

木材の吸音率

石井 誠

1. はじめに

最近、内装材に木材や木質材料を使用する例が多くなっています。その中で学校の音楽室や個人住宅のオーディオルームなどの設計を行う際、「木材を多量に使うと音が柔らかくなるか」とか、「音楽がよく聞こえるのか」といったことに関する問い合わせがよくあります。これらのことを考えるためには、内装材の吸音力について知っておく必要があります。

音は壁に当たったとき、**図1**のように3つに分かれます。このうち音源側の部屋にいる人の耳で聞こえるのは、音源から直接聞こえる音と壁からはね返った音です。楽器などから聞こえる音だけですと、例えば屋外で音楽を聞くように味もそっけもない、円やかさに欠けたものとなります。室内で聞く音楽はその直接音と壁などから反射して聞こえる反射音が微妙に複合して柔らかく感じる音となります。そのため、その部屋の音響性能は壁材料の反射率、言い替えば吸音率によって決

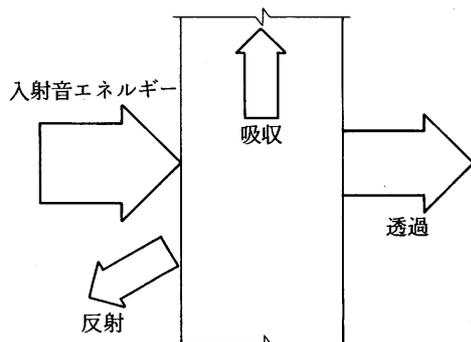


図1 音エネルギーの分散

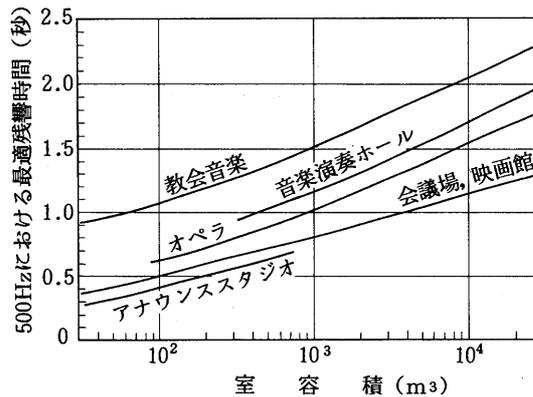


図2 Boranekによる最適残響時間

まってきます。その性能を評価する指針として残響時間があります。残響時間は、その部屋の用途によって変わります¹⁾(**図2**)。部屋の大きさなどによって一概には言えませんが、音楽を聞くような部屋では残響時間は長く、講演などのような人の声を聞く部屋では比較的短い残響時間が良いとされています。

それでは、木材や木質材料はどのくらいの吸音率があるのでしょうか。

2. 垂直入射吸音率の測定

吸音率には、残響吸音率(乱入射吸音率)、斜入射吸音率、垂直入射吸音率の3種類があります(**図3**)。一般に吸音率と呼んで音響設計に使用されるのは残響吸音率です。しかし、この値を得るためには残響室が必要です。この施設は、北海道にはほとんどありません。そのため、今回は垂直入射吸音率の測定を行いました。それは、管内

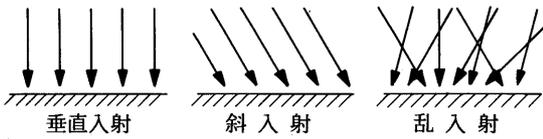


図3 音の入射条件

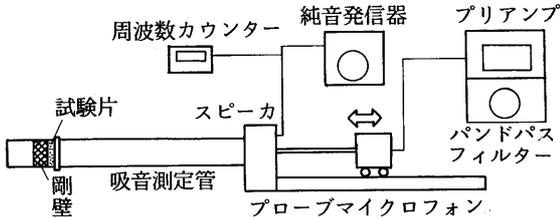


図4 垂直入射吸音率測定方法

法とも呼ばれ、図4のような管の一方に円盤状の試験体をはめ込み、他方より純音を送り、入射音と反射音が合わさって生じる音圧の波の最大値と最小値から垂直入射吸音率を算出する方法で、残響吸音率に比べて入射音の条件に限られるためやや実際の値と異なる場合があります。しかし、簡便であること、試験体が小さくてすむこと、各試験材料間の相対比較ができるなどのメリットがあります。

3. 試験体の種類と試験方法

試験材料は表1のように、木材12種類、木質材料19種類の計31種類でした。試験材料を99mm、33mmの2種類の径の円盤に切抜き、99mm径のものを低音周波数帯域(100~1600Hz)、33mm径のものを高音周波数帯域(800~5000Hz)の吸音率測定の試験に使用しました。

4. 試験結果

前述のような試験を行い、周波数ごとの吸音率を測定しました。その結果、図5・6のようになりました。

図5は木材の試験結果をまとめたものです。木材の場合、吸音率は周波数によらず0.02~0.08とほぼフラットな形態を示しました。

図6は木質材料の試験結果です。インシュレー

表1 試験材料の基礎材質

材 料	厚さ (mm)	比重	含水率 (%)
カラマツ	16.0	0.53	11
エゾマツ	16.0	0.35	11
トドマツ	15.9	0.39	10
ミズナラ	15.9	0.73	10
ヤチダモ	15.9	0.71	11
ハリギリ	15.9	0.52	11
イタヤカエデ	16.0	0.76	11
マカバ	16.0	0.65	9
アサダ	16.0	0.75	9
ブナ	16.0	0.64	10
シナノキ	16.0	0.43	9
カツラ	15.9	0.45	10
木質セメント板	15.4	1.21	10
	12.2	1.24	11
パーティクルボード	12.2	0.65	9
	15.3	0.63	10
	6.4	0.68	10
ファイバーボード	3.4	1.04	8
	5.5	0.92	9
	3.2	0.73	9
	2.5	0.97	8
(インシュレーションボード)	9.4	0.29	10
ラワン合板	3.3	0.60	11
	4.0	0.60	11
	5.4	0.71	11
	11.3	0.59	12
シナ合板	3.7	0.59	10
	6.0	0.64	10
	8.9	0.52	9
(シナランバーコア合板)	21.8	0.48	10
セン合板	3.9	0.53	11

