

遮音・通気性能を有する木製ドアの開発（第3報）

木村公久

Development of Wooden door having Sound insulation and Aeration properties (III)

Kimihisa KIMURA

前年度の実験結果から通気性の確保が期待できる通気路形状である「一の字」型を基に、低い周波数帯域における遮音性の向上を図るため、表面材の素材および組合せの検討を行い、試作した供試体による通気ならびに遮音性能評価を行った。

全周波数帯域において遮音性が良好だと思われる表面材の組合せは、MDF2.5t+ハードボード3.5t+制振シート1.5tの組合せであり、音響透過損失は500Hz-14.8dB、1kHz-15.2dB、2kHz-23.2dB、4kHz-38.2dBであった。一般的にフラッシュドアの表面材として用いられているMDF2.5tの供試体と比較すると、500Hzで4.1dBの遮音性の向上がみられたが、寸法安定性および加工性を考慮して芯材の一部にスギを用いたことにより、2kHz以下において遮音等級T-1を下回る結果となった。

1. 緒言

近年、住宅に関する住生活者の質的な要求の多様化にともない、内装ドアおよび建材に対する要求性能は高まっている。内装ドアについては、隣室からの騒音問題やプライバシー保護等の関係により、住生活者からの遮音性向上に関するニーズが高いため、業界としても新たな製品の付加機能として遮音ドア(T-1等級¹⁾)の開発が求められている。住宅内の換気経路となる内装ドアに求められている主な性能は、有効開口面積で100~150cm²の開口を有する通気性²⁾と、通気性を確保したうえでの遮音性である。この他に、施工や蝶番部品への負担を軽減させ、製品の耐久性および安全性を向上させるために軽量化が求められている。これらの性能を兼ね揃えたドアは、特にトイレや寝室用として需要がある。

前年度は通気性の確保に重点を置いた4種類の通気路形状について、試作した供試体により性能評価を行ったところ、いずれの通気路形状においても実寸サイズのドアで100cm²以上の総相当隙間面積が期待できる結果が得られた。しかし遮音性については、コア材にグラスウールを用いた供試体において、中心周波数1.6kHz以上は遮音等級T-1を上回っていたが、1.25kHz以下は下回る結果であった³⁾。そこで今回は、低い周波数帯域の遮音性の向上を図るため、構成する表面材の素材および組合せの検討を行った。

2. 実験方法

2.1 供試体

前年度の供試体は、芯材をグラスウール(32kg/m³)のみで形成させたことにより、表面材とコア材との接着性および表面材の反りの問題がみられたため、今回は寸法安定性を考慮してグラスウールの間に木(スギ)の芯材を入れる構造とした。また通気路形状については、4種類で形状の違いによる通気性および遮音性の目標レベルでの大きな差はみられなかったため、木芯材を入れやすいという加工性を考慮して「一の字」型にした。

供試体の大きさは、トイレ用ドア(外寸:W693×H1,985×D36mm)の上下を約半分に分割した大きさで、全通気部分の1/2を確保でき、かつ今年度新たに導入した隔壁開口調整パネルを用いて簡易に測定を行うためにW600×H890mmとした。空気の流れは、供試体表面の通気孔から入った空気が供試体内部の通気路を通り、裏面の通気孔から出るという流れである。供試体表面の通気孔は、表裏面ともに20×110mmの孔を6ヶ所設け、開口孔の総面積は132cm²とした。また供試体内部の通気路断面は前年度と同様に23.2×110mmとした。供試体の通気路形状の概略図を図1に示す。図中の色塗部分は供試体内部の通気路を示し、斜線部分はグラスウールを配置した箇所を示す。

表面材として用いた材料は、MDF2.5t、MDF5.5t、ハードボード3.5t(以下、HB)、遮音シート1.3tおよび制振シート1.5tである。これらの材料を用い

て10種類の組合せの供試体を試作した。供試体の仕様を表1、試作した供試体を図2に示す。前年度データとの比較のため、芯材をグラスウールのみで形成させたものがNo.1である。また、全ての供試体の枠材にはスギを用いた。なお、通気性を確保するために通気路の厚みは23.2mmに統一したため、供試体の総厚は表面材の構造によって異なる。

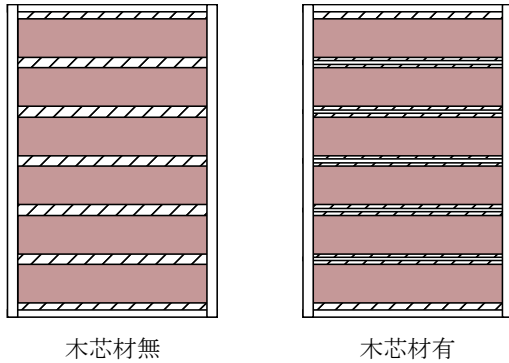


図1 供試体の通気路形状の概略図

表1 供試体の仕様

供試体	木芯材	表面材構造 (表面から内部に向けて)	質量 (kg)
No. 1	無	MDF5.5t	5.24
No. 2	有	MDF5.5t	5.49
No. 3	有	MDF2.5t	3.10
No. 4	有	MDF2.5t + HB	7.04
No. 5	有	MDF2.5t + 遮音シート	5.64
No. 6	有	MDF2.5t + 制振シート	6.01
No. 7	有	MDF2.5t + HB + 遮音シート	9.78
No. 8	有	MDF2.5t + 遮音シート + HB	9.71
No. 9	有	MDF2.5t + HB + 制振シート	9.92
No. 10	有	MDF2.5t + 遮音シート2層	8.31

