

# 木毛セメント板の吸音特性

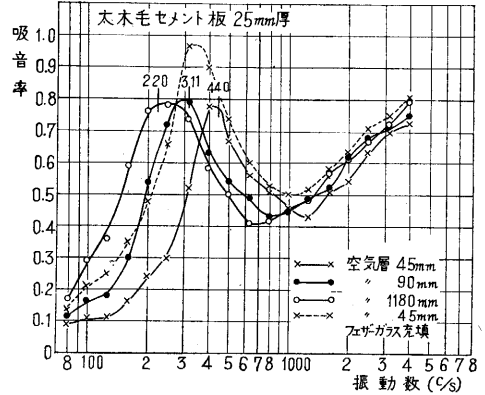
Sound Absorbing Characteristics of Wood Wool Cement Board.

渡辺 要・石井聖光・木村 翔

木毛セメント板は、木毛にセメントをよく混ぜ合わせセメントが良好なノリ状になったのち、これを加圧成形して造った材料で、その原料および製造法、寸法、重量、品質などは JIS A 5404 に規定されており、建築物の内外壁、天井などの下地材または仕上材として相当広く使用されている。特に講堂、映画館、教室、事務室などの室内仕上げには吸音の目的で使われることが多いが、その吸音特性については、多孔質な粗面によって吸収が生ずるというだけで明確なデータがほとんどなく、細木毛、太木毛の別、板厚、背後の空気層厚の変化などによる影響は全く求められていない。そこでこの研究は 12 mm 厚、15 mm 厚、25 mm 厚の太木毛セメント板と細木毛セメント板について、背後の空気層の厚さを 45 mm、90 mm、180 mm に変えた場合、空気層がなく剛壁に密着させた場合の残響室法吸音率を測定し、木毛セメント板の吸音特性を明らかにしたものである。

## 木毛セメント板の吸音特性

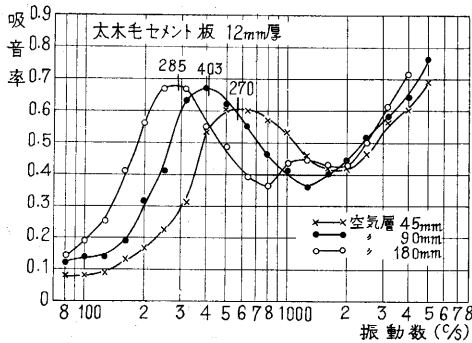
第 1 図～第 3 図は太木毛セメント板、第 4 図～第 6 図



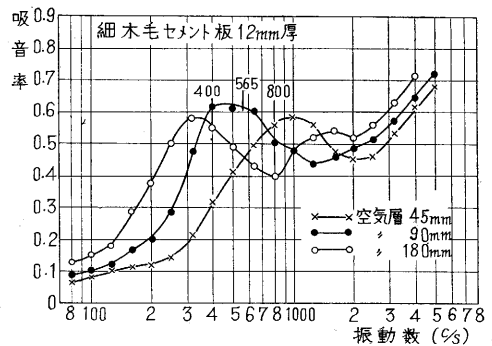
第 3 図

は細木毛セメント板の吸音率測定結果である。

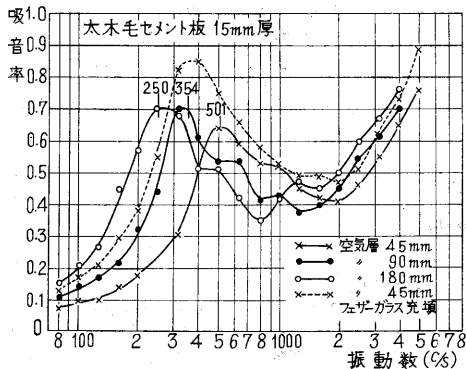
これによると、木毛セメント板の吸音機構は、今までの吸音率表やカタログにあるように、簡単なポーラス面による吸収のみとはいえず、吸音率の山、谷が相当にはっきりと表われ、しかもそのピークが、空気層厚の変化によって規則的に移動しており、背後の空気層に關係し



