

木質系材料の吸音率と透過損失について

高橋 徹^{※1}・田中 千秋^{※1}・池上 優一^{※1 ※2}
瀬沼 勲^{※3}・岩重 博文^{※3}

Akira TAKAHASHI, Chiaki TANAKA, Yuichi Ikegami,
Isao SENUMA and Hirofumi Iwashige

On the Sound Absorbing Coefficient and Transmission
Loss of Wood-base Materials

I はじめに

わが国の建築着工床面積は、Fig. 1 に示されるように¹⁾²⁾、著しく拡大し、この10年間で3倍に達した。1969年には居住用建築床面積は木造建築の床面積を抜き、非木造建築(=総計-木造建築床面積)が居住用に大きく寄与している。しかし、非木造建築物であっても居住用の場合には、Table 1 に示すように木質系材料が多く用いられている。いずれにしても莫大な建築量に対応する木材の供給は日本国内で賄い切れず、その消費量の半分以上を輸入にたよっている現状である。しかも諸外国においても木材資源が枯渇していく状態である。

上述から明らかなように、従来の工法や材料の選択に固執しては、さらに増加するであろう莫大な建築量を消化し切れない。したがって常に施工が早くて簡素、性質のすぐれた建築材料が求められ、開発が試みられている。

家屋構成部材の性能評価は、居住性、安全性、耐久性、供給性および経済性などの面から検討される。居住性以外の因子も建築物にとって重要であるが、生活の場である居住性については特に関心を払わなければならない。

現在のように、住宅やアパートが建て込み、過密化していることと、これからのプレハブ住宅に用いられる枠

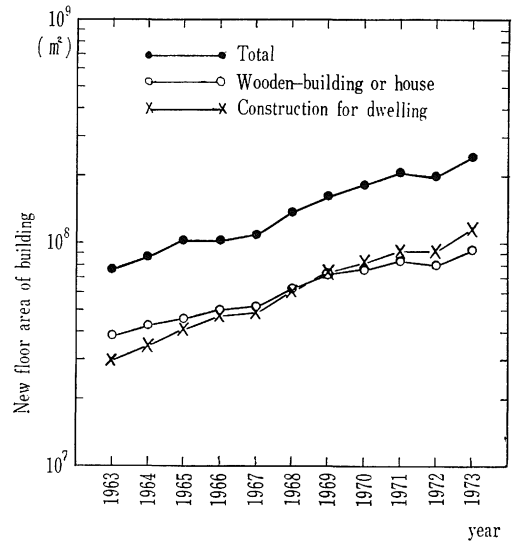


Fig. 1. Floor area of new-build house or building of late years in Japan.

組工法などでは仕切り壁の簡素化によって、騒音が問題になるものと思われる。騒音源としては屋外より来ると、室内より外部へ漏れるものがある。これらの二つの要因に対して、どの材料が騒音対策に適するかは材料の吸音率と透過損失の測定によって、建築音響的に取舍選択出来よう。

この研究は以上の目的で、「木質系家屋の居住性に関する研究」(昭和46年度文部省科学研究費試験研究、代表者後藤輝男)の一環として、「木質系複合材料の吸音率および透過損失の測定」のテーマでおこなったもので

※1 木材加工学研究室
Laboratory of Wood Science and Engineering
※2 ミサワホーム総合研究所
Misawa Homes Institute of Research &
Development, Tokyo
※3 広島大学工学部建築学科
Faculty of Engineering, Hiroshima Univ.

ある。また、本研究を進めるに当って、材料を提供された各メーカーに対し謝意を表する。

II 吸音率と透過損失

壁体に入射する音の強さを I 、入射エネルギーの一部が反射音となって、その強さが R 、壁体中に吸収される音の強さを A 、壁体を透過する音の強さを T 、吸音率を α とすると、反射音以外は吸音と考えられるので、

$$\alpha = 1 - \frac{R}{I} = \frac{A+T}{I}$$

と定義される。

吸音率の測定には 1) 音響管法(管内法) 2) 残響室法の二つの方法があるが、一般には実用によく合う残響室法吸音率 (JIS A 1409) が用いられる。

残響室法による吸音率の算出は Sabine の式より

$$\alpha = \frac{0.162V}{S} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_0} \right) - \alpha_w \frac{S_w}{S} + \alpha_c$$

ここで、 α : 残響室法吸音率、 S : 供試材料の面積 (= 3.3m²)、 V : 残響室容積 (= 32.5m³)、 T_0 : 室内に材料を入れない状態の残響時間、 T_1 : 材料を入れた状態の残響時間、 α_w : 試料をのせる台の吸音率 (ラワン 0.1)、

α_c : コンクリートの吸音率 (~250Hz = 0.01, 250~2,000Hz = 0.02, 2,000Hz~ = 0.03), S_w = 台板の露出表面積 (0.72m²)

よって、

$$\alpha \approx 1.6 \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_0} \right) + \begin{pmatrix} \sim 250\text{Hz} & -0.01 \\ 250 \sim 2,000\text{Hz} & 0 \\ 2,000\text{Hz} \sim & +0.01 \end{pmatrix}$$

の式を用いて計算した。この式の係数 1.6 は JIS A 1409 に定められた式の係数と合う。

吸音率の測定方法は、Fig. 2 (a) に示すように、一

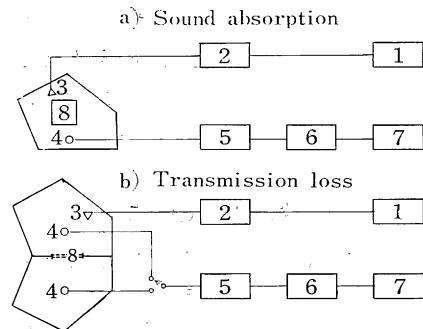


Fig. 2. Instrumentation system and equipment used to determine sound absorption coefficients and transmission loss by the method in Reverberation Room.