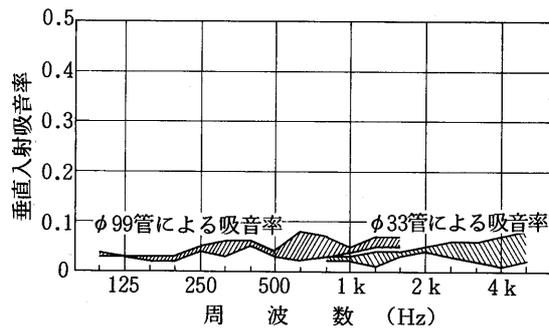


図5 木材の垂直入射吸音率

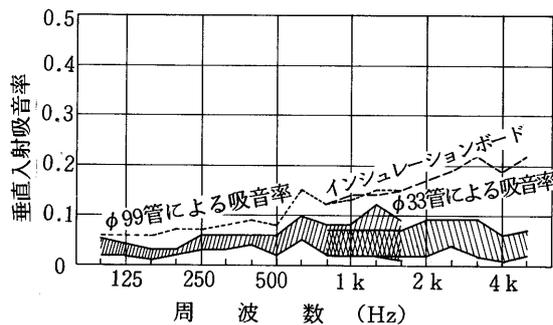


図6 木質材料の垂直入射吸音率

表 2 残響時間試算結果 (吸音力の計算)

部位	材 料	面積 A (m ²)	125		250		500		1 K		2 K		4 K	
			α	αA										
壁	カラマツ	160	0.03	4.8	0.04	6.4	0.04	6.4	0.05	8.0	0.04	6.4	0.07	11.2
床	ナラ	100	0.03	3.0	0.04	4.0	0.04	4.0	0.05	5.0	0.05	5.0	0.03	3.0
天井	カラマツ	100	0.03	3.0	0.04	4.0	0.04	4.0	0.05	5.0	0.04	4.0	0.07	7.0
小計		360		10.8		14.4		14.4		18.0		15.4		21.2
いす	50脚		0.03	1.5	0.04	2.0	0.05	2.5	0.07	3.5	0.08	4.0	0.09	4.5
人	25人		0.08	2.0	0.17	4.25	0.30	7.5	0.34	8.5	0.34	8.5	0.33	8.25
計 ($\sum \alpha A$)				14.3		20.65		24.4		30.0		27.9		33.95

 α : 吸音率表 3 残響時間試算結果 (残響時間の計算)
(室容積 V : 400 m³, 総表面積 S : 360 m²)

	周波数 (Hz)					
	125	250	500	1 K	2 K	4 K
室内表面吸音力 ($\sum \alpha A$)	14.3	20.65	24.4	30.0	27.9	33.95
平均吸音力 ($\bar{\alpha}$)	0.04	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09
空気による減衰量 (m)	---	---	---	---	0.003	0.006
残響時間 (RT)	4.4	2.9	2.5	2.1	1.9	1.5

$$\bar{\alpha} = \sum \alpha A / S$$

$$RT = \frac{0.161 V}{-S \log_e (1 - \bar{\alpha}) + 4 m V}$$

ションボードを除き 0.01 ~ 0.1 の範囲内にありました。インシュレーションボードはほかの材料に比べ比重が小さく (空隙が大きい)、かつ表面が毛羽だっているため吸音力が大きくなったものと考えられます。

5. 木材を多用した場合の残響時間の試算

木材を内装材に多く用いられるケースが増えていきます。しかし、その場合よく残響し過ぎて人の声ははっきり聞き取れないということがよくあります。そこで、今回の試験結果を用いて残響時間の試算をしてみましょう。もちろん、前述のように垂直入射吸音率は実際の吸音率ではありませんので、参考程度に考えてください。

ここで、部屋を 10m x 10m x 4m として床をナラ材、壁、天井をカラマツ材で仕上げてあり、中にいす 50 脚と人が 25 人いると仮定してみましょう。計算過程と結果を表 2・3 にまとめました。残響時間をみると 500 Hz で 2.5 秒と長く図 2 に

1989年6月号

示したどの用途の最適残響時間よりも長くなってしまいます。計算の仮定は条件を単純にしていますので、壁、床、天井の構造や施工方法、表面の仕上げ条件などによって残響時間は変わってきますが、無計画に木材ばかりを使用し過ぎると講演

会場や待合室など、話やアナウンスを聞く場所ではあまり良い結果にはならないことが予想されます。

6. おわりに

木材の音響特性を吸音率について調べてみました。その結果、木材はあまり吸音力がないことがわかりました。このことを参考にして部屋の用途にあった木材の使用量を考える必要があります。また、現在木材の長所としての音響特性を見直す時期にきていると思います。そのため、これからその特性を詳しく知ることにより、有効な木材の使用方法を開拓することが可能である、と考えられます。

(参考文献)

1) 建築音響：前川純一，共立出版，1986。

(林産試験場 性能開発科)