている。

(2) 音の強さ・音圧・音圧レベル

先ほどの図1で表される波の高さに当たる「振幅」が、音の「強さ」に相当する。この音の「強さ」の量を数値として示す際は、まずは「音圧」として、圧力の基本単位である「Pa」（パスカル）¹を用いて表すことができる。このとき、人が聞くことができる最小の可聴音となる音圧は、0.00002Paとされている。

音の「強さ」は、この「音圧」の2乗に比例する性質がある。このため、音の「強さ」を表す際に、最小の可聴音となる音圧（0.00002Pa）の何倍に相当するかを計算し、更に2乗した数値を対数変換した上で10倍した数値に換算する方法で表すことにより、最小の可聴音から、ジェットエンジン付近の

¹ 1気圧は約1,000hPa（100,000Pa）。

音までの音の強さを 0～120 程度の範囲で分かりやすく示すことができる。この方法により表される音の強さのことを「音圧レベル」と呼び、単位は「dB」（デシベル）により表されるが、最小可聴音との比較により算出される値であるため、無次元の単位である。

ここで、音圧 (A [Pa]) から、音圧レベル (L [dB])

を算出する計算式と、音圧と音圧レベルの数値を比較した表を示す (表 1)。

$$L[\text{dB}] = 10 \times \log_{10} \left(\frac{A}{A_0} \right)^2 \quad (A_0 = 0.00002[\text{Pa}])$$

音圧: A [Pa]	0.00002	0.0002	0.002	0.02	0.2	2	20
$(A / A_0)^2$ [-]	1	100	10000	10^6	10^8	10^{10}	10^{12}
音圧レベル: L [dB]	0	20	40	60	80	100	120

表 1 音圧と音圧レベルの数値の比較

音圧レベルにより音の「強さ」を表す方法は、音圧レベルの数値と騒音の状態を関連づけて理解しやすくできる反面、数値が対数変換などを行うことにより算出されるため、計算の背景を理解していないと誤解が生じることも起こり得る。例えば、60 dB を発する室外機が 2 台あると、何 dB になるかという問題があるとすると、その答えは約 3 dB (正確には、 $10 \times \log_{10} 2$ dB 分) 上昇して約 63 dB ということになる。

2 周波数重み付け特性と時間重み付け特性

(1) 周波数重み付け特性

人の耳は、同じ音圧レベルの音であっても周波数によって聞こえ方が異なり、特に低い音には感度が悪いという特性がある。このため、人の耳の感覚に近づけるべく、低い周波数帯の音には感度を低く考慮するなどの補正を行ったものが A 特性になり、図 2 で示されるような補正を行った「音圧レベル」を「騒音レベル」と呼んでいる。

音圧レベルの補正には、他にも大きな音の聴感と近似した比較的平坦な補正曲線である C 特性や (図 2)、超低周波音の評価のために用いられる G 特性がある。

(2) 時間重み付け特性

また、刻々と変化する音環境を、騒音計を用いて測定する際には、急激な音の変動を緩やかに変化しているように表示するために、変化に対する応答時間を軸とした補正も行われている。この時間重み付け特性には、反応時間を 0.125 秒と速い (Fast) 時定数とする場合と、1 秒と遅い (Slow) 時間に設定できるが、公害としての環境音の測定を行う場合には、「Fast」と設定することが適当である場合が多い。

3 様々な騒音レベル

様々な騒音を測定した結果としての騒音レベル値を示す際に、その算出の方法により、いくつかの方法がある。ここでは、公害としての騒音において頻繁に扱われている算出の方法について紹介したい。

(1) 最大/最小騒音レベル (L_{\max} 、 L_{\min})

最大騒音レベル (L_{\max}) は、測定時間内における最大となる騒音レベルを表し、同様に最小騒音レベル (L_{\min}) は、最小となる騒音レベルを表す (図 3)。