Table 1 Materials used in one bedroom except cement, glass, tile, etc. (estimated unit Kg)

		Iron & steel	Aluminium alloy	Lead & Copper	Woods	Fibers	Plastics	Note
Building	Construction materials	2724	58		1181		344	
	Arrangements materials	181		32			7	
Household stuff	Boxes, chests	4		1	163			Chest, dresser, sideboard
	Table, chair	41			101	26		Table, desk, bookcase, dinner wagon, sofa, etc.
	Electrical equipment	111	14	17	5		48	Refrigerator, washer, cleaner, sewing-machine, etc.
	Heater	8		2	3			Oil or gas heater, electric
	Hardwear	10	20				10	Heater, pan, etc.
	Books & record						15	
	Recreation tools	30	1	3	10	2	5	Ski, golf, toy, etc.
	TV, stereo, piano	19	1	2	64	1	7	Holding rate 30-50%
Automobile	136	3	3			4	Holding rate 20%	

つの残響室中で, 試料の有無による残響時間 T_0, T_1 を, (1) white noise generator で発振させ, (2), (6) $\frac{1}{3}$ octave-band pass filter, (5) sound level meter と (7) high speed level recorder を用いて, 音圧レベルの減衰曲線を記録し, 吸音率を上式より求める。また, 1810×1810mm の寸法の試料 (8) を測定室の中央に高さ約 10cm のラワン角材の上に置く。スピーカー (3) は一定位置に固定し, マイクロホン (4) で, ニカ所の残響時間を測定しその平均を求めた。

次に音の透過率 τ は

$$\tau = \frac{T}{I}$$

T : 隔壁に対して音源側から入射する音響エネルギー

I : 隔壁から受音室側に放射される音響エネルギー

で定義され, デシベル単位で示される。透過損失 TL は

$$TL = 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} = 10 \log_{10} \frac{I}{T} \text{ (dB)}$$

で示される。以上の透過音のエネルギーを直接測定する代りに次式を用いた²⁾。

$$TL = L_1 - L_2 + 10 \log_{10} \frac{S}{A_2}$$

ここで, L_1, L_2 : 音源および受音室内の平均音圧レベル, S : 試料面積, A_2 : 受音室の総吸音力とする。

測定は Fig 2 (b) に示される二つの不整形の測定室で行なう。音源室 A_1 で発音させると, 音は試料 (8) を通って, 受音室 A_2 に達するが, その音圧レベルの差をマイク (4) により指示騒音計 (5) で測定する。試料 (8) は 90×180cm の寸法である。

また透過損失 TL の質量則は次式で計算される。

$$TL = 20 \log_{10} a - 10 \log_{10} [\log_e \{1 + a^2\}]$$

ただし, $a = \frac{WM}{2\rho c} = \frac{2\pi fM}{2\rho c}$, M : 単位面積当りの質量 (g/cm^2) = 面密度, f : 周波数, ρ : 密度, c : 音速, ρc : 空気特性インピーダンス, この式は, 透過損失が壁の単位面積当りの質量と周波数の積の対数に比例することを意味する。また一重壁の透過損失は, 一般に中, 高音域で谷が出来て質量則に一致しない。これがコインシデンス効果である³⁾。すなわち壁体の屈曲波の振幅はその周波数になると, 入射音波の振幅と同じくらい激しく振動するため, 壁体は遮音能力を著しく低下する。このときの周波数が一致周波数 (coincidence frequency)³⁾ といわれる。

Table 2 Tested materials

Materials	Specimen size (mm) (T×W×L)	Weight (kg)	Factory	Trade name and note	Specimen number		
					Sound absorption	Transmission loss	
Plywood	3-ply	4×910×1820	4.1	Daiken kogyo	Lauan plywood		1
	5-ply	9×910×1820	8.8	Daiken kogyo	Lauan plywood		2
	7-ply	18×910×1820	19.7	Daiken kogyo	Lauan plywood		3
	9-ply	24×910×1820	30.4	Daiken kogyo	Lauan plywood		4
Particle-board	Particle-board	12×909×1820	14.8	Nippon novopan	Urea resin	30	5
		12×909×1820	13.8	Nippon novopan	Melamine-urea copolymerization	31	6
		15×909×1820	18.0	Nippon novopan	Melamine-urea copolymerization	32	7
		15×909×1820	21.2	Nippon novopan	Urea resin	33	8
		20×909×1820	21.2	Nippon novopan	Urea resin	34	9
		25×909×1820	28.7	Nippon novopan	Urea resin	35	10
Fiberboard	Hardboard	4×909×1820		Nippon hard-board	Golden board	36	
		6×909×1820		Nippon hard-board	Golden board	37	11
	Insulation-board	12×909×1820		Nippon hard-board	SIT	38	

