

会員の頁

1. 岩綿吸音板を用いた保育室の残響過多改善事例
2. 「令和元年度 音響基礎講習会」開催報告
3. 令和元年度 音響基礎講習会 Q & A

1. 岩綿吸音板を用いた保育室の残響過多改善事例

大建工業株式会社

1. はじめに

本稿では幼稚園・保育園の音の問題を取り上げる。と言っても、昨今マスメディアで話題になっている保育園や幼稚園が騒音源とみなされ、設立の延期や取り止めが起こるような問題ではない。

本稿で注目したいのは、園児たちの語学発達への障害になりかねない保育室や遊戯室の響き過ぎの問題である。

保育園・幼稚園(こども園)の園児たちは0～6歳で、まさに聴覚の発達過程で有り、言葉を覚える年齢である。この年齢の子供たちに対して、「聴覚と言語の能力を発達させる段階にあり、可能な限り最高の音響条件を必要としているため、残響条件は最適なものであるべきである」として基準・法令を設けている諸外国に対して、残念ながら日本には基準が無い。

基準や法令が無いということは、設計の時点で考慮されることが著しく少ない事を意味し、事実、弊社に対する改修の問い合わせも少なくない。

残響過多になると

1. 明瞭度が下がるため、聴き取りづらい。
2. 保育士は聴き取れるように大声で話す。
3. 園児はその大声に負けじと更に大声になる。

と悪循環を引き起こし、聴覚発達への障害、言語習得への障害、一過性の聴力低下、声が枯れるなど様々な障害を引き起こしかねない。

本稿では暫定的な目安値として、残響時間測定結果のグラフに平均吸音率が0.2と0.25の場合の残響時間を

記した。これは「日本建築学会編 学校施設の音環境保全基準・設計指針」や欧米諸国の基準・法令に示された値を基に、弊社で目安にしている値で、このくらいの吸音力であれば保育園・幼稚園児に対してまずまずの残響時間であろう。と考えている値である。

2. 「認可保育所」墨田区亀沢保育園保育室 改修前後の残響時間比較

保育室の諸元を表1に、改修前後の残響時間比較を図1に示す。

表1 諸元

室名称	K保育園 保育室
表面積	218.4 m ²
容積	155.0 m ³
天井高	2.4 m
天井面積	64.6 m ²
仕上	化粧石膏ボード
天井改修後	岩綿吸音板 (大建工業 クリアトーン)
壁	石膏ボード+ビニルクロス
床	コルクタイル

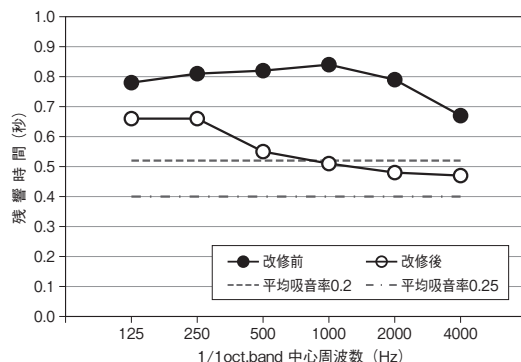


図1 改修前後の残響時間

天井を化粧石膏ボードから岩綿吸音板に改修することで全ての周波数で残響時間が短くなっている。(余

談ですが、その見た目から、化粧石膏ボードが吸音に優れていると思われる方が少なからず居られますが、大部分の化粧石膏ボードの吸音力は大きく有りません。)

特に1 kHz以上の周波数で望ましい残響時間になったことがわかる。また500 Hzにおいても、望ましいと残響時間に近づいており、改修後、保育園の関係者の皆様から、「大変良くなった」との感想をいただいている。

3. 「認可保育所」アートチャイルドケアわらび

多目的室 改修前後の残響時間比較

多目的室の諸元を表2に、改修前後の残響時間比較を図2に示す。

表2 諸元

室名称	W保育園 多目的室
表面積	300.0 m ²
容積	273.6 m ³
天井高	3.0 m
天井面積	91.2 m ²
仕上	改修前(天井/壁) 石膏ボード+ビニルクロス仕上 改修後(天井/壁) 岩綿吸音板+OFF TONE (ともに大建工業)

