

音の減衰・遮音・吸音

松井昌幸*

音源から出た音はその伝搬径路において次のような各種の原因によって減衰する。一般的に考えられるものは距離減衰であり、音源の形状によって異なる。伝搬径路が長くなると空気による減衰を考えねばならぬ。また地表に沿っての伝搬では樹木や草、家屋、地形の影響を受ける。気象の影響としては気温の垂直分布、風などについて考える必要がある。

一方、特に伝搬径路の途中に家屋や塀のような障害物がある場合には、これを障壁（塀）による遮蔽効果とよび、騒音防止のためよく利用される。また樹木や草による吸収減衰も積極的に利用される場合もある。

音源が建物や防音カバーの内部にあるような場合には内部の吸音処理の程度により音圧レベルが低下し、さらに建物やカバーの壁の材質に応じた遮音効果により外部へ放射される音は小さくなる。

1. 音波の距離減衰

音は音源からの距離から遠くなるほど減衰量が大きくなるのが一般的性質であるが、これは音源が点音源、線音源、面音源であるかによって異なってくる。また理想的な音源形状と、現実の音源形状ではかなり異なったものとなる。

音源が点音源の場合、音源からの距離 r_1 、 r_2 の2点の音圧レベルを L_1 、 L_2 とすると2点間のレベル差は

$$L_1 - L_2 = 20 \log_{10} \frac{r_2}{r_1} \text{ (dB)} \dots\dots\dots (1)$$

となり、音圧レベルの差は r_2/r_1 によってきまる。上式の関係は逆自乗則とも呼ばれ、 $r_2/r_1=2$ の場合は 6 dB の減衰となるので倍距離 6 dB の減衰と称し、-6 dB/D.D. (D.D.; 倍距離で Double Distance の略) とあらかずこともある。

線音源の場合は

$$L_1 - L_2 = 10 \log_{10} r_2/r_1 \text{ (dB)} \dots\dots\dots (2)$$

となり、-3 dB/D.D. の減衰となる。

面音源の場合は平面波となって距離減衰は 0 となる。以上の関係を音源から 1 m の位置で 80 dB (ホンでも同じである) として示すと 図-1 のようになる。

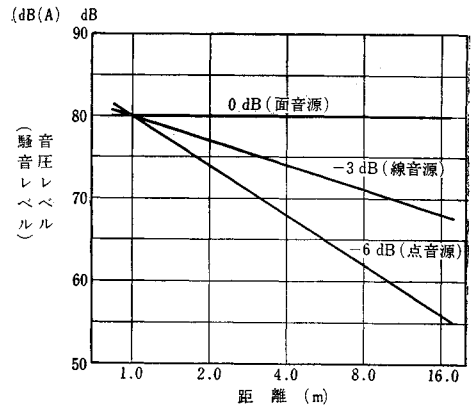


図-1 音源形状による距離減衰

図-1 は理想的な音源形状について理論的に考えた場合であるが、実際の音源は線音源、面音源はある長さ、ある面積を持つので近似的に次のように考えることができる。

図-2 に示すように長さ a の線音源があった場合、中心から垂直方向への距離減衰を考えると、線音源の近くでは明らかに線音源としての減衰性状を示し、 a/π の距離以上になると点音源としての減衰をする。これを図示したものを同図下に示す。この場合、任意の点 r_0 における測定値がたとえば 80 dB (または 80 dB(A) となると縦軸に音圧レベル (または騒音レベル) を目盛ることができ、これにより他の任意の点のレベルが容易に求められることになる。

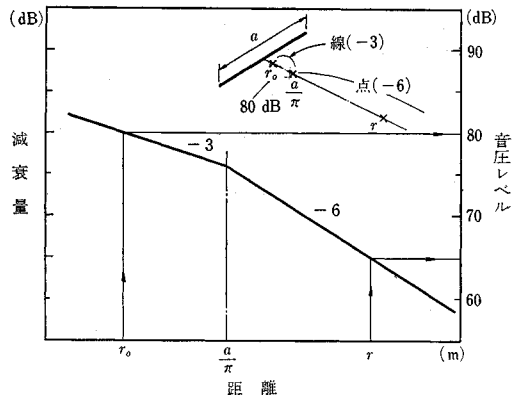


図-2 線音源の距離減衰

* 工博 東京工業大学教授 工学部建築学科

また図-3において L_1 が既知のときは (2), (1) 式から

$$\left. \begin{aligned} L_1 - L_a &= 10 \log_{10} (a/\pi) / r_1 \\ L_a - L_2 &= 10 \log_{10} r_2^2 / (a/\pi)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