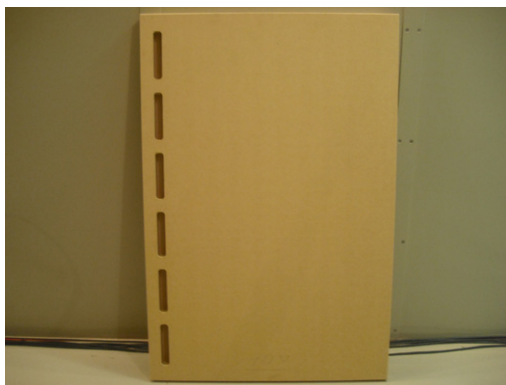


図2 試作した供試体

2.2 通気性能評価

2.2.1 測定方法

測定は、気密性測定器(コーナー札幌株式会社製)を用いた。これは住宅用の気密性能を評価する装置であるが、音響特性評価装置(2.3.1に説明)に供試体を設置して測定することによって、供試体の通気性能を簡易的に評価した。この測定器は、供試体の表裏におよそ10~50Paの圧力差を生じさせ、5点の圧力差とこの時の通気量から隙間の大きさである総相当隙間面積を算出する。

供試体の片側にプラスチックダンボール製の囲いを設置し、この囲いに取り付けた気密性測定器から囲い内へ空気を送り込む加圧法で測定を行った。各供試体につき5回測定を行い、この平均値によって通気性能を評価した。

2.2.2 供試体の設置方法

供試体の設置状況を図3に示す。隔壁開口調整パネルを用いて、供試体を取り付けるためのW900×H900mmの開口を設けた。この開口の中央部に通気測定用の囲いを設置し、左右両側にスギ角材をはめ込んで開口を塞ぎ、供試体を中央部に入れて全体を固定した。なお供試体の通気孔以外からの空気漏れを防ぐため、隙間は油粘土を付けて塞いだ。



加圧側

開放側

図3 通気性能評価測定

2.3 遮音性能評価

2.3.1 測定方法

測定は、音響特性評価装置(株式会社小野測器製)を用い、JIS A 1416⁴⁾に準じて、平成20年度地域イノベーション創出共同体形成事業で確立した測定方法⁵⁾によって行った。音響特性評価装置を図4に示す。この装置は音源室と受音室の2室の残響室で構成され、この隔壁に供試体を設置した状態で、音源室に音を発生させた時の音源室と受音室の音圧レベルを測定することにより、供試体の遮音性能を表す音響透過損失を算出する。なお、各試験室の容積が小さい(音源室:24.8m³, 受音室:

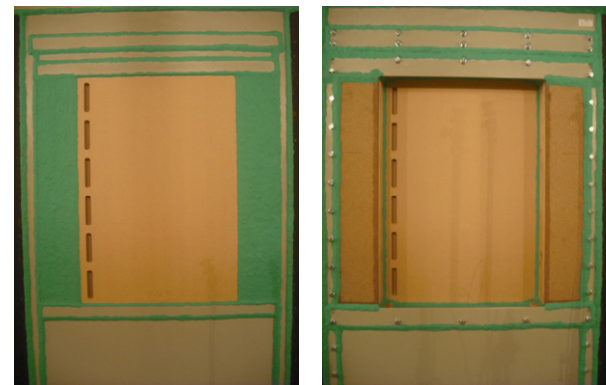
23. 2m³) ため、低い周波数における音圧分布が安定しないという点から、1/3オクターブにおいて中心周波数100～315Hz未満の測定値は参考値となる。



音源室 受音室
図 4 音響特性評価装置

2. 3. 2 供試体の設置方法

供試体の設置状況を図 5 に示す。隔壁開口調整パネルを用いて、供試体を取り付けるための W900×H900mm の開口を設けた。左右両側にスギ角材をはめ込んで開口を塞ぎ、供試体を中央部に入れて全体を固定した。なお供試体以外からの音の透過を防ぐため、隙間は油粘土を付けて塞いだ。また音源室側については、木部にも油粘土を付けた。