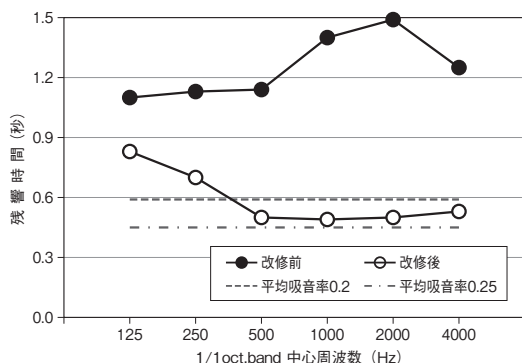


図1 改修前後の残響時間

前述の墨田区亀沢保育園に比べ室容積が大きいので、天井の改修だけでは吸音力が不足する。そこで、壁にも吸音材(OFF TONE)を施工した。

改修により、全ての周波数で残響時間が短くなり、500 Hz以上の周波数で望ましい残響時間に収まった。

こちらでも、保育園の関係者の皆様から、「大変良くなった」との感想をいただき、今後こちらの事業主様が新たに設置される園では岩綿吸音板が標準仕様となった。

4. おわりに

2つの保育園での天井改修による残響過多改善事例を紹介した。壁・床・天井の全てを吸音力の小さい内装材料で仕上げてしまうと残響過多になり、様々な障害が出る可能性がある。にもかかわらず、多くの建築物でこのような内装仕様が用いられている。

内装が出来上がってからの改修では2度手間になり、工期も費用も余分に必要になるので設計段階での音響への配慮を願って止まない。

最後に弊社の天井材以外の吸音材の品揃えを紹介し、本稿を締めくくる。音響改善の一助になれば幸いである。



天井用吸音パネル KIN TONE(キントーン)

自由度の高い色と形が魅力の天井用吸音パネル。既存の天井を剥がすことなく、吊るすだけで吸音性能を発揮します。



オフィス向け吸音パネル OFF TONE(オフトーン)
マグネットパネル&クリアパネル

オフィスの応接室や会議室などに、スチールパー

ティション用のマグネットパネルとガラスパーティション用のクリアパネルをラインナップしています。



不燃吸音材 スオーノ

公共商業文教施設に求められる不燃認定を取得したアルミ合金基材の吸音材。無地に見えるくらいの微細な孔が開いており、背後空気層を設けることで吸音性能を発揮します。

令和元年度講習会年間計画

一般社団法人日本音響材料協会

■音響基礎講習会

開催日：令和元年7月10日(水) (実施済)

会 場：吉野石膏虎ノ門会議室

■技術講習会

開催日：令和元年11月20日(水) (参加募集中)

会 場：吉野石膏虎ノ門会議室

■防音勉強会

開催日：令和元年5月29日(水) (実施済)

令和元年11月28日(木) (参加募集中)

会 場：日本音響材料協会

*詳しくはホームページに掲載いたします。

2. 「令和元年度 音響基礎講習会」開催報告

開催報告

本協会主催の令和元年度音響基礎講習会が7月10日(水)に吉野石膏株式会社 虎ノ門ビル大会議室にて開催されました。

音響基礎講習会は、音の基礎知識を必要とされる方、最近の技術動向を学び直したい方などを対象に年1回開催しています。実際の業務として音を扱う方が講師であり、実務で役立つ音響の知識や経験に基づく観点から重要なポイントを解説しています。また、実際に音を聴くデモ等もあり、物理量と聴感上の違いの比較体験や、会場の騒音レベルを実際に測定するなどの実演も交え、音の初心者にもやさしい構成を特徴としています。

講習会は次に示す5つのテーマで構成されています。

1. 音の基礎知識
2. 音響材料
3. 騒音・振動の防止
4. 室内音場
5. 音響測定

1. 音の基礎知識

本講義は音が空気の振動であることに始まり、音の伝わり方や基本的な現象(拡散・反射・屈折・回折・干渉)、また音の三要素(大きさ・高さ・音色)と聴感の対応等について解説されました。音の単位である「デシベル」については人間の感覚量をベースとした物理

量であることや、その合成計算の方法等の説明がありました。

音の干渉の説明では、向かい合わせにした2つのスピーカから同位相と逆位相の音を出して、それぞれの場合でスピーカ間の距離を狭めたり遠ざけたりしたときの音の聞こえ方の変化の実演がありました。

また、近年増加している騒音について、「騒音」であるか否かの判断は聴取者の主観評価によることや、騒音レベルによる物理的な評価方法と法規制が紹介されました。

2. 音響材料

音響材料については、材料の音響的な機能面から吸音、遮音、防振、制振の4つに分けて、吸音と遮音の違い、防振と制振の違い等、それぞれの機能について説明があり、材料の種類、選定方法、使用例等について解説されました。それぞれの材料の特性を表す指標である吸音率、音響透過損失、固有振動数、損失係数について、材料ごとに特徴を紹介しながら、実際のサンプルが回覧されました。