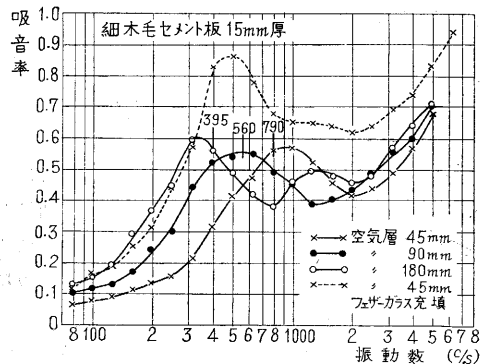
第 1 図



第 4 図

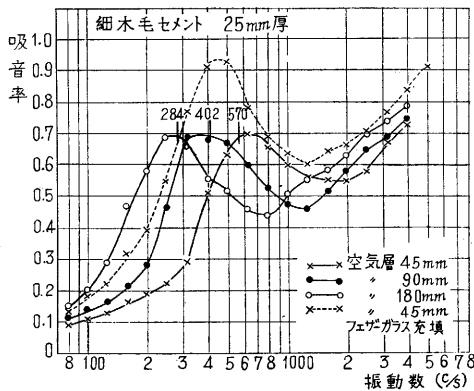


第 2 図



第 5 図

研究速報



第 6 図

た共鳴吸収が生じているらしいことがわかる。ポーラス材の場合にも、空気粒子速度が最大になるところ、すなわち剛壁から  $\lambda/4$  の距離にポーラス材を置いたとき、最大の吸収を生ずるが、この場合のピークは、空気層厚が  $\lambda/4$  に相当する周波数に生じておらず、空気層厚を変えたときも、空気層厚増減の平方根に反比例して移動しているの、その理由は成り立たない。

普通、共鳴吸音体としては、背後の空気層をバネとして表面のマスが振動するというシステムが考えられるが、木毛セメント板は、気密ではなく、パネル自体をマスとして考えることはできない。そこで結局、固い木毛の間隙が、共鳴器の孔のような働きをなし、その間隙の中の空気がマスとして振動するのではないかと考えられる。その場合の共鳴振動数は、その波長が共鳴体のあらゆるデメンジョンに比して十分大きいという仮定のもとに (すなわち  $k_0 L \ll 1$ ) 有名なヘルムホルツの共鳴式

$$k_0 L = \sqrt{\frac{PL}{t + \delta}} \quad (1)$$

によって与えられる。ここに  $P$  は、穿孔板における孔の部分の面積比 (open area ratio),  $L$  は空気層の厚さ,  $t$  は穿孔板の厚さ,  $\delta$  は補正項で結局  $t + \delta$  は、振動する空気のマスを空気密度で割ったものに等しい。(1) 式を書きかえると

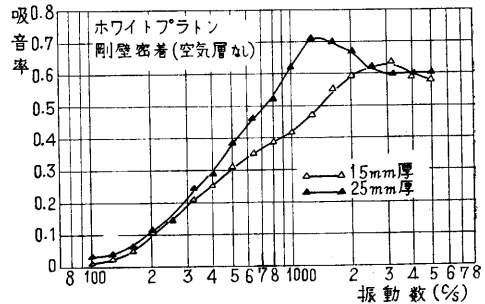
$$f_{res} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{P}{L(t + \delta)}} \quad (2)$$

$P/(t + \delta)$  の  $G$  をおけば、 $G$  は単位面積当りのコンダクティビティとなる。

木毛セメント板の場合、木毛の間隙は、相当複雑で不規則な形をしており、孔の面積比や間隙内の実効長を出すことが困難なので、吸音率のピークに相当する周波数を (2) 式の  $f_{res}$  に入れて  $G/m^2$  を計算すると、6 種類の木毛セメント板についておのおのの平均値が得られる。これを使って共鳴振動数を逆に計算し、測定結果の山の位置と比較すると、太木毛セメント板では  $\pm 4 \sim 7\%$ ,

細木毛セメント板では  $\pm 10 \sim 20\%$  の差で比較的良好一致している。したがってこの  $G$  を使えば、各種の木毛セメント板を実際に施工したとき、その空気層厚に対する吸音率のピークの位置が  $10\%$  内外の精度で計算できることになる。

次に第 1 図～第 6 図から、山の部分における吸音率の大きさ ( $\alpha_R$ ) をみると、板厚が厚くなる程  $\alpha_R$  も大きくなっており、太木毛の方が細木毛よりもやや大きくなっている。その値は、太木毛では 12 mm 厚が 0.65, 15 mm 厚が 0.70, 25 mm 厚が 0.85 位、細木毛では 12 mm, 15 mm 厚が 0.60, 25 mm 厚が 0.70 位で、空気層の厚さにはほとんど無関係である。このピークのあとには  $800\% \sim 2,000\%$  付近に吸音率 0.4~0.5 の谷があり、それ以上の周波数では、また吸収が増加している。これらの測定結果をまとめると第 1 表のようになる。



第 7 図

第 1 表

太木毛セメント板 (3尺×6尺) の吸音特性						
板厚	12 mm (4分)	15 mm (5分)	25 mm (8分)			
重さ	12.9 kg/枚	15.0 kg/枚	24.5 kg/枚			
$G/m^2$	5.03	3.89	3.04			
$\alpha$ 山, 谷	山 0.65 (0.35)	山 0.70 (0.40)	山 0.85 (0.40)			
$f_{res}$	空気層 45 mm	実測値 600% (570)	実測値 500% (501)	実測値 420% (440)	計算値 (570)	計算値 (501)
	90 mm	400 (403)	340 (354)	300 (311)		
	180 mm	270 (285)	260 (250)	240 (220)		
偏差	$\pm 5\%$	$\pm 4\%$	$\pm 7\%$			
細木毛セメント板 (3尺×6尺) の吸音特性						
板厚	12 mm (4分)	15 mm (5分)	25 mm (8分)			
重さ	11.3 kg/枚	14.5 kg/枚	23.2 kg/枚			
$G/m^2$	9.90	9.78	5.00			
$\alpha$ 山, 谷	山 0.60 (0.45)	山 0.60 (0.40)	山 0.70 (0.50)			
$f_{res}$	空気層 45 mm	実測値 1000% (800)	実測値 900% (790)	実測値 630% (570)	計算値 (800)	計算値 (790)
	90 mm	500 (565)	550 (560)	400 (402)		
	180 mm	320 (400)	340 (395)	250 (284)		
偏差	$\pm 20\%$	$\pm 15\%$	$\pm 10\%$			

研究速報

が大)ほど Att. の最大値は大きく、とくに  $D_3 < D_1$  の場合には全体的に Att. が大きくなる。一方  $D_3 > D_1$  の場合には Att. の最大値は低下するが  $kl = n\pi$  付近における Att. を増し、次第に周波数に対してフラットな特性をえがき  $m' = 1$  では周波数に無関係に一定値となる。

供試体 入口断面比  $m = 9$  とし、出口径を次表のように変化させた。ただし、箱の寸法は前報<sup>(1)</sup> A-2-a のそれと等しく  $332 \times 332 \times 750 \text{ mm}^3$  とする (写真 1 参照)。

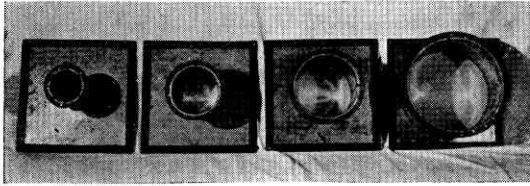
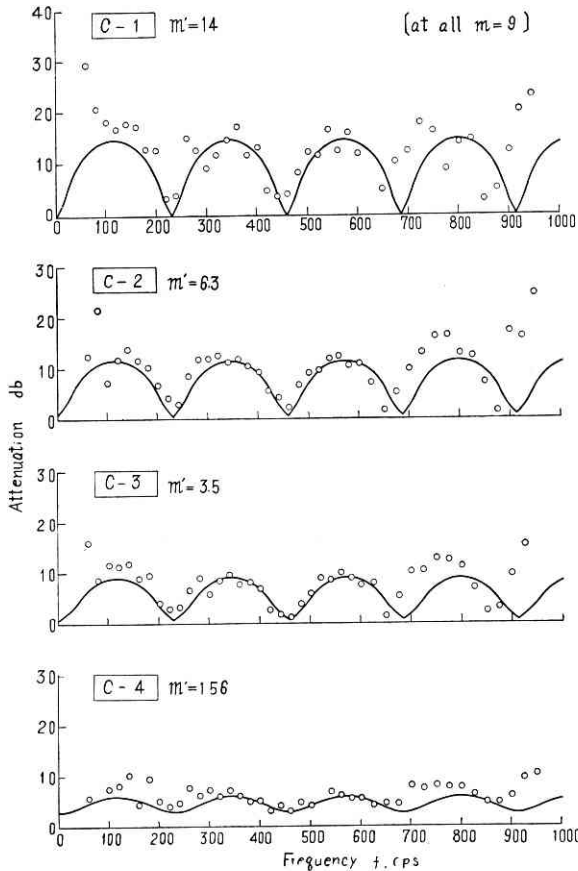


写真 1



第 4 図

測定結果 C-1~C-4 の減衰特性を第 4 図に示す。

いずれの場合も総じて実験値は理論値とよく一致している。ただし周波数の高いところでの特性の週期的変化が理論値にたいしてずれているのは、箱長さの製作誤差によるものである。また 100 cps 以下と 900 cps 以上のと

第 1 表

記号	C-1	C-2	C-3	C-4
$m'$	14	6.3	3.5	1.56
出口径 $D_3$ mm	100	150	200	300

ただし、 $m = 9, D_1 = 125 \text{ mm}$

ここで多少特異の傾向を示しているが、これは使用箱寸法の場合特有のもので<sup>(1)</sup>、箱寸法によって生ずる板の共振などの原因が考えられるが詳細はなお不明である。

(1959. 3. 5)

付記 実験装置ならびに供試体の製作にご協力をいただいた東京新晃工業 K K に感謝する。

文献

- (1) 勝田・後藤・寺沢：生産研究 Vol. 10, No. 12 (1958)
- (2) Davis, D. D. ほか：NACA, Rep. 1192 (1954)
- (3) Davis, D. D.: Handbook of Noise Control (1957) Chap. 21

(22ページよりつづく)

また第 7 図は、木毛セメント板の背面にモルタルをぬって、そのモルタル面を残響室の剛壁面に密着させ、いわゆる打込みの状態に近似させて測定を行った結果である。この場合には木毛板の背後に空気層がないので、ポーラスな表面により、高音にいくにしたがって吸収が増加している。

なお 2, 3, 5, 6 図に点線で示したように木毛板背後の空気層にグラスウールを充填すると吸音率の山の大きさが 1.2~1.4 倍に増大し、その周波数が低音に移動している。これはレゾネーターの場合に空気層にポーラス材をつめると、内側の空気密度が大となって内端部補正項が大きくなり、 $G$  が減少する (すなわち  $f_{res}$  が低音へ移動する) のと同じ現象であり、木毛セメント板の吸音特性が共鳴型のものであることを裏づけているように思われる。

(1959. 3. 30)

正誤表 (4月号)

頁	段	行	種別	正	誤
10	右	13	本文	軟練り, 硬練り	軟練り, 硬練り
12	右	25	〃	軟練り	軟練り
〃	〃	第 12 表	〃	水セメント重量比	水セメント重量化
〃	〃	第 13 表	〃	水セメント重量比	水セメント重量化
13	右	9	文献	Processing, Properties	Processing Properties
〃	右	11	〃	Interior	Inteio
24	右	20	数式	容積 % × sec	厚肉 % × sec