となり、両式から $\log_{10} \pi \approx 0.5$ として

$$L_2 = L_1 - 10 \log_{10} \frac{r_2^2}{r_1 \cdot a} - 5 \dots\dots\dots (4)$$

として計算によって求めることもできる。

面積 $S = a \times b (a < b)$ なる面音源の距離減衰は図-4に示すように、音源の垂直線方向の距離減衰は、音源の近くでは a/π まで面音源として減衰し、 $a/\pi \sim b/\pi$ 間は線音源として減衰し、 b/π 以上となると点音源としての

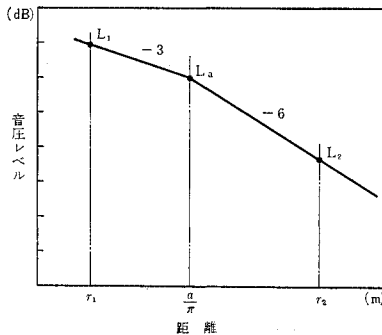


図-3 線音源の距離減衰の計算

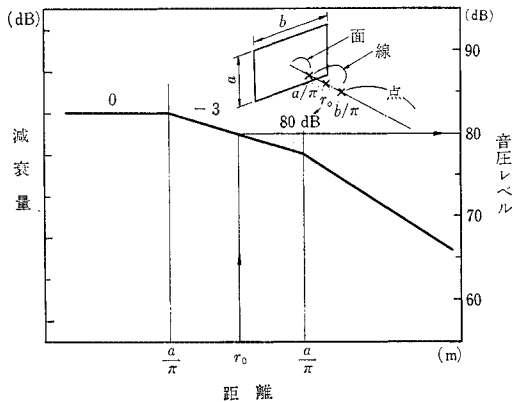


図-4 面音源の距離減衰

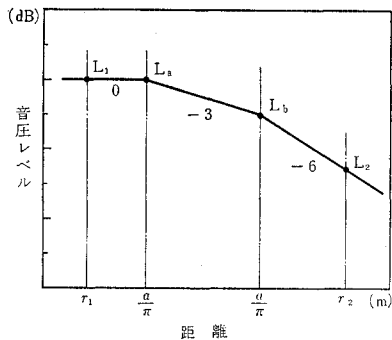


図-5 面音源の距離減衰の計算

減衰性状を示す。これを図示すると同図下方のようになる。任意の距離 r_0 で 80 dB であれば前と同様に SPL の目盛りを描くことができる。

計算で L_1, L_2 の関係を求める場合は、 $L_1 = L_a$ として前と同様に

$$\left. \begin{aligned} L_1 - L_b &= 10 \log_{10} (b/\pi) / (a/\pi) \\ L_b - L_2 &= 10 \log_{10} r_2^2 / (b/\pi)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

この両式から $a \times b = S$ として

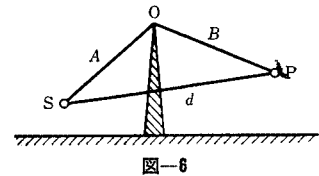
$$L_2 = L_1 - 10 \log_{10} \frac{r_2^2}{S} - 10 \dots\dots\dots (6)$$

として計算によって求めることもできる。

2. 音の伝搬経路における遮蔽効果

前項の距離減衰は屋外における減衰である。音の伝搬経路に障害となるような塀や建物など（一般に障壁と呼ぶ）があると、距離減衰のほかにこれらの障壁による減衰効果（遮蔽効果）がプラスされる。この障壁による遮蔽効果は騒音防止対策の手法として積極的に使われている。詳細は騒音防止の項で述べられるはずなので簡単に述べる。

図-6 に示すように音源 S と受信点 P の間に頂点 O の塀（普通の塀では塀の厚さを無視して図のようなナイフエッジの塀を考える）を建てた場合を考える。この場合、塀があるための直接音との音の行程差 δ は



$$\delta = A + B - d \dots\dots\dots (7)$$

となる。この δ から

$$N = \delta \cdot \frac{2}{\lambda} = \delta \cdot \frac{f}{170} \dots\dots\dots (8)$$