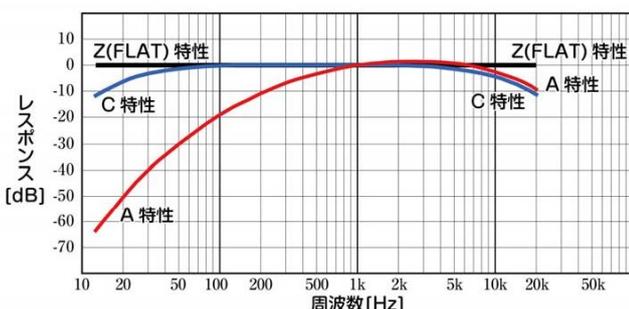


図 2 周波数重み付け補正の曲線

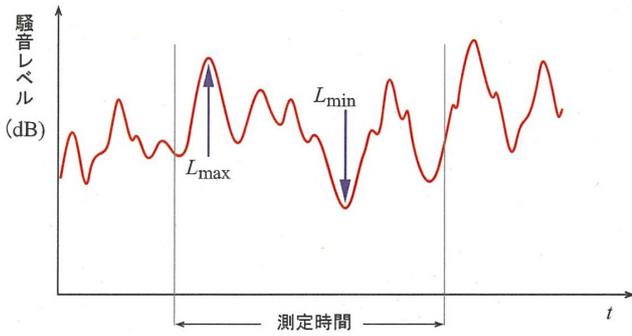


図3 最大/最小騒音レベル

(2) 等価騒音レベル (LAeq)

等価騒音レベル (LAeq) は、通常、A 特性による補正のもとで算出され、環境省が定める環境基準など、公害として騒音の評価において頻繁に用いられる方法であるが、測定時間内において様々な大きさの音が混在している中で、その積分値としての面積の大きさが同等に等しい音が、何 dB になるかを示した値となる (図4)。

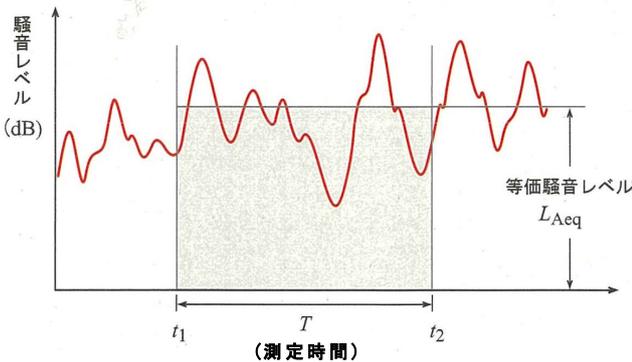


図4 等価騒音レベル

(3) 時間率騒音レベル (L5、L50、L95)

時間率騒音レベル (L5、L50、L95) についても、騒音規制法や地方自治体が定める条例における基準として用いられているが、これらは測定時間 (100%とする。) において、L5 の場合は、測定時間の 5% に当たる時間はその値が示す騒音レベル以上であったことを表し、同様に L50 の場合はその 50% に当たる時間の間、L95 の場合はその 95% に当たる時間の間は、それらの値が示す騒音レベル以上であったことを表す (図5)。

そのため、測定時間内において一定の騒音レベルの音の場合であれば、L5、L50、L95 とともに同じ

値となることになるが、変動が大きい音であればあるほど、 $L5 > L50 > L95$ の関係で、これら三者の差が大きくなるといえる。

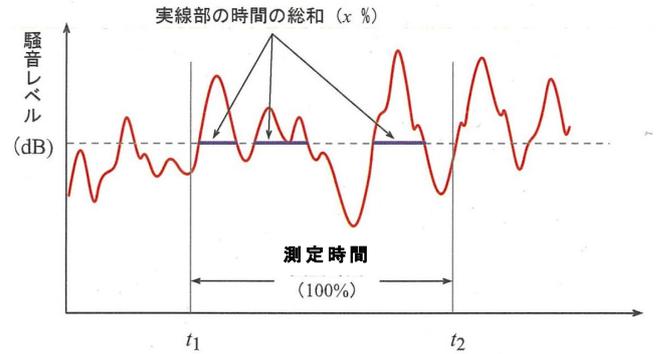


図5 時間率騒音レベル

(4) 単発騒音暴露レベル (LAE)