	Prefinished insulation-board	12×909×1820		Nippon hard-board	1N	39	
		9×303×606		Nippon hard-board	1N "Nagisa"	40	
		9×303×606		Daiken kogyo	9AP 1×2 "Mizukage"	41	
		12×303×606		Daiken kogyo	12DT, sheetoverlay "Kisoji"	42	
		12×303×606		Daiken kogyo	Ceiling tile, evenly spaced holes, "Anaaki"	43	
		12×303×606		Nippon hard-board	S1T, "Karaori"	44	
Mineral fiberboard	Slag-wool	9×303×606		Daiken kogyo	9LF, 1×2B, "Travertine figure"	45	
		15×597×1203		Daiken kogyo	15LF, 2×4, "Travertine figure"	46	
Composite materials	Soundproof floor of plywood	(plywood 9mm + foam styrene 12mm) ×303×1820	8.7	Asahi tokushu gohan			12
		(plywood 12mm + foam styrene 12mm) ×303×1820	11.4	Asahi tokushu gohan			13
	Plasterboard-core-plywood	7×606×1820 (plasterboard 5mm)	7.1	Asahi tokushu gohan	"Fancy Funen"		14
	Particle-board-core-plywood	12×909×1820	14.4	Hokushin gohan	"Star board" veneer thickness : 3mm	47	15
		18×909×1820	21.1	Hokushin gohan	"Star board" veneer thickness : 3mm	48	16
	(Kraibbaum method)	15×909×1820	19.9	Nishinihon mokuzai	3-ply, face & back veneer thickness : each 2.4mm	49	17
		15×909×1820	20.1	Nishinihon mokuzai	5-ply, face & back is 2-ply veneer each 2.5mm	50	18
		18×909×1820	20.1	Nishinihon mokuzai	3-ply,	51	19
		18×909×1820	22.8	Nishinihon mokuzai	5-ply,	52	20
		20×909×1820	22.7	Nishinihon mokuzai	3-ply,	53	21
		20×909×1820	24.0	Nishinihon mokuzai	5-ply,	54	22
		25×909×1820	27.1	Nishinihon mokuzai	3-ply,	55	23
		25×909×1820	29.9	Nishinihon mokuzai	5-ply,	56	24
		30×909×1820	25.2	Nishinihon mokuzai	3-ply, (with holes)	57	25
		30×909×1820	25.8	Nishinihon mokuzai	5-ply (with holes)	58	26
		50×909×1820	30.2	Nishinihon mokuzai	3-ply (with holes)	59	27
50×909×1820		29.9	Nishinihon mokuzai	5-ply (with holes)	60	28	

III 材 料

供試材料のグループ別一覧表が Table 2 である。同表によれば、合板、パーティクルボード、ファイバーボードなどの木質系材料が大半であるが、他に鉱物質系材料も若干含まれている。これらの材料は音響関係の分類によれば、板状材料³⁾⁴⁾⁵⁾または成形天井吸音板⁸⁾である。

IV 結果と考察

1. 吸音率

Fig. 3 に残響室法吸音率の周波数依存性を次のグループ別に示す。

吸音 I : パーティクルボード系

吸音 I-1 : パーティクルボード (日本ノボパン工業製) …… 3 層構造

吸音 I-2 : パーティクルボードコア合板 (北新合板製) …… パーティクルボードの両表面に単板 (3mm) を接着したもの。

吸音 I-3 : パーティクルボードコア合板 (西日本木材工業製, クライバオム法によるパーティクルボードで厚さの方向に木材片が並ぶ。) …… パーティクルボードの両表面に単板 (各 2.4mm 厚さ), または 2ply の合板 (各 2.5mm 厚さ) が接着されている。

吸音 II : ファイバーボード系

吸音 II-1 : ハードボードとインシュレーションボード (日本ハードボード工業製) …… 表面未加工

吸音 II-2 : 表面加工インシュレーションボード (日本ハードボード工業, 大建工業製)

吸音 III : 鉱物質繊維板系

吸音 III-1 : 表面加工鉱さい綿 (大建工業製)

吸音 I-1, 吸音 I-2, 吸音 I-3 は典型的な板振動型吸音特性⁵⁾を示し, 周波数 100~200Hz では吸音率の分散が大きい, 低音域より中音域になるにしたがって減少し, 中音域でほぼ一定である。3,000~8,000 Hz の高音域になると, 吸音率は増加する。中音域で 10~15%, 他の周波数域でも高々 30% 程度の吸音率で, 吸音材料としてはあまりよくない。

吸音 I では, パーティクルボード整形のさいに用いた接着剤とボード厚さの差について検討した。記号 PKK (ユリア樹脂接着剤) と PMKK (メラミン-ユリア共縮合樹脂接着剤) との間で, 供試接着剤による吸音率へ

