

Sound



音響設備を設置する際、建築物の概要が残響やハウリングなどの音響特性に影響しますが、私達が建築物を設計することはありませんので、ここでは電気音響でなんとかしようとしてこんなことで困った、ということをお話したいと思います。

建築音響と電気音響とは

建築音響とは文字通り建築物が持つ音響特性です。床や壁がコンクリートや固い素材であれば、音が反射して「残響」します。カラオケなどでエコー、リバーブ、ディレイ、と呼ばれる「残響効果」は歌に自信のない人や自己陶醉したい人には必須の機能でしょう。そういう意味では、お風呂がカラオケにとって一番良い建築音響と言えるのでしょうか。

建築物が持つ音響特性には残響時間と周波数があります。低音が響きやすいとか、高音が反射しやすいとかです。これはマイクやスピーカーを使わない状態でもそのような音響特性があるという意味で「建築音響」という呼び方をしています。反対に「電気音響」は我々の専門である拡声装置、音響設備と呼ぶ電気仕掛けで音を大きくする設備のことをここでは言うことにします。

建築音響と電気音響との融合

屋外は基本的に「自由空間」と考える事ができますが、宇宙空間ではありませんので厳密には近くに山があるとか、学校なら校舎に跳ね返るとか、建物の影響などがあり、完全な自由空間とは言えず、屋外の音響設備でもハウリングや残響は発生します。「やまびこ」がそうですね。

一方、屋内の電気音響では、更に様々な影響や制限される事が発生します。コンサートホールの音響設備を設計する機会は少なくとも、多目的ホールと呼ばれる体育館の音響設備の設計や改善提案を依頼されることは比較的多いのではないのでしょうか。また大きな工場など、騒音の激しい場所で電話の呼び出し放送をスピーカーで行いたい、という依頼や改善提案を求められる事もあると思います。

このような状態では建築音響と電気音響の融合が重要なポイントとなってきます。

建築音響と電気音響との反発

建築音響と電気音響が仲良くしてくれれば、心地よい音楽や呼び出し放送が綺麗に聞こえて何も問題はありません。しかしこの両者が反発し合う状態になった時には大変な苦勞が必要です。電気音響での改善では専門知識も必要ですし、場合によっては使われる機材も高額で大掛かりな装置になってくる場合があります。もちろん建築での改善なんて簡単にはできませんね。

両者が反発している状態での改善キーワードは「ハウリング」、「残響」、「明瞭度」、「音量」、「音質」などです。「明瞭度」が良いとは、良く聞こえる、何を放送しているか良くわかるということです。

例えば、残響のひどい大きな空間でスピーカーを使ってさらに大きな音を出せば、どんな状態になるか想像がつくことと思います。このような状態が建築音響と電気音響が反発している状況であると言えますね。

建築音響と電気音響の改善

「残響」はエコーマシンやディレイマシンによって電気音響として作り出す事ができますが、建築物自体にも自然に音を遅れて響かせることがあります。トンネルやお風呂などがそうですね。

「残響」は壁や床、天井、空間の材質や大きさで遅れて響く量や時間が変化します。反射しやすい材質であればあるほど大きなエネルギーになり、空間が大きければ大きいほど長い時間遅れて響きます。

そのような空間では、マイクを使って大きな音量を出すほど話すことが更に困難になって行き、何を話しているのかが聞き取れなくなります。「ハウリング」も建築物の音響特性が影響し、反射率の高い材質が使われていると発生しやすくなります。また「残響」とは逆に、空間が狭いほど発生しやすくなります。

建築物で決定されている空間の大きさは簡単には変更できませんので、「残響」「ハウリング」ともに問題解決の糸口は建築物の材質になりますが、内装材も設計段階で決まり、後で不具合が出たから内装を全部やり直すということも余程のことがない限り不可能です。それでこのような建築物に設置した音響設備に残響やハウリングといった不具合が生じた場合、マイクが原因だからそちらで何とかできるでしょう、あるいは何とかしてください、と言われることになってしまいます。

新築でなく、既にある建物に音響設備を設置する場合は特に内装材の変更なんて簡単にできません。

できる提案とできない改善

「改善」するとなっても、やはりできる事とできない事があります。例えば建築物の設計がきちんとできていて、適度な残響時間をもったベストな状態のホールで、どの客席でも均等に良く聞こえるような電気音響設備を設計して欲しいというお話は「改善」ではなく「提案」になります。