を求める。ただし f はオクターブバンドの中心周波数をあらわすものとする。この N を使って図-7から遮蔽効果 $4L$ がオクターブバンドごとに求められる。求

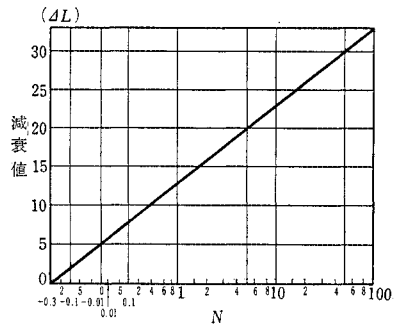


図-7 塀による遮蔽効果の計算

めた $4L$ は距離による減衰効果に加えるべきものであり、ともに周波数ごとに計算する必要がある。塀の使用にあたって特に注意すべき点は

① 図-7 は点音源、無限長障壁の場合の減衰効果を示すものである。

② 線音減の場合には $(4L-4)$ dB を塀の効果と考える。

③ 塀の有効長さは、塀の高さにもよるが、平面的な音の回り込みを考えて定める必要がある。

④ 塀の材質は $TL \geq 4L$ とする。 $TL=4L$ の場合は最悪の場合 3dB だけ $4L$ が低下する。

⑤ 受音点がコンクリート面上にあるような場合にはもっとも条件の悪い場合に 3dB の低下を $4L$ に見込む必要がある。

⑥ 塀の頂部が無視できない厚さを持つとき（建物や築堤等）は、その頂部の両端をそれぞれ S, P と結んだ延長線の交点に 図-6 の O 点があるものとする。

⑦ 音源が塀と建物または反射面の間にあり、その間隔が大きくない場合や、塀による反射のため受音点の反対側に問題が生ずる恐れのある場合は、塀を吸音処理することによって塀の効果を設計値どおり期待することができる。

特に ⑦ については、いわゆる吸音塀として交通騒音対策に今後積極的に利用されるものと考えられる。

3. 音の伝搬に対する各種の影響

前項に述べた音の減衰は一般に屋外で 100m 程度の距離で考えられるものであり、塀の効果も大きな距離ではあまり期待できない。

音の伝搬距離が大きくなると最初の項で述べたように各種の効果が距離減衰の効果に加わり、きわめて複雑な減衰性状を示すことになる。次にこれらのおもなものについて述べる。

(1) 空気による吸収減衰

音の伝搬経路が長くなると、空気による吸収のための減衰をまず考える必要がある。空気による吸収減衰は温度、湿度の影響が大きく、高い周波数の音ほど空気による吸収減衰の量は大きくなる。表-1 に 0°C, 20°C の場合、相対湿度 50%, 70% の場合の 100m あたりの減

衰量を示す。

(2) 樹木、草の影響

音が地表面に沿って伝搬する場合、地表面に樹木や草原がある場合は音の伝搬が妨げられる。道路騒音の伝搬にあたって水田に沿っての減衰は田植直後の水面が見える時期の減衰より、秋の稲が成長した時期の減衰が大きいという測定結果もある。一般に針葉樹よりも広葉樹のほうが減衰効果が大きいといわれており、エゾ松、杉などの場合で 1000 Hz で 3 dB/10 m、背丈 30 cm 程度の草で 0.7 dB/10 m 程度といわれている。

(3) 気象の影響

騒音の伝搬に対する気象の影響としては気温の影響、風の影響があるが、それらの効果ははっきりしないものが多い。地上の温度が上空の温度より低いときは音は上方に屈折し、逆に上空の温度が地上の温度より高い場合（逆転層があるような場合）には音は下方に屈折し、遠隔地点まで伝搬することになる。大規模工場、飛行場の周辺でこの現象が見られる場合がある。

また一般に風上へは音が伝わりにくく、風下へは容易に伝わることは知られているが、これらに関しても詳細な資料はない。

4. 室内（閉鎖空間）における音の伝搬

以上述べたのは屋外での減衰に関するものであるが、工事用のコンプレッサーなどの機械類を防音室に入れたような場合の音はどうかについて述べる。

騒音源のパワーレベルを PWL 、室内吸音力、室定数を A, R 、室内の音圧レベルを SPL とし、音源が床上にある場合を考えると

$$SPL = PWL + 10 \log_{10} \left(\frac{1}{2\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \dots\dots(9)$$

であらわされる。ここで $R = S\alpha / (1-\alpha)$ 、 $A = S\bar{\alpha}$ である。

上式の対数の項は r^2 に逆比例して音圧が低下する直接音と、室定数 R （または吸音力 A ）によって低下する拡散音とから成っている。べつべつに示すと、直接音 (L_r) の項と、拡散音 (L_R) の項は

$$L_r = PWL - 20 \log_{10} r - 8 \dots\dots\dots(10)$$

表-1 空気の吸収による音の減衰 (dB/100 m)

周波数	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz		6000 Hz		
	0	20	0	20	0	20	0	20	0	20	
温度(°C)											
湿度 (%)	50	0.19	0.18	0.55	0.42	1.89	1.04	6.34	2.65	11.34	4.67
	70	0.17	0.16	0.42	0.38	1.32	0.92	4.45	2.31	8.90	3.97