単発騒音暴露レベル (LAE) は、通常、A 特性による補正のもとで算出され、主に航空機、電車やくい打ちなどの単発的に発生する騒音に対して用いられる方法である。単発で発生した騒音の大きさを、その積分値としてのエネルギー量と同等のエネルギー量を持つ定常音が 1 秒間発生した場合に、何 dB に相当するかについて算出した値となる (図6)。

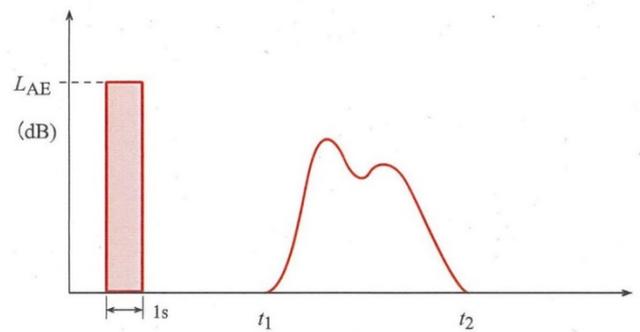


図6 単発騒音暴露レベル

(5) WECPNL と Lden

航空機などによる騒音に関しては、関連する法律に基づき住宅防音工事や移転補償措置を実施できる区域を指定するための騒音レベルの指標として、以前は WECPNL が、現在は Lden による計算方法がある。

これは、両者ともに航空機などの通過ごとに、測定地点に伝搬する音によるエネルギーの大きさを足し合わせ、また、夕方・夜間に発生した場合は、

重み付け計算をした上で、1日間あたりに累積される量を表すという考えに基づき、算出されるものであり、単位は、いずれも「dB」(デシベル)である。

WECPNL と L_{den} の大きな違いは、エネルギーの大きさを算出する際に、WECPNL は騒音レベルのグラフの三角形の近似値により計算するのに対し、 L_{den} はデジタル処理技術の向上により、変化する騒音レベルを積分により、より正確に計算を行うものである(図7)。平成19年12月の環境省の環境基準の改正により、WECPNL から L_{den} に変更された。

これらの指標に基づいて表される数値の程度については、例えば、住宅防音工事の対象区域の基準とされている L_{den} 値 62dB (WECPNL 値 75dB) は、おおよその計算では、1日あたりに最大騒音レベル (L_{max}) が 85dB であれば 50回、80dB の場合は 150回分の騒音が発生した場合に相当するものと算出される。

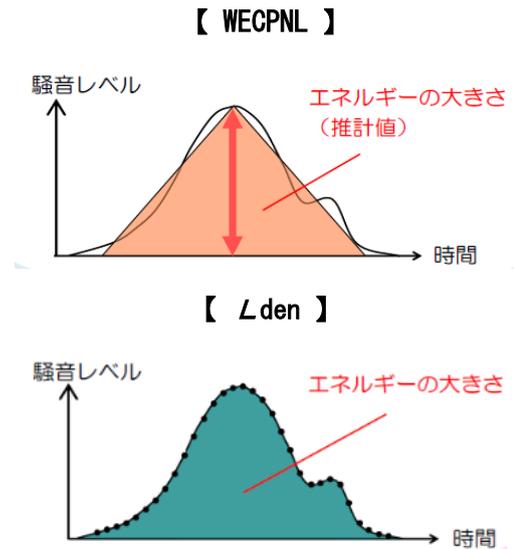


図7 WECPNL と L_{den} の計算の考え方

出典：図1～図2：「低周波音測定方法講習会資料」(環境省)
図3～図6：「騒音計とは」(榊小野測器)(図4及び図5については説明内容と表現を統一するため一部修正した。)

図7：「航空機騒音評価指標の変更について」(国土交通省)

謝辞：本稿の作成に当たっては、倉片憲治・早稲田大学人間科学学術院教授の御協力をいただきました。御礼申し上げます。