建築物の状況が悪いところでベストな「改善」案を出すことと、心地よく聞こえるための「提案」をすることでは大きく意味が違ってきます。

すこしでも良くなる方法

できることなら空間（建築物）に吸音材を追加してもらい、床の材質を変更してもらい、ガラス窓を閉じてもらい、などというお願いになるのですが、多額の費用が必要になり、なかなか無理なお話になることでしょう。オーディオルームならカーテン等を追加することや天井から吸音素材を吊り下げる等の対策はできる範囲かもしれませんが、工場などの建築物では対応できないことが多いですね。

ここから電気音響での改善案です。その建物が持つ「残響」や「ハウリング」を起こしやすい周波数を下げて、フラットな特性に近づける事で全体的な音量を上げることができ、ハウリングを始めるタイミングを遅らせたり残響を軽減することができます。方法として、これにはイコライザー（DSP）を使います。

その他にはスピーカーの向きを変えとか、指向性の広いもの、あるいは狭いものを使い分け、反射しやすい場所を回避するという考え方もあります。

また騒音の激しい工場などで行う電話ページングなどのPAでは、周りの騒音以上に音量をあげないと聞こえない、という考えから必要以上に大きな音量で放送してしまうため、「残響」や「ハウリング」が発生することがあります。このような場合、逆にスピーカー1台あたりの音量を抑え、スピーカーの数量を増やし、放送したい人物にできるだけ近づける方法が大変効果的です。

また「残響」対策では、遅れるなら同じ遅延時間にするという考え方もあります。残響時間がバラバラになって複雑に絡み合うと、たとえ短い残響時間でも不愉快な明瞭度の悪いシステムになってしまいます。

これはスピーカーから反射する面に対する距離を同じにあわせることで少しは改善することができます。

具体的には天井から床に向かって垂直に放送することなどです。確かに効果はありますが、これも建築の関係で無理な場合が当然あります。

残念ながら「ハウリング」も「残響」も同様に絶対的な対策はありません。

なぜなら「ハウリング」対策の場合、たとえイコライザー（DSP）を使って音響特性をフラットにしても、建築材料を変更しても、ある一定のレベルを超えると（より大きな音を出すと）、またハウリングが発生し始めるからです。このポイントがその空間における音響設備の限界値となり、それ以上大きな音は出せない事になります。

あまりお勧めできませんが、「ハウリング」対策でさらにレベルを上げることができる方法があります。

それはにマイク回路にディレイマシンを入れます。ディレイマシンはエコーマシンとよく似ていますが、響かせるとはなく、信号を電氣的に少し遅らせます。

マイク回路にディレイマシンを入れると、話した音声少し遅れてスピーカーから出ることになります。

音速は毎秒約340mですから、1秒の何分の一かを遅らせることで擬似的にスピーカーとマイクの距離を離すことになり、本来ハウリングする距離でも止める事ができるという考え方です。

つまり、ディレイマシンで1秒遅らせるとマイクとスピーカーは約340m離れたことになります。しかし自分の声が1秒後に帰ってきたのではとても話せる状態ではありませんので、少し遅らせる程度に調整します。

「ハウリング」がディレイマシンで補正できるなら、「残響」もエコーマシンで直せるのではないかと問われるかもしれません。エコーマシンは入ってきた音声信号に遅らせて抑揚を付けた信号を重ねるイメージの機械ですが、「残響」を打ち消すためには、音声信号が入る前にこの音が残響するだろうと予想して響かせないための反対の信号を作り出し、さらに入るか入らないかわからない信号と同時に出不せないとはいけなわけです。

ですから、「逆エコーマシンは存在しない」と思います。

最近ではデジタル信号で様々なエフェクト処理を行えるようになり、録音された音声データなら不要な雑音や残響音をカットできる PC 編集ソフトもありますが、リアルタイムでスピーカーからの音声で発生する残響音を止めることができるエフェクターはまだ出現していないと思います。

ヘッドホンなどで流行っているノイズキャンセリングシステムをスピーカーで応用できれば、電気音響でリアルタイムに残響をなくすことができることになるかもしれません。