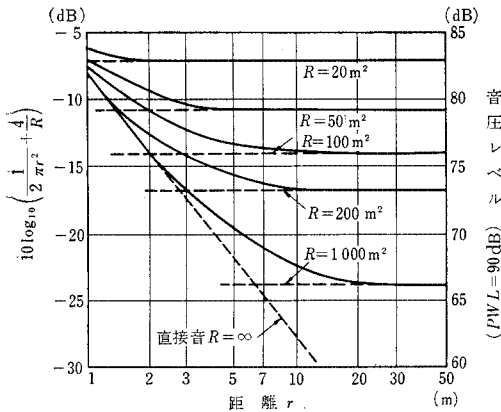


図-8 SPL, PWL, R, r の関係

$$L_R = PWL - 10 \log_{10} R + 6 \dots \dots \dots (11)$$

となり、式 (10) は倍距離 6 dB 減衰の直線を示し、式 (11) は距離に無関係で R によって定まる水平の直線を示す。両式で示される音圧レベルの dB 和を求めると式 (9) を示すことになる。この関係を 図-8 に示す。

図-8 によると R が大きいほど、音源から離れた点の音圧レベルは低下して拡散音場 (音圧一定の音場) となる。しかし防音カバーの寸法は一般にあまり大きくないので直接音の影響を強く受けることになる。しかし同図からも判断されるように、吸音材料は十分に使用する必要があるといえる。

5. 壁の必要遮音量

壁あるいは防音カバーの必要遮音量 (透過損失と考てもよい) は次のごとく求められる。

図-8 から壁際 (通常壁より 1m) の音圧レベルを求め、これを SPL とし、壁の透過損失を TL とすると、必要遮音量 TL は

$$TL = SPL_1 - SPL_0 + 10 \log_{10} S/l^2 - 14 \text{ (dB)} \dots \dots \dots (12)$$

ただし、SPL₀ は受音点の許容音圧レベル、S は壁面積、l は壁から受音点までの距離 (十分に大きい場合) とする。l が小さく受音点が壁のすぐ近くの場合には

$$TL = SPL_1 - SPL_0 \dots \dots \dots (13)$$

として求める。

6. 総合透過損失の計算

壁または防音カバーが 2 種以上の材料で構成されている場合や通気孔や覗き窓などがあるときは、総合透過損失についての検討が必要である。

総合透過損失 \overline{TL} は平均透過率を $\bar{\tau}$ 、遮音壁の面積

を S、各部の透過率、面積を τ_i, S_i 、透過損失を TL_i とすると次式で求められる。

$$\begin{aligned} \overline{TL} &= 10 \log_{10} \frac{1}{\bar{\tau}} = 10 \log_{10} \frac{\sum S_i}{\sum \tau_i S_i} \\ &= 10 \log_{10} \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_i}{\tau_1 S_1 + \tau_2 S_2 + \dots + \tau_i S_i} \dots \dots \dots (14) \end{aligned}$$

7. 遮音・吸音材料

(1) 遮音材料

材料や壁でどの程度音を遮断できるか、その効率をあらわすのに透過損失 (TL) が使われる。材料に入射した音の強さ (W/m²) を I_i、透過した音の強さを I_t とすると

$$\begin{aligned} TL &= 10 \log_{10} \frac{1}{\tau} \\ &= 10 \log_{10} \frac{I_i}{I_t} \text{ (dB)} \dots \dots \dots (15) \end{aligned}$$

と表わされ $\tau = I_t/I_i$ は透過率と呼ばれる。

いま I_t=1, I_i=1/1000=10⁻³ のとき TL=10 log₁₀ 10³=30 dB となる。

遮音材料・構造の遮音性能を考える場合、次のように分類して考える。

a) 一重壁 (一体振動壁とも呼ぶ)

均質で隙間のないと考えられるコンクリート壁、金属板、板ガラス、各種のボード類がこれに属する。このような材料の透過損失は質量則 (Mass Law; ML) であらわされる。近似的には周波数を f (Hz)、材料の面密度を M (kg/m²) とすると

$$TL = 18 \log_{10} f \cdot M - 44 \text{ (dB)} \dots \dots \dots (16)$$

と表わされ、f または M が 2 倍になると TL は約 5 dB 増加する。図-9 に質量則による一重壁の透過損失特性

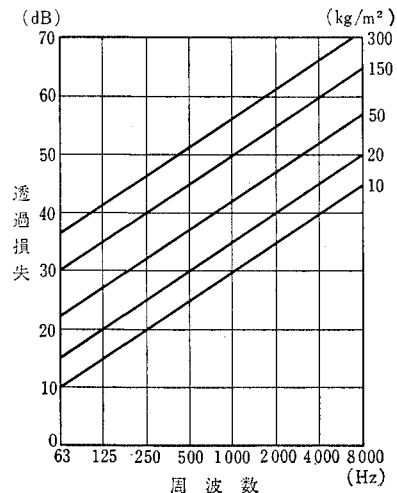


図-9 質量法則による一重壁の透過損失特性 (各線の右端の数字は面密度を示す)