の影響はみられない。またボード厚さについても同様に吸音 I-2 のように, 板厚さが 50% 増加しても吸音率に差を認めない。

吸音 I-3 の試料も, 吸音 I-1, I-2 と同じ板状型の吸音特性を示すが, No.57~No.60 は板厚面に (板厚さ 30mm のとき直径 12mm, 間隔 18mm; 板厚さ 50mm のとき, 直径 30mm, 間隔 38mm) 円孔があいていることによって, 吸音率の改良が認められる。

吸音 II-1 におけるハードボードとインシュレーションボードの吸音率は, 250Hz 以上の周波数領域で明らかに傾向が異なり, ハードボードは板振動型の吸音特性を示し, 吸音率は 10~30% とそれほど高くはないが, インシュレーションボードは 250~2,000Hz の周波数で吸音率が 30~50%, 5,000~8,000Hz では 80% 以上となり典型的な多孔質型の吸音特性を示す。これは明らかに, インシュレーションボードが多孔質で粗い表面性によるためである。残響室法でおこなわれたインシュレーションボードの吸音率⁴⁾の測定と本実験のデータはほぼ一致する⁶⁾。

吸音 II-2 にはインシュレーションボードに表面加工した天井材料である。試料 No.43 はボード表面に水性塗料を塗布し, 直径 5mm 孔, 13mm 間隔で, 板厚の内部まで孔をあけてある。孔あきのため吸音性能が無孔インシュレーションボード (No.38, 39) より, 表面水性塗布にもかかわらず, 高音域で改良されている。一方 No.40, 41 も同じ孔あきボードである。これらは細孔 (直径 1~2 mm) をもち, 水性塗料による塗装処理がなされているが, No.43 の吸音率ほどすぐれていない。No.40 の細孔数の平均密度は 1.49 個/cm², No.41 のそれは 0.64 個/cm² であり, しかも No.40 の表面にはミズ状の凹凸をつけているため, 高音域で No.40 は No.41 の 1.5~2.0 倍の吸音率を示す。次に No.42 と No.44 は表面にごくわずかな凹凸の模様をつけ, 印刷紙が貼付けられているので, インシュレーションボードの多孔性が失われ, 吸音特性が板振動型になる。

吸音 III-1 には鉱物質繊維質ボード (鉱さい綿) で, ロックウールと同様に, すぐれた吸音特性をもっていることがわかる。ボード表面には水性塗料による塗装が施されているが, 表面の凹凸も大きく多孔質型の吸音特性をもち, 穴明インシュレーションボードの吸音特性に匹敵する。

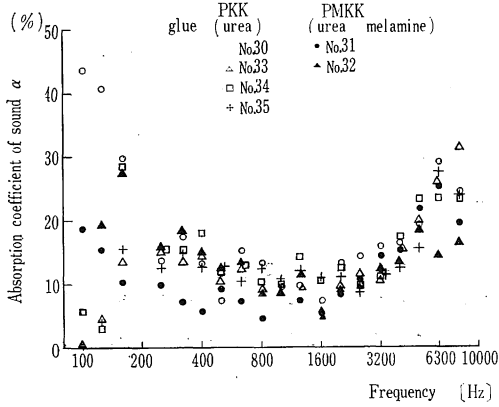
2. 透過損失

Fig. 4 には種類別にした木質材料の透過損失の結果を示す。

透過損失 I-1 (合板) では, 板の厚さ (面密度にな

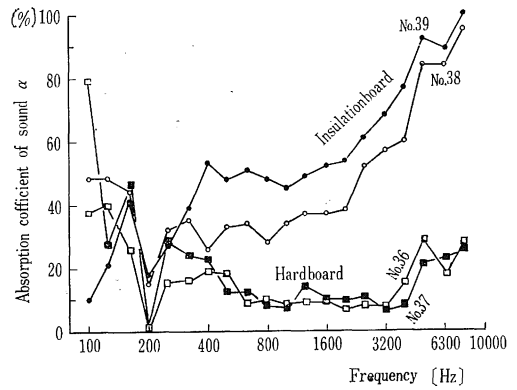
Sound absorption I Particleboard group

吸音 I - 1 パーティクルボード Particleboard (日本ノボラン工業)

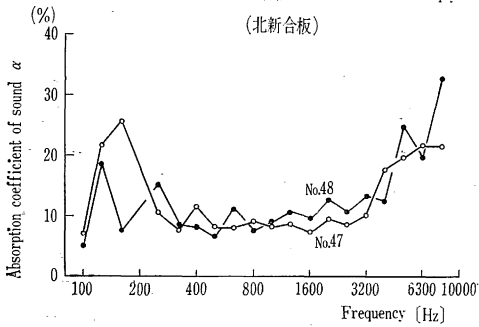


Sound absorption II Fiberboard group

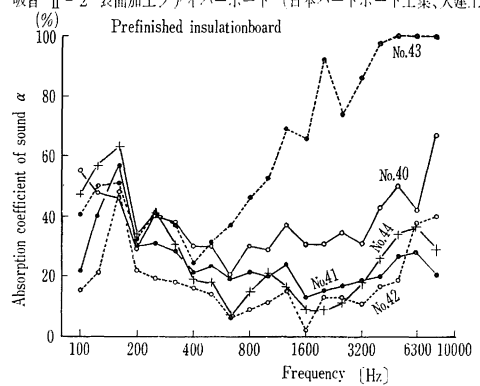
吸音 II - 1 ファイバーボード Fiberboard (日本ハードボード工業)