受講者はサンプルを触ったり声で音響性能を確認したりしながら、それらの違いを体感していました。

3. 騒音・振動の防止

音の伝搬には空気伝搬と固体伝搬の2種類があることの説明があり、騒音防止設計の手順の説明がありました。

騒音防止のための設計は配置計画にはじまり、検討対象室を抽出し室内騒音目標値の設定を行います。騒音評価指標にはNC値や騒音レベル「dB(A)」が用いられることや、低周波音(～100 Hz)に対する説明もありました。目標設定の後には、騒音伝搬経路の洗い出し、



写真1 講習会風景



写真2 アコースティックカメラのデモ



写真3 閲覧した音響材料



写真4 講習で紹介された計測機器-1

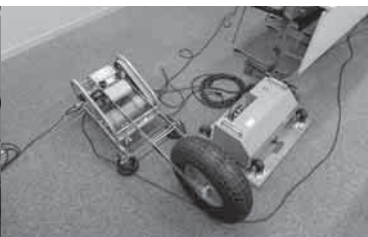


写真5 講習で紹介された計測機器-2

音源室の発生騒音の設定、必要遮音量の計算を行います。室間音圧レベル差のDr値、ドア・サッシの遮音性能のT値、床衝撃音指標のLr値の求め方や、遮音計画上の留意事項として、固体伝搬音や側路伝搬音の影響により遮音性能が頭打ちになること等の説明がありました。目標性能を満たす遮音構造の実現が厳しい場合は、最初の配置計画に戻って見直しになります。

また、騒音対策方法として注意すべき点について、遮音構造の部位別に具体的な事例を挙げて、それらの問題を写真や遮音特性により示しながら紹介されました。

4. 室内音場

ここでは、室空間の利用目的に応じた響きの設計の必要性についての説明があり、室内音響の代表的な指標である残響時間について、室の用途毎に最適値が異なることに触れながら解説されました。さらに、吸音のメカニズムやSabineの残響式による残響時間と吸音率の関係の説明がありました。

続いて、音環境があまり重要視されない施設においても室内音場に関する配慮はやはり必要であることの説明があり、ホテルの宴会場や会議室を例に挙げながら、響きが長すぎることによる声の明瞭度の低下やフラッターエコーによる音響障害等の紹介がありました。実際に、体育館・スケートリンク・プール・駅コンコース・空港ターミナル等の大空間における響きの長さの違いによるアナウンスの聴こえ方の違いについて、音場シミュレーションによる体験デモで比較試聴することにより、残響の抑制対策の必要性や、教育施設(学校の教室や廊下)の吸音処理等の設計事例が紹介されました。

また、ホールやスタジオなどの建築空間によって生み出される響きが大切な室内音場の設計手法として、音響模型実験や音響数値シミュレーションの説明がありました。最後に映画館の室内音場の改修事例について、

音の可視化技術を用いた有害な反射音の調査方法や改修工事による音響効果の確認事例が紹介されました。

5. 音響測定

最後のテーマでは、代表的な音響測定の方法の説明や音の体験デモが盛り込まれた講義が行われました。

最初に、音響測定の意味や目的の説明があり、騒音計、音響校正器、ノイズジェネレータ、振動レベル計、レベルレコーダなどの音響計測機器、また騒音レベル、振動レベル、空気音遮断性能、床衝撃音遮断性能、残響時間、吸音率などの計測・評価方法の計測規格等の解説がありました。

体験デモでは、会場の騒音レベルを実際に測定し、空調ON/OFF時の騒音レベルの違いによる聴感上の違い、またdB(A)とNC値の評価の違いを体感したり、ピンクノイズやバンドノイズ等の測定音を聴取しました。1/1オクターブバンドにおける4 kHz帯域のバンドノイズを再生してミンミンゼミの鳴き声と似ていることを説明すると、多くの参加者が頷き納得された様子でした。さらに、音圧レベル差の違いを体験するコーナーでは、スピーカから基準音に対して10 dB, 20 dB, 30 dB, 40 dB小さい比較音を提示して遮音構造をイメージしながら聴感上の違いを体験したり、-3 dB, -5 dBの微妙な違いについても体験しました。床衝撃音測定のコーナーではタッピングマシンによる軽量床衝撃音源やバングマシンやインパクトボールによる重量床衝撃音源を実演しました。

また、音の可視化装置(アコースティックカメラ)を用いて音を映像に重ね合わせることにより、目で見て分かる音源探手法の実演がありました。



各テーマの終了後には、講義の内容にとどまらず実践につながる視点から様々な質問が挙がりました。講習会を通して、音に関する理解が知識・体験の両面から深められた有意義な1日になったと思います。

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。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ことになります。

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

による幾何学的な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。