を示す。一重壁の特性を支配する他の要因としてコインシデンス効果と呼ばれる現象がある。これはパネルに音源が斜めに入射した場合に生ずるパネルの屈曲振動の伝搬速度（一般に周波数により異なる）と入射音波の速度（周波数により変らぬ）が一致したときに生ずる一種の共振現象であり、この周波数を限界周波数（ f_c ）と呼び次式であらわされる。

$$f_c = \frac{c^2}{2\pi t} \sqrt{\frac{12\rho}{E}} \dots\dots\dots(17)$$

ただし、 t はパネル厚、 E は同ヤング率、 ρ は密度をあらわす。

b) 二重壁

二重壁は ① 中空二重壁、② 多孔質吸音材を充填した二重壁について考える。

① 中空二重壁：1枚の面密度が $m \text{ kg/m}^2$ のパネルを接近させて貼り 2m のパネルと考えられるような場合には、この二重壁の TL は 2m の質量則に従う。 m による TL を 15 dB とすると、この場合の TL は $15 + 5 = 20 \text{ dB}$ となる。

次にパネルの中間空気層 d を大きくすると二重壁の TL は各パネルの質量則による TL の和に近い間になり、 d が十分に大きくなると TL の和となる。いま m による TL を 15 dB とすると、この場合の TL は $15 + 15 = 30 \text{ dB}$ に近づいた値となる。

このことから同一重量の材料であれば一重壁とするよりも半分の厚さのパネルの二重壁とし d を大きく（10 cm 以上）とったほうが有利となる。

このように二重壁による透過損失も質量則で大体の性質を推定することができるが、このほかに低音域における共鳴透過が二重壁としての透過損失に影響を与える。両面のパネルを $m_1, m_2 \text{ kg/m}^2$ とすると

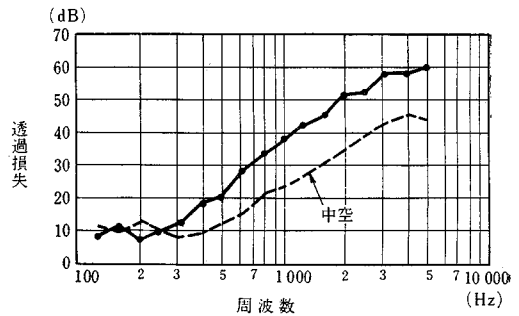
$$f_0 \approx 600 \sqrt{\frac{m_1 + m_2}{m_1 m_2} \cdot \frac{1}{d}} \text{ (Hz)} \dots\dots\dots(18)$$

でこの共鳴透過が表われる。すなわち f_0 を中心として質量則による TL よりも著しく TL が低下し、大きい場合は 15 dB 近くの低下が見られる。

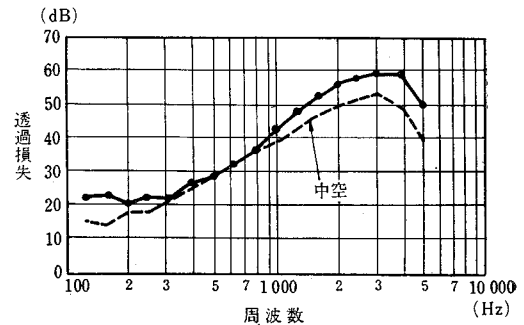
② 多孔質材を充填した二重壁：中空二重壁の空気層に吸音材料を挿入することによって、中間空気層内の音圧低下（ダンピング効果）、全体としての面密度の増加のため透過損失の増加が期待できることは容易に推察される。図-10 にその例を示す。しかし多孔質材を圧縮して充填すると、期待どおりの効果が得られぬ場合もある。図-11 はその一例で、せっかくの二重壁が吸音材の充填によって一重壁としての効果があらわれたものと考えられる。

c) サンドイッチパネル

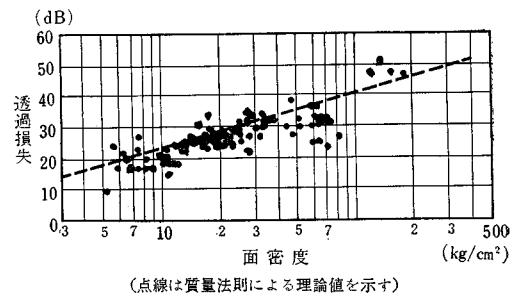
サンドイッチパネルは両面の外皮材と芯材から成る工



(構成：3mm 合板二重壁（間柱共通），中間空気層 45mm，グラスウールボード（25mm 厚）を挿入）
 図-10 多孔質材料を充填した二重壁透過損失特性の例（1）