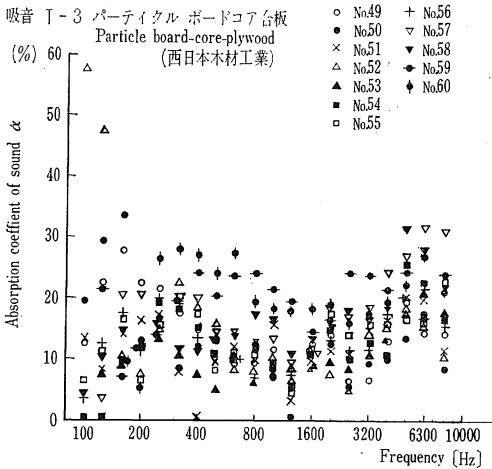
吸音 I - 2 パーティクルボードコア合板 Particleboard-core-plywood (北新合板)



吸音 II - 2 表面加工ファイバーボード (日本ハードボード工業、大建工業)



吸音 I - 3 パーティクルボードコア合板 Particle board-core-plywood (西日本木材工業)



吸音 III - 1 鉱物質繊維板 (大建工業)

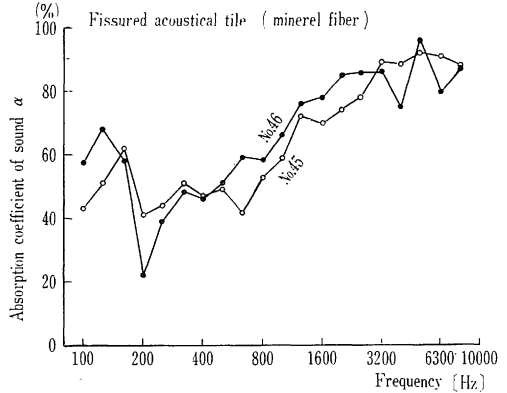
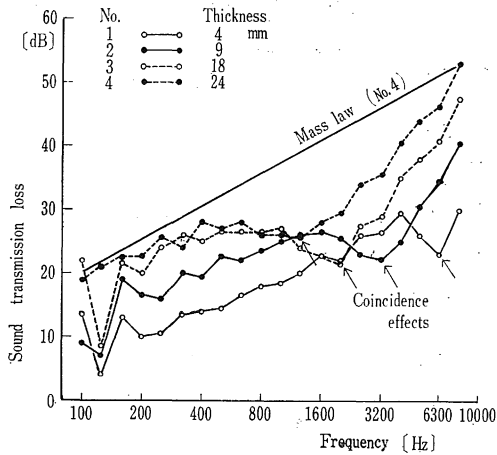
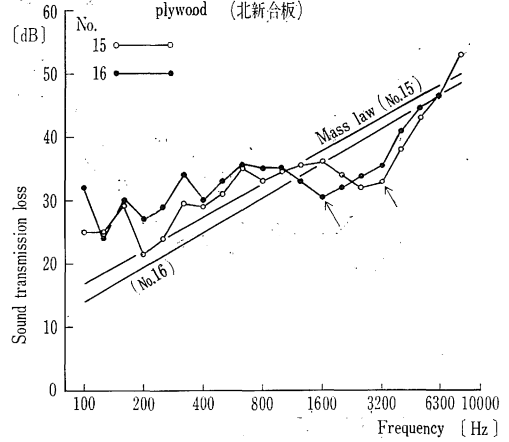


Fig. 3. Sound absorption coefficient of wood-base materials in Reverberation Room.

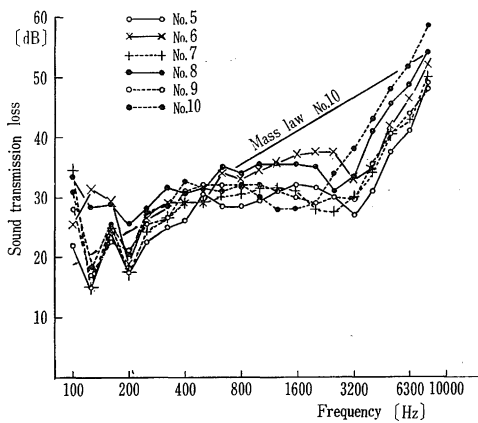
Transmission loss I plywood
透過損失 I - 1 合板 (Plywood (大建工業))



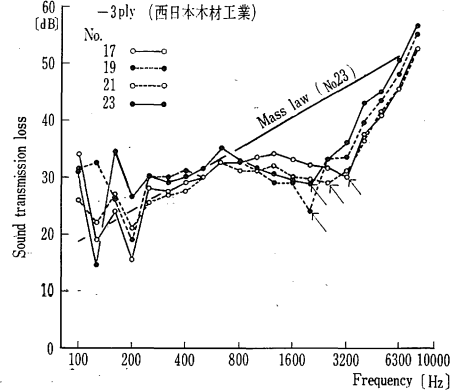
透過損失 II - 2 パーティクルボードコア合板 Particleboard-core-plywood (北新合板)



