

学校施設における吸音処理の注意点

音の反射を防ぐには性能の高い吸音材で吸音するとよく、吸音率が0.7以上の吸音材を使用することが望ましい。
オープンスペース型教室「音環境②」※¹（ホール状の多目的教室「音環境②」※²）など一つの大きな空間をついたてなどで分けて使用する場合、他、舞台がある場合や、講堂と体育館を併用する場合、一般教室など、それぞれの吸音手法が異なる。



講 師 安岡正人（東京大学名誉教授）



講 義 日 2011年11月25日（金）



事 業 者 阿部・辺見・秋月設計共同体

参考文献 *1 安岡正人：建築物の遮音性能基準と設計指針、日本建築学会、pp.302-307、1997

*2 学校施設の音環境保全規準・設計指針、日本建築学会環境基準 AIJES-S001-2008、2008、P57（代表的な材料の残響室法吸音率が掲載されている。）

1.空間ごとの吸音についての注意点

(1) 大空間を分けて使用する際の注意点

大空間を分けて使用する場合、ついたてで分けることが考えられるが、この際には、複数の音について考慮する必要がある。直接音はついたてで防ぐことができるが（図1、図2）、「音環境① 1.音の性質」でも示したように、反射音や透過音、回折音は隣の空間に届く。特に、天井で反射した音は伝わりやすいが、それらへの対応としては天井面で吸音することが有効である。天井の吸音材の設置は、音源等が特定されている場合、局部的でも効果がある。

なお、回折音は、高い音は伝わりにくいが、低い音が伝わりやすいという特徴がある。したがって、子供の高い声の特徴となる学校施設においては、回折音対策はあまり問題にならない。

(2) 舞台がある場合の注意点

舞台空間から客席空間に音が届くようにするには、天井面である程度反射させる必要がある。

建築計画としては、天井面と床面は平行でなく、多少傾斜させるとよい。側壁で音の拡散を図る手法には、屏風折にすることや意匠的な意味合いを加味した木製ブロック等を施すことなどが挙げられる。その際、ある程度拡散させながら、適度に吸音材を配置するようにした方がよい。吸音材の配置については、「3. 仕上げ材に木材を使用する場合の注意点」に示す。

(3) 講堂と体育館を併用する場合の注意点

講堂と体育館は、要求する室内騒音推奨値（「音環境②」表2参照）が異なるため、どちらかの騒音レベルに合わせることになる。吸音材を設置するとコストが上昇するが、体育館でも喧噪感を防ぎ、先生の声を聞き取りやすくするためには、適度な吸音処理が不可欠であり、壁面及び天井面で可能な限り吸音するとよい。

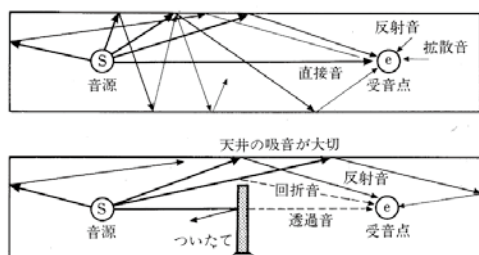


図1 室内での音の伝わり方*1

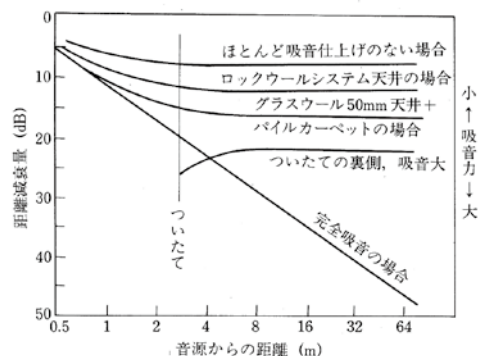


図2 オープンスペース内での距離減衰量*1

2.吸音材料

吸音するためには、多孔質材料を使用することが重要である。加えて背後に空気層を取ると低音から高音までしっかり吸音することが可能である。吸音は、繊維状のものなど通気抵抗のあるところを音が通ると摩擦エネルギーとして音のエネルギーが損失するメカニズムで生じる。そのため吸音材料となるものとならない材料がある。特に誤解されやすいものにスタイロフォームやウレタンフォームなど独立気泡の断熱材があるが、これらは上のメカニズムから考えてもほとんど吸音することができない。独立気泡の断熱材かどうかは息を吹きかけてみれば確認できる。空気が通れば連続気泡、通らなければ独立気泡である。

代表的な吸音材の吸音率について、図3に示す。

背面空気層50mmを有するグラスウール50mmは吸音率が0.8程度と性能が高いことが分かる。ロックウール天井板やロックウールシステム天井は低音に対する吸音性能が低い。また、トラバーチン模様の石こうボードは「吸音天井」として名が通っているが、ほとんど吸音せず音を反射してしまう。

他にも、袋に梱包されたおがくずによる断熱材なども吸音性能がある。ただし、梱包材の膜が厚いと膜が音を反射させるため、なるべく薄い(0.02mm程度)ポリエチレンに入れるとよい。

吸音率が0.7の場合、直接音が2回反射すると $1/10$ ($0.3 \times 0.3 \div 1/10 \div -10\text{dB}$)、3回反射すると $1/27$ ($0.3 \times 0.3 \times 0.3 = 1/27 \div -15\text{dB}$)に低減する。音の反射を防ぐには、吸音率0.7以上が望ましい。しかし、吸音率が0.3であっても、少なくとも喧噪感を抑えることが可能である。