(構成：7mm 石こうボード二重壁（間柱共通），中間空気層 45mm，ロックウール（50mm 厚）を 45mm に圧縮充填）
 図-11 多孔質材料を充填した二重壁の透過損失の例（2）



(点線は質量法則による理論値を示す)
 図-12 各種サンドイッチパネルの面密度と 500 Hz 透過損失との関係

場生産のパネル材である。サンドイッチパネルは遮音性のほかに断熱性、軽量化、施工性、生産性などの多くの特徴を持つ材料であるため、ある程度遮音性を犠牲にした面もないではない。特に軽量なパネルほど全体としての重量による質量則より低い遮音性を示すものが多い。

図-12 に測定例を示す。

d) 多重壁

三重壁以上の多層壁を称する。一般に明確な設計方針は示されていないが、これまでの各種遮音壁の性質から考えて、③ 各パネルの面密度、および空気層はなるべく同一としない。④ 空気層には吸音材料を挿入する、

⑥ 音の橋を作らない, などの注意が必要であり, 各種の実施例を参考にしてその長所を利用して実施することが必要であるとされている。

(2) 吸音材料

吸音材料は壁やパネルの表面に貼って入射音のエネルギーを吸収するため, または中空二重壁の中間空気層に挿入して遮音性の向上を図ることを目的として一般に使用される。吸音の程度を表わすのに吸音率が使われている。材料に入射した音のエネルギーを E_i , 反射されたエネルギーを E_r とする吸音率 α は次のごとくなる。

$$\alpha = (E_i - E_r) / E_i = 1 - E_r / E_i \dots\dots\dots(19)$$

この α は統計入射音場での値として残響室で測定された値が一般に使用される。

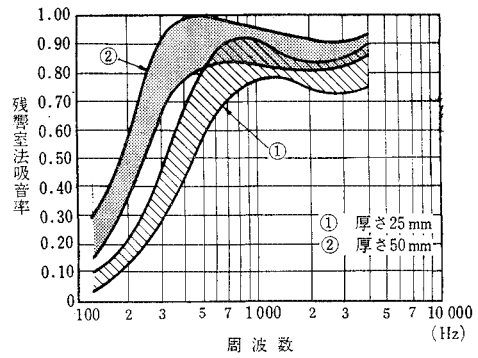
吸音材料については吸音のメカニズムから, ① 多孔質吸音材料, ② 板(膜)状材料, ③ 共鳴型材料または構造壁に分けて考える。

a) 多孔質吸音材料

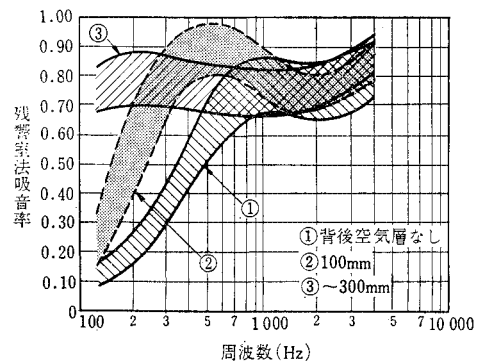
多孔質吸音材料は綿や毛布のような細かい繊維と隙間から成る材料, 細粒などの集合による細かい隙間の多い材料, 気泡が互いに連続した発泡材料などの材料であって吸音性の面からの特徴としては低音域より高音域の吸収が多いということである。