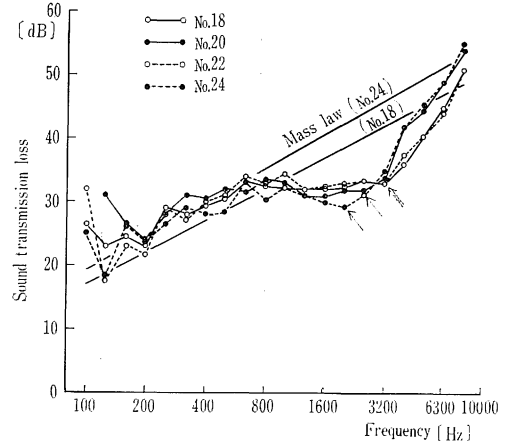
Transmission loss II Particleboard group
透過損失 II - 1 パーティクルボード Particleboard (日本ノボパン工業)



透過損失 II - 3 パーティクルボードコア合板 Particleboard-core-plywood -3ply (西日本木材工業)



透過損失 II - 4 パーティクルボードコア合板 Particleboard-core-plywood 5ply (西日本木材)



る)が厚い程, また高音域程, 透過損失が大きい。また
図中矢印で示されたコイシデンス効果は, 板厚さの厚
い程低音域側に移っている。一例としてNo. 4 の質量法
則で示されるように, 合板の透過損失特性は質量法則よ
り低いので, 質量の割には音を通しやすいことがわか
る。

透過損失II-1 (パーティクルボード) では合板試料
程厚さと重量に差がないため, その傾向はあまり明ら
かでない。低音域はバラツキもあるが, 400~3,000Hz の
中音域では平坦部をもち, その後の高音域では急速に
透過損失を増加している。コイシデンスは, 2,000~
3,200Hz にみられる。

透過損失II-2, II-3, II-4, II-5 (パーテ
ィクルボードコア合板) は透過損失II-1 とほぼ同じ傾向

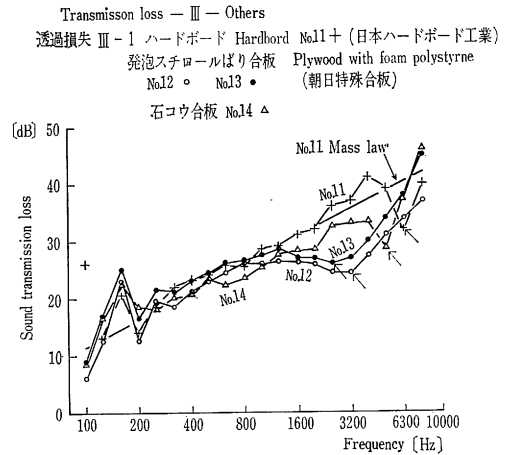
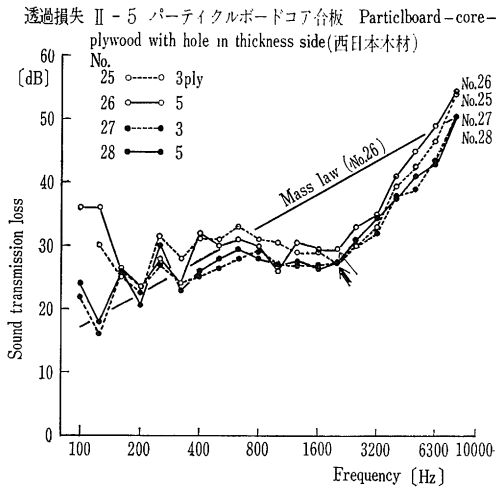


Fig. 4. Sound transmission loss of wood-base materials.

がみられる。たゞ透過損失Ⅱ-5は板厚さが大きい、厚さ面に円孔があるため、透過損失は若干低下する。透過損失Ⅱに示した材料の吸音特性(吸音Ⅰシリーズに対応)は、10~30%と低いが遮音特性にすぐれ、1,600~3,200Hzはコインシデンスで質量法則より低くなるが、ほぼ800~1,000Hzより低い音域では良好である。

透過損失Ⅲはハードボード、発泡スチロールばり合板フローア、石膏合板について示した。ハードボード(No. 11)はコインシデンスを示す6,300Hzより小さい音域では、ほぼ質量法則に従い、吸音率はよくなかったが、遮音材料として良好である。発泡スチロールばり合板フローアは同じ厚さの合板と同等の遮音特性を示し、発泡

Table 3 Regression equations and correlation coefficients between transmission loss *TL* and area density *M*