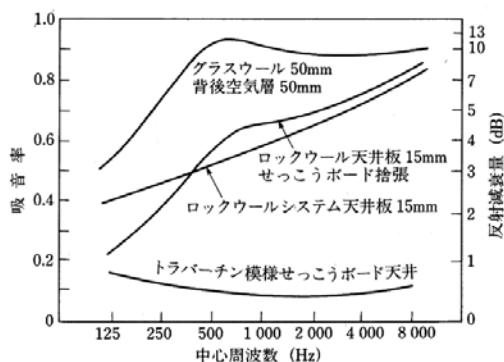
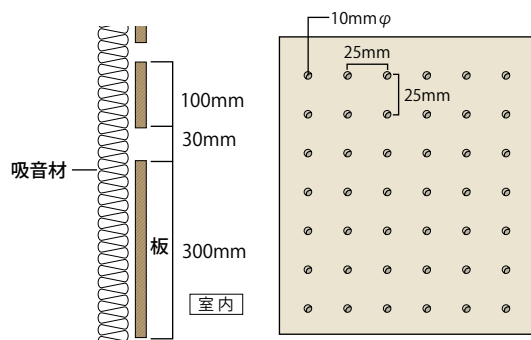
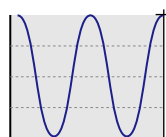
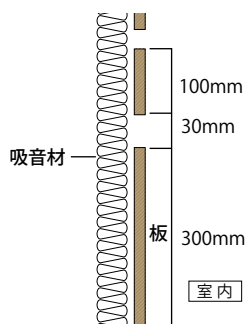


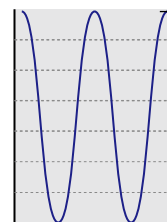
図3 反射面の吸音率*1



30%開口率のスリット 20%開口率の有孔ボード
図4 開口率の例



2000Hzの波長
170mm



1000Hzの波長
340mm

図5 板幅<吸音したい波長が理想

3. 仕上げ材に木材を使用する場合の注意点

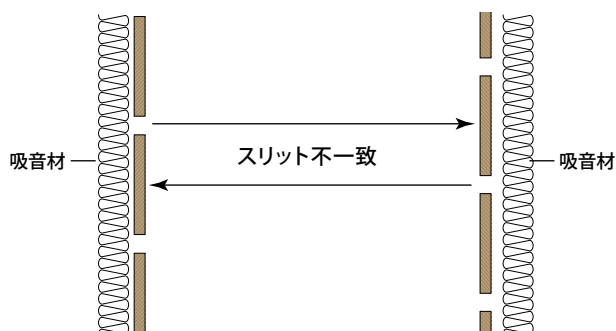
吸音材には意匠性を兼ねているものが少なく、仕上げ材が必要である。その際、仕上げ材の裏側に吸音材を施工することになるが、穴やスリットで、背後に音を誘導する必要がある。しっかり吸音するにはスリットや穴の割合を多くする必要があると考えられるが、実際は、30%の穴あき板を仕上げ材とすると、ほとんどの音が反射されず穴に回り込むため、ほぼ仕上げ材の裏に設置した吸音材の吸音率の性能が活かされる。具体的な仕様として、仮にスギ板を仕上げとするならば、板にスリットを配することが考えられる(図4)。開口率は、30%以上が理想的であるが、20%でもほとんどの音が内側に回り込む。

スリットの場合、仕上げ材の板幅と配置に注意する必要がある。音は、1000Hzで波長が340mm、2000 Hzで170mmである。波長よりも狭い板幅とすると、音が裏面に回り込みやすく、波長より広い板幅とすると、音が反射しやすい(図5)。板幅が100mm巾の場合、4000Hz程度の高音のみ、真正面からの音は回り込まず反射する。斜めから入ってくる音もあるため、音が返ってくるのは正反射の音のみである。このことから、効果的に吸音を行うには、板幅を100mm程度以下とし、スリットを30mm以上とするのが妥当である。板の表面はリブ等の凹凸があっても問題がない。

デザイン上、幅広の板張が望まれることが多いが、この場合高い音が反射されてしまうので、300mm程度が限度と考える。この幅になると、向かいの壁の板とスリット位置が一致する場合、反射音が適切に吸収されなくなるため、スリットの位置をずらす必要がある(図6)。このような配慮は板幅100mm程度では必要無い。

スリットから見える吸音材は、子供たちがほじくり出したりするいたずらを受ける恐れがある。そのため、指が直接吸音材に届かないような工夫をする必要がある(図7)。このような仕様にしても、吸音性能に変化はない。天井など、直接触らない部分であれば、吸音材をクロスで仕上げれば見た目も美しく納めることが可能である(図8)。手に触れる壁には開孔率30%程度以上のパンチングメタルやステンレスメッシュを用いる場合もある。

木質の仕上げ材が薄いボード状の場合、ボード自体が振動して音を再放射するため、石こうボード等の裏打ちにより制振しなければならない。特に音楽室では、再放射が生じると、音質が低下するため、注意が必要である。



板幅300mmの場合、スリット位置をずらして配置する。
図6 板の配置

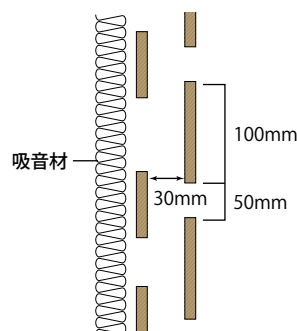


図7 いたずら防止のための板の配置

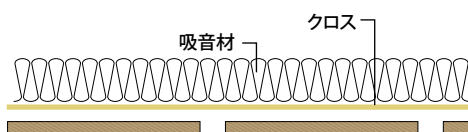


図8 吸音材をクロス仕上げで保護する