材料の吸音特性に大きな影響を与えるものとして次の点が考えられる。

① 流れ抵抗: 材料を音源が通り抜けるときの抵抗を



(剛壁密着)
図-13 ロックウール吸音特性の厚さによる変化例



(グラスウール厚さ 25mm)
図-14 グラスウール吸音特性の背後空気層による変化の例

表面材の種類	布・レザーの類			板状材料	穴あき板・スリットパネル		塗 装	
番 号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
表面材料	薄 織 布 (鉄網など)	薄 い 膜	厚 布, 厚 い 膜	ベニヤ板 フレキシブル ボード ハードボ ード など	開 口 率 小 (3~20%)	開 口 率 大 (20% 以上)	ペンキ刷毛塗り	ペンキ吹付け
流れ抵抗 (通気性)	小 (大)	大 (なし)	大 (小またはなし)					
表面材と多孔 質材料との組 み合わせ								
吸音特性実線 は多孔質材の 吸音率, 点線 は変化した吸 音率を示す								
特 長	変 化 な し	高音域で吸音 性が少し低下 膜の厚さによ り変化する	高音域の吸音 性低下, 低音 域の吸収増加	高音域の吸収 低下, 低音域 の吸収増加, ③と同じ	開口率, 空気層, 板厚などの変化 によって低音, 中音 の吸収可能	高音域で若干吸音 性低下全般的に影 響少し, ②に似て いる	低音域の吸収が若 干増すが全般的に 吸音性は低下する ③, ④と若干似て いる	低音の吸収が若干 増し, 高音の吸収 が若干低下する, 全般的に変化少し
吸 音 機 構	多 孔 性	多 孔 性 + 膜 振 動	多 孔 性 + 膜 振 動 (ベケシー型)	多 孔 性 + 板 振 動	多 孔 性 + 共 鳴 吸 収	多 孔 性 + 共 鳴 吸 収	多 孔 性 + 板(膜)振動	多 孔 性 + 板(膜)振動

表-2 多孔質吸音材料と表面材料の組合せによる吸音特性の変化

空気の流れに対する抵抗におきかえたものである。グラスウールやロックウールを口にあてて空気を吹き込んだときの抵抗を標準に考えるとよい。多孔質吸音材料の吸音性の判断の簡便な方法として利用することができる。

② 厚さ、流れ抵抗の小さい材料は厚さを増すと吸音性は増加する。図-13 に厚さによる吸音性の変化の例を示す。

③ 材料背後の空気層：材料の厚さを増す代りに背後に空気層を設けると低音域の吸音性が向上する。測定例を図-14 に示す。

④ 表面処理：多孔質材料は機械的強度、外観ともに仕上材料に通さない場合が多いので表面処理を必要とする。表-2 に多孔質材料と表面処理の組合せによる吸音特性の変化を示す。

⑤ 材料使用場所の周囲条件：吸音材料は使用場所の周囲環境によりその特性が変化し、あるいは十分に予定どおりの性能を発揮できない場合がある。環境条件としては、

㉔ 埃の多い場所、㉕ 水分のある場所、湿度の高い場所、㉖ 温度の高い場所、㉗ 高速気流のあたる場所、㉘ ガスのある場所、㉙ 振動のある場所などが考えられる。

最近話題となっている吸音壁は ㉔、㉕、㉗、㉙ の4つの悪条件が同時に重なる場合も考えられ、同時に耐候性も考えねばならぬもっとも困難な使用環境といえる。これらに対しては、それぞれの環境条件の影響を一つずつできるだけ除去して影響が少なくなるように考えねばならない。表-2 に示した表面処理はこの解決法も一部含んでいるものと考えてよい。

いずれにしても多孔質吸音材料、さらにこの中でグラスウール、ロックウールがこれまでの騒音対策の中心となって来た材料といえる。

(3) 板(膜)振動による吸音

板振動材料は低音域の吸収のために音楽堂などの音響施設に利用される場合はあるが騒音防止のためにはあまり積極的には利用されない、効率のよい低音域吸収の機構を持つ材料の開発が進めば交通騒音防止のための利用の道が開けるものと思われる。これらの大体の特性は表-2 に示されている。

(4) 共鳴型吸音構造

ヘルムホルツの共鳴器の原理を利用した穴あき板構造体、スリットパネル構造体に多孔質材料を併用したものがよく使われている。

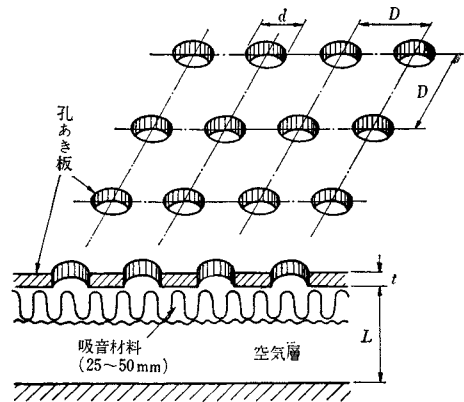
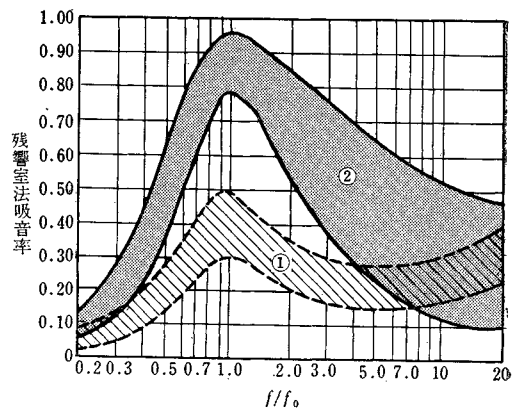