Frequency (Hz)	Regression equations	Correlation coefficients
125	$TL = 1.73 + 17.37 \log M$	0.481 *
160	$TL = 17.85 + 5.96 \log M$	0.215 N. S.
200	$TL = 5.32 + 14.43 \log M$	0.783 **
250	$TL = 4.74 + 19.82 \log M$	0.898 **
320	$TL = 10.84 + 14.76 \log M$	0.723 **
400	$TL = 10.22 + 16.51 \log M$	0.826 **
500	$TL = 13.67 + 14.14 \log M$	0.782 **
630	$TL = 13.96 + 15.57 \log M$	0.742 **
800	$TL = 17.29 + 12.07 \log M$	0.688 **
1000	$TL = 20.64 + 8.92 \log M$	0.506 **
1250	$TL = 23.60 + 5.99 \log M$	0.368 N. S.
1600	$TL = 26.28 + 3.32 \log M$	0.217 N. S.
2000	$TL = 25.17 + 4.05 \log M$	0.245 N. S.
2500	$TL = 24.75 + 6.00 \log M$	0.389 *
3200	$TL = 21.59 + 10.06 \log M$	0.577 **
4000	$TL = 21.06 + 15.43 \log M$	0.710 **
5000	$TL = 18.42 + 21.05 \log M$	0.854 **
6300	$TL = 15.68 + 26.66 \log M$	0.894 **
8000	$TL = 22.36 + 26.50 \log M$	0.896 **

* Significant at 5 or 10 percent level
 ** Significant at 1 percent level

スチロールによる改良は認められない。これはむしろ、板の制振性を改良するものと思われる。石膏合板はハードボードと類似の傾向を示す。

以上の28個の試料を用いて、面密度 M と透過損失 TL の関係が Fig. 5 に示される。同図によれば、160, 1250, 1600, 2000Hz の周波数を除く他の周波数では Table 3 のように面密度と透過損失とは直線関係がみられる。アルミ板、鉄板、塩ビ板では⁷⁾、125~2,000 Hz の音域で相関がよく、高音域で相関が失われるのに反して、木質系材料では特に 1,250~2,000Hz の音域で相関を失なう。

Table 3 または Fig. 5 における回帰式のこう配 $\frac{\partial TL}{\partial M}$ と周波数の関係を Fig. 6 に示す。木質材料では周波数 1,250~2,000Hz における $\frac{\partial TL}{\partial M}$ が低くて相関もない。

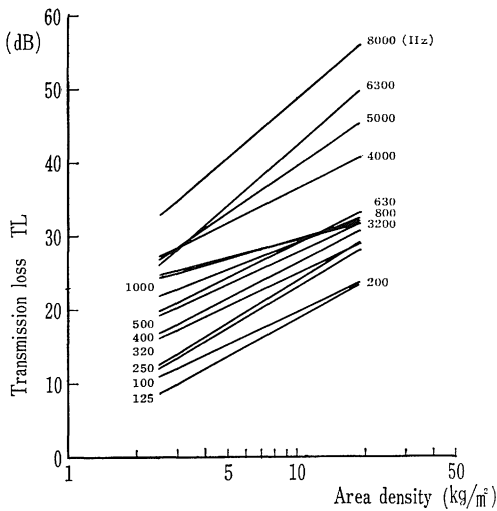


Fig. 5. Relationship between area density and transmission loss of wood-base materials.

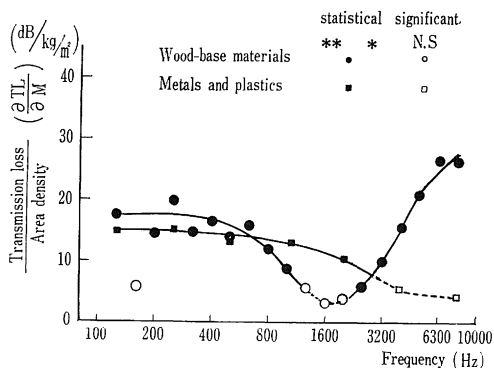


Fig. 6. Dependence of the ratio $\frac{\partial TL}{\partial M}$ on frequency.

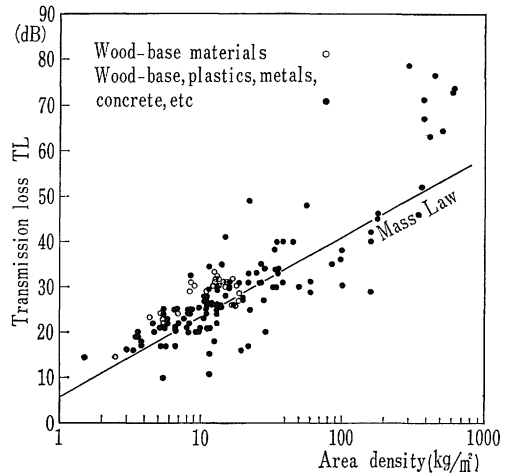


Fig. 7. Transmission loss vs. area density.

この領域にコインシデンス効果を示す周波数と一致し、両者の間に何らかの関係があるものと思われる。この領域で透過損失が木質材料の面密度に依存しないことを示している。これに対しアルミ板、鉄板、塩ビ板のそれは 4,000Hz 以上の高い周波数に対して、透過損失が材料の面密度に依存しないことを示している。両材料の特性のちがいが明らかに出ているものと思われる。

透過損失の面密度に対する関係で、安定した周波数である 500Hz* を用いて、木質系、無機系、プラスチック系、金属系、コンクリート系などのあらゆる材料の透過損失一面密度の関係³⁾⁴⁾を Fig. 7 に示す。同図中に本実験で得た木質材料の特性は大半の材料が質量則より上にあり、重量が軽い割に透過損失がすぐれていることを示している。

