

3. 令和元年度音響基礎講習会 Q&A

2019年7月10日に行われました音響基礎講習会でいただきました質問について以下に回答いたします。

Q1：最近になって改正された指標値(WECPNL)などについてお聞きしましたが、それは世の中の騒音に対する考え方が変わったからでしょうか。

A1：騒音に対する考え方が変わったのではなく、騒音測定機器の進歩と評価指標の研究およびそれらの国際的比較研究結果からより実態により即した評価指標に変わりました。

アナログの騒音計では、騒音レベルをレベルレコーダーに書かせて、最大値や数秒間隔での騒音レベルを読み取るというような簡単な方法でしか騒音レベルを計測できませんでした。またそれらの分析に膨大な時間をかけていました。しかし、現在のデジタル騒音計は、様々な計測値を簡単に測定できるようになりました。

したがって、航空機騒音の評価指標が、昭和48年から採用してきた「W値」から「L_{den}」に変更されたのは、①近年、騒音測定機器の技術的進歩に伴い、高度な測定を簡易に行うことが可能となったこと、②国際的には「L_{den}」またはこれと類似した評価指標が主流となっていることから「L_{den}」が採用されました。また、「W値」では航空機の離陸や着陸に伴い発生する「飛行騒音」のみを対象としていましたが、「L_{den}」ではこれに加え、航空機が誘導路上を移動する際に発生する騒音の「地上騒音」も評価の対象となり、より実態に即した航空機騒音の評価が可能となりました。

Q2：回折の影響は、低周波数は回折しにくいとのことですが、どのくらいの周波数でしょうか。

A2：一概に、回折しにくい周波数を示すことは難しいです。

音の波長は、10 kHzで34 mm、1 kHzで340 mm、100 Hzで3.4 mになります。

つまり低い音は波長が長くなるから壁があっても回り込みやすくなります。遮音壁が、波長より十分大きければ、回折しにくくなります。

具体的には、塀の遮音を計算する公式があるのでそ

れを利用するとよいでしょう。

Q3：オクターブバンドと1/3オクターブバンドとの違いは。

A3：オクターブバンドは、周波数が高くなるごとに2倍になるように、周波数が低くなる場合は1/2になるように決められています。同様に、1/3オクターブバンドは、周波数が高くなるごとに、 $\sqrt[3]{2}$ 倍になるように、周波数が低くなる場合は、 $\frac{1}{\sqrt[3]{2}}$ 倍になるように決められています。つまり3乗すると周波数が2倍または1/2倍になります。つまり1/1オクターブバンドを同じ割合で1/3分割したものが1/3オクターブバンドです。そのために、1/1オクターブバンドよりも細かい周波数分析を行う場合に使用します。

Q4：時間率騒音レベルについて

A4：騒音計の時間重み特性Fによって測定した騒音レベルが、対象とする時間TのNパーセント時間にわたってあるレベルを超えている場合、その値をNパーセント時間率騒音レベルといいます。不規則かつ大幅に変動する騒音レベルを統計的に評価するための量です。

時間率騒音レベルの Δt (サンプリング時間)についての規定は特にありません。

Q5：熱エネルギーへの変換以外に、吸音しやすくなる要素(密度、硬度など)はあるのでしょうか。

A5：多孔質材料においては材料中の空気が振動する際に、板状材料においては板の内部摩擦によって、有孔板においては孔部分の摩擦によって、それぞれ音エネルギーが熱エネルギーに変換されて吸音効果が生じます。

吸音の仕組みとしては、吸音の程度に関係なく、この熱エネルギーへの変換と、材料の背後に抜けていく音エネルギーだけになります。そして、これらの効果(吸音性能)に影響を与える要素(要因)として、材料の厚みや密度、背後空気層の厚さ、孔の径や間隔等があります。ただ、吸音しやすくなるかどうかは、吸音したい周波数帯域にもよりますので、各吸音機構を理解した上でこれらの要素を調整していくことになります。

Q6：海外のソファで吸音率が載っているものを探していたところ「ISO354：2003」での音響レポートが出

てきました。縦軸 equivalent sound absorption area per object (m²), 横軸がfrequency(Hz)でした。日本の吸音率に換算するとどうなるでしょうか。

A6: 縦軸の意味は「オブジェクトあたりの等価吸音面積」になります。

残響室法吸音率の測定では、残響室の床に試料を設置した状態と設置しない状態、それぞれの残響時間を測定し、それらの残響時間から試料の等価吸音面積を求め、それを試料面積で除すことによって吸音率を算出します。ただ、一般的な平面吸音材と違って、ソファやベッド等の家具においては、各部位の材料が異なったり、表面積が決めにくかったりするために、吸音率まで算出するのは難しく、等価吸音面積までの算出となります。よって、縦軸の「オブジェクトあたりの等価吸音面積」を単純に日本の吸音率に換算することは出来ません。ただ、室の残響時間を計算する際に必要なのは、吸音率と面積を掛け合わせた吸音力＝等価吸音面積になりますので、家具等が置かれた状態での残響時間を計算検討する際には、ご質問頂きましたグラフの数値をそのまま使用することになります。

Q7: 高い周波数がコインシデンス効果とのことですが、どのような理由で起こるのでしょうか。

A7: コインシデンス効果とは、板状の材料において高い周波数におこる、質量則より遮音性能が劣る現象のことです。音は縦波ですので、板状の材料に斜めに音が入射しますと、さざ波のように材料が揺れ、波が進んでいきます。実際に目で認識できるほどに材料が揺れるわけではありませんが、この進んでいく波と入射した音の波が一致すると、波を作る音圧が共鳴するようになり、材料をより揺らすことになって、結果その音の周波数において遮音性能が低下することになります。材料の固有の振動数と斜め入射の音の周波数が一致することから、この現象をコインシデンス (coincidence: 一致) 効果と呼びます。