図-15 穴あき板構造体



穴あき板開口率 0.03~0.20
背後空気層 30~300mm

図-16 穴あき板構造体の吸音特性

穴あき板は図-15に示す構造で共鳴周波数は

$$f_0 = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{p}{(t+0.8d)L}} \text{ Hz} \dots\dots\dots (20)$$

ただし c : 空気中の音速 (cm/sec)

t : 板厚 (cm)

d : 穴の直径 (cm)

L : 背後の空気層 (cm)

p : 開口率 $p = \frac{\pi}{4} d^2 / D^2$,

D : 穴のピッチ (cm)

で求められ、吸音特性は図-16のごとくなる。ここで開口率 p は 0.03~0.2 の範囲であり、 $p > 0.2$ では多孔質材料の特性に近い特性が得られるので表-2 ⑥に示したように多孔質材の表面保護材として使用されることもある。

● ソノシート <“音”のよりよき理解のために> ができるまで——会誌編集委員会 ●

今回の特集をとりまとめるにあたって、もっとも留意した点は、物を計量化して取扱うことにありました。とらえにくい“音”という存在を、いかに意識の中に定着させることができるかが大きな課題でした。論議の結果、プラスαとしてソノシートをつけるのが最良の方法であろうと結論されたわけです。経費のねん出に苦労しましたが、年間13冊の学会誌総ページの予算を何とかやりくりすることで製作にふみきました。

初めての仕事であるだけに、多くの困難が伴い、シナリオは何度書き直したかわかりません。各界を代表する編集委員たちの立場を踏まえて、ようやく決定稿を得たのが製作ぎりぎりの6月末、すぐ音あつめ、ダビング、プレスへと、音の世界の再現へに踏み入っていきました。

録音を一手にお引受け下さった東京工業大学建築学科松井研究室の山下恭弘さん、アナウンスの仕事を快くお引受け下さった森下奈美子さん(主婦)、素人作業のわれわれを最後まで

でサポートして下さい朝日ソノラマの皆さんに深くお礼申し上げます。

また、シナリオ作成時には現在AITにおられる肥田野さん、東工大建築の松井教授にもご協力を賜わったことも忘れられません。

ソノシートは、A面で音そのものの基本事項、B面が実際の音による種々の解説の2部編成とし、これらの間を簡明な解説をもってつなぎました。両面合せて10分間という時間的な制約に加えて、第一線の土木技術者の種々の活動に不便をきたさないよう留意した関係から非常に不親切な仕上がりとなるたことが悔やまれます。しかし、今後この方面で活躍される関係者各位のお手許で、いささかなりともお役にたてばと願っております。なお、マスターテープを事務局編集課が保管しておりますので、カセットテープなどへのダビングの便もはかれます。ご利用の向きは、電話(03-351-5130番)にてご連絡下さい。

技術者のための水理学 ● 新刊

佐藤清一 著 日本建設コンサルタント(株)専務取締役・工博
A5判・448ページ・¥2800

本著者の20数年にわたる研空成果と豊富なデータをもとに、水理学の基本的な考え方とその応用としての組立て方について詳しい解明を展開した参考図書である。

■目次——流体の性質/静止流体の釣合いと圧力/面に対する静圧力/浮体/運動の基礎方程式/ベルヌーイの定理と応用/運動量方程式と応用/層流と乱流/損失水頭と流体抵抗/管内の流れ/開水路の流れ/波/付録

コンピュータによる土木工学演習 ● 新刊

大地羊三 監修 法政大学教授・工博
菊判・208ページ・¥1600

土木工学の中で重要と考えられる課題についての例題・類題を各部門ごとに掲げ、図表・変数名・フローチャート・プログラムによって解説した初学者のための入門書

■目次——測量/構造力学/土質工学/水理学/鉄筋コンクリート/シミュレーション/FORTRAN文法概要

森北出版

東京都千代田区神田小川町3の10
電話03-292-2601 振替東京34757

橋梁工学 | 鋼橋編

成瀬勝武・鈴木俊男 著 A5・¥2800
●森北土木工学全書7 【第7回配本】

土木振動学

小坪清真 著 A5・¥2300

水理学 I

椿 東一郎 著 A5・¥1300
●基礎土木工学全書6 【第1回配本】

ボーリングハンドブック

岩松一雄 著 A5・9月上旬刊

多変量解析入門

河口至商 著 A5・¥1000
●数学ライブラリー32 【第32回配本】

情報数学ハンドブック

宮本・松田・松野 訳 菊判・¥4800