建築基準法の遮音条項(建築基準法施行令第22条)の関係から、共同住宅や長屋の各戸の界壁は耐火構造物の使用指定のため、木質材料の壁使用が除かれているが、単体の木質材料では遮音性能の点からも適用出来ない。しかし木質材料を複合構造にすることによって、さらに透過損失を改善することが可能であり、軽量構造の住宅の間仕切りには木質材料がやはり面密度一透過損失の点でも適していることがわかる。

結 論

木質材料の建築音響特性について検討した結果、次の結論が得られた。

吸音率について

1) 吸音率は材料の表面状態に左右され、表面に凹凸、割れ、穿孔などのある場合に良好である。

* この周波数で透過損失の値を比較するのが慣行でもある。

2) パーティクルボード, パーティクルボードコア合板, ハードボード, 印刷紙コートのインシュレーションボードは吸音率が低く, 板振動型の挙動を示し, 1,000~3,000Hz を谷とするが, 高音域になると吸音率は増加する (Fig. 3).

3) 穴あきインシュレーションボード, インシュレーションボード, 鉱物質繊維板等の吸音ボードは低音域 (200~800Hz) で谷となるが, 高音域に移るに従って, 吸音率は増加する.

4) 厚み面に穿孔のあるパーティクルボードコア合板は無孔のパーティクルボードコア合板, パーティクルボードよりも吸音率が高い.

透過損失について

1) 周波数が高い程透過損失が大きく, 遮音性がよい.
2) 木質材料では 1,000~3,000Hz にコインシデンス効果と思われる谷が存在する. 他材料と同様に, コインシデンス効果は, 厚みが小さなものほど, 高い周波数に生じる.

3) 木質材料の重量の大きいほど, 透過損失が大きく, また質量則に沿う傾向を示す. 大半の木質材料の透過損失は質量則による計算値より良好で (500Hz での比較), 建築材料中では, 重量の割に遮音性能がすぐれているので, 木造建築や軽量建築物に用いるとよい (Fig. 7).

4) 合板の透過損失は質量則による計算値より低い. 透過損失の厚さ効果が顕著である (Fig. 3. I-1).

5) パーティクルボード, パーティクルボードコア合板はほぼ同じ透過損失の特性をもち, 遮音性能は合板よ

りも良好である.

6) 発泡スチロールばり合板の透過損失の特性は同厚の合板と同じで, 発泡スチロールの影響はみられない.

7) ハードボードと石膏合板の透過損失の特性はほぼ同じであるが, 両者ともほぼ同じ厚さの合板よりもすぐれている.

8) 透過損失 TL に対する面密度 M の依存性は周波数で異なり (Fig. 5), しかも特性 $\frac{\partial TL}{\partial M}$ の周波数依存性は木質材料と鉄板等では異なる (Fig. 6).

引用文献

1. 建設省編: 建設白書, 大蔵省印刷局, 東京, 1973, p. 資63
2. 建設省計画局: 建設統計要覧, 大蔵省印刷局, 東京, 1973, p. 13
3. 日本音響材料協会編: 建築音響工学ハンドブック, 技報堂, 東京, 1973, p. 207-412
4. 日本音響材料協会編: 騒音対策ハンドブック, 技報堂, 東京, 1973, p. 273-373
5. 前川純一: 建築学環境編3 建築音響, 共立出版, 東京, 1972, p. 53
6. GODSHALL W. D. and DAVIS J. H.: U. S. D. A. Forest Service Research Paper: FPL 104, 1969
7. 伊藤 毅: 騒音制御工学, コロナ社, 東京, 1973, p. 240
8. 子安勝: 建築用吸音材料, 技術書院, 東京, 1973, p. 41

Summary

This paper deals with the experimental determination of the acoustical properties, that is, the sound absorption coefficient and the transmission loss, of wood-base materials in Reverberation Rooms. Descriptions of all materials measured are given in Table 2.

The characteristics of sound absorption for the materials tested are shown in Fig. 3 and those for transmission loss are shown in Fig. 4.

From these measurements of acoustical properties for wood-base materials, the following conclusions can be drawn ;

On the sound absorption coefficient ;

1) The sound absorptions of materials depend upon the surface state of panels. All of the roughed-, perforated-, fissured-, and holed-faced panel materials studied have relatively high absorption coefficients as shown in Fig. 3.

2) Smooth-faced panels, such as particleboard, particleboard-core-plywood, hardboard, and insulation board with glued printed paper, are shown to have relatively low absorption coefficients and behave as vibrating panels.

3) Acoustical materials with absorption properties, that is, the insulation board with no-holes or holes and the mineral fiberboard, have a low level sound absorption coefficient in the low frequency range, but this increases at higher frequencies.

On transmission loss ;

1) The transmission loss pattern for the wood-base materials increases with an increase in frequency.

2) It seems likely that the phenomenon of the dropping tendency was due to the coincidence-effect ranging from one to three KHz (arrow marks in Fig. 4) in wood-base materials.

3) Wood-base materials show a tendency to follow the equation of the mass law, but the wood-base materials tested, except plywood, exhibited greater transmission loss properties than the values calculated from the mass law (at 500Hz). This means that wood-base construction materials are more effective in sound isolation than a similar weight of other materials. Wood-base materials offer advantages to the user in light frame and other wooden constructions.