材料に対して垂直に音が入射する時の周波数を限界周波数といい、限界周波数より低い周波数ではコインシデンス効果は生じませんが、限界周波数より高い周波数においては、いずれかの入射角において必ずコインシデンス効果が生じるようになります。

Q8: 移動体音源(車, 新幹線)の場合, エバネッセント波のように近傍で低域が増強されるようなことはあ

りますか。

A8: 車や新幹線などの移動体音源は、反射面である地表面を走行しますので、地表面からの反射音によるエネルギー増幅があります。また、橋梁などでは、走行振動が構造物に伝搬することにより、構造物音という固体音成分の再放射音が生じ、構造物による比較的低い特徴的な周波数でピーク成分をもつ音が発生するようです。

Q9: 令和元年6月25日の建築基準法の改定で遮音天井が定められましたが、今回の講義で天井のGW, RWはあまり効果がないように話されていました。基準法でいう遮音天井の性能はどれくらいのものでしょうか。また、施工方法の指示などはあるのでしょうか。

A9: まず講義での説明の補足ですが、この説明は重量床衝撃音に対するものです。重量床衝撃音の場合は、その加振力により遮音天井が一緒に揺れてしまうのでGW, RWの吸音による効果はあまり期待できないということの説明の部分です。空気音に対しては内部吸音による遮音性能の向上が期待できます。

本年度の建築基準法の改正ですが、共同住宅や長屋における「界壁」の考え方が見直されています。これは、天井に一定の遮音性能を持たせることによって天井裏経由の側路伝搬をなくし、小屋裏(天井裏)まで界壁を立ち上げることを不要とするもので、天井に必要とされる性能に技術的な基準が定められています。

遮音的には、天井構造を厚さ9.5 mm以上の石膏ボード、その裏側に厚さ100 mm以上のグラスウール(密度16 kg/m³以上)を施工することが定められており、これ以上の遮音仕様であれば天井裏経由の音の影響はなくなり、基準法による界壁の遮音性能である125 Hzで25 dB、500 Hzで40 dB、2 kHzで50 dBの性能が確保されるとするものです。したがって、天井の遮音性能としてはその半分である500 Hzで20 dB程度の遮音性能が期待されているといえます。

しかし、天井には遮音性能と同時に防火性能を強化することも求められており、強化石膏ボードの重ね貼りで層厚36 mm以上を確保することが規定されています。

Q10: 2種類の音場シミュレーションの使い分けはどのようにされるのでしょうか。

A10: 音場シミュレーションは、大別すると虚像法

による幾何学的方法と境界要素法などによる波動的な方法に分けられます。

大きな音響空間では、波動的な解析よりも音を光のように直進するものとして反射音を幾何的に扱う方がイメージしやすく、コンピュータの負担も少ないので解析が早いです。

一方、小空間のように、低音域で固有振動による音のピークデップが生じる音の波動性が無視できない空間では、空間を小さく分割して室内空間を細かく音場解析する必要があります。しかし、シミュレーションの精度は空間の分割数や境界条件の与え方によりますので、より細かく分析する場合はコンピュータの負担が大きく解析時間も多くなります。

Q11：教室の吸音対策等に使用される孔あき板の背後空気層の厚みについて教えてください。

A11：穴あき板の吸音特性は、板の厚さ、孔の大きさとピッチ、それから背後空気層の大きさ、吸音材の有無によって変わります。

背後空気層は、大きければ大きいほど孔あき板による共鳴の周波数が下がりますので、より低音域の吸音に有効です。

教室等では、同じ孔あき板を使う場合、背後空気層を50 mm、100 mm、150 mm等、壁面毎に変えて共鳴周波数を偏らせない工夫も可能です。

また、孔あき板の孔の大きさ、ピッチを変えて共鳴周波数に変化をつけて分散させる方法もあります。

Q12：騒音計を用いた測定では、どのような場面でA特性、C特性、F特性を使い分けますか。

A12：騒音測定では、人の耳の聞こえに対する騒音の大きさを評価する場合、通常はA特性の聴感補正回路で測定します。これは単一の評価量ですので簡単に測定ができ、騒音規制法やJIS等の測定規格がA特性音圧レベルで評価されることによります。

しかし、人の耳の聴感特性は大きい音では低音域の感度が上昇する特性をもっていますので、例えば、5.1chサラウンドの各スピーカの再生レベルを描える場合は、音源にピンクノイズを用いて、騒音計のC特性の聴感補正回路を使用して各チャンネルのレベルを85 dB(C)に揃えます。

一方、F特性は、周波数分析を行う場合等、聴感補正を使用せずに音の物理的な大きさを測定する場合に使用します。

すなわち、騒音をNC曲線のような周波数特性による基準カーブで評価する場合は、F特性(フラット特性)のまま各帯域の音圧レベルを分析して周波数特性を求めます。

Q13：オールパスとは何でしょう。

A13：オールパスは、全周波数成分を含んでいるという意味合いで、オールパスレベルは、dB(A)、dB(C)、dB(F)など、音の全周波数成分を各々の周波数補正回路で分析した音圧レベルを指します。

一方、オールパスに対してバンドパスは、ある周波数帯域の音の成分のみを分析した音圧レベルであることを指します。帯域幅によって、オクターブバンドレベル、1/3オクターブバンドレベル、1/12オクターブバンドレベル等があります。