音源室側 受音室側
図 5 遮音性能評価測定

3. 結果と考察

3. 1 通気性能評価

総相当隙間面積の測定値ならびに表面に設けた通気孔総面積 (132cm²) との比率を表 2 に示す。

No. 1 から No. 9 の測定値については、供試体および測定による多少の差はみられたものの、いずれの供試体においても 50cm² 以上の総相当隙間面積が得られた。No. 10 のみ 50cm² を下回る値となったが、この供試体内面の遮音シートにたわみがみられたことから、内部の通気路断面積が小さくなっ

たことによって低下したと考えられる。内部の通気路断面積が確保されていれば、一の字型は前年度結果と同様に実寸サイズのドアにおいて 100cm² 以上の総相当隙間面積が期待できる結果となった。

表 2 総相当隙間面積測定値

供試体	総相当隙間面積 (cm ²)						通気孔総面積との比率 (%)
	測定値					平均値	
No. 1	51	52	51	51	50	51.0	39
No. 2	52	54	52	54	52	52.8	40
No. 3	55	55	55	55	54	54.8	42
No. 4	51	56	52	52	53	52.8	40
No. 5	54	54	51	52	55	53.2	40
No. 6	55	52	52	54	54	53.4	40
No. 7	51	52	50	53	53	51.8	39
No. 8	53	51	52	54	53	52.6	40
No. 9	54	54	54	52	51	53.0	40
No. 10	49	47	49	47	47	47.8	36

3. 2 遮音性能評価

音響透過損失の測定値を表 3 に示す。また、これらの測定値を JIS A 4702 に換算し、1/3 オクターブ値により作成した比較グラフを図 6 から図 8 に示す。

前年度データおよび No. 1 と No. 2 の比較グラフを図 6 に示す。前年度の供試体 (+) は、No. 1 (*) と同じく表面材に MDF5.5t、芯材にグラスウールを用いたものであるが、芯材の幅が No. 1 よりも 10mm 厚い

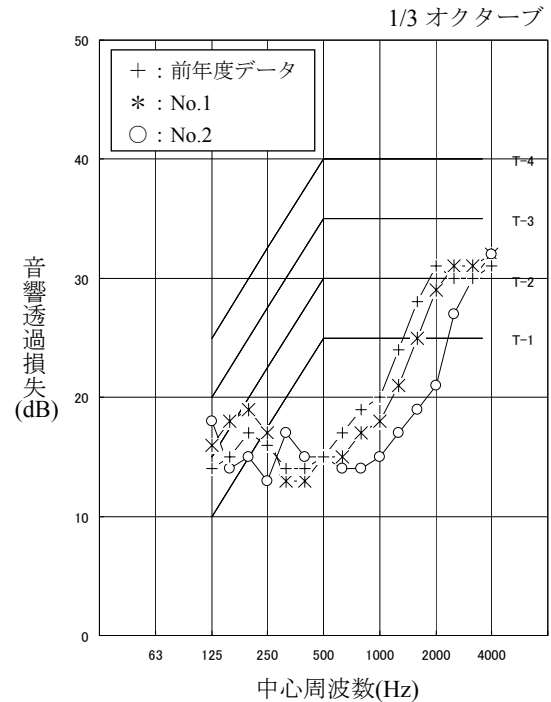


図 6 音響透過損失比較グラフ 1

表 3 音響透過損失測定値

供試体	中心周波数 (Hz)												
	315	400	500	630	800	1,000	1,250	1,600	2,000	2,500	3,150	4,000	5,000
No. 1	13.3	13.1	15.4	15.4	16.9	18.2	21.4	24.7	28.6	30.6	31.2	32.0	31.5
No. 2	16.6	14.8	14.5	14.1	13.9	14.7	16.6	19.2	21.3	27.4	30.1	31.7	30.5
No. 3	13.5	12.7	10.7	11.3	13.6	14.9	17.3	19.7	23.4	27.4	32.3	35.5	37.2
No. 4	15.7	15.2	13.6	15.3	14.8	14.9	16.5	19.0	21.5	27.4	31.4	32.9	31.9
No. 5	16.2	11.3	12.8	12.1	13.8	14.9	17.0	19.8	23.5	28.4	35.0	38.8	39.4
No. 6	16.5	12.8	13.4	12.7	14.0	15.1	17.2	20.1	23.2	28.8	35.3	39.2	39.6
No. 7	15.9	15.4	13.7	16.7	15.3	15.0	16.9	19.6	23.0	29.5	34.5	36.6	36.0
No. 8	15.6	15.1	13.4	16.4	16.5	16.1	17.2	19.6	22.6	28.9	33.1	34.4	34.7
No. 9	16.0	15.6	14.8	18.5	15.4	15.2	17.1	19.9	23.2	29.2	35.3	38.2	38.5
No. 10	14.0	13.6	13.4	13.4	14.4	15.9	18.0	20.5	23.6	29.7	36.4	39.6	40.3

(単位 : dB)

仕様であった。このため、周波数特性にも変化がみられ、No. 1は前年度データよりも315Hzから2kHzにかけて遮音性が低下しており、この最大差は1.6kHzの3.4dBであった。芯材にスギを入れたNo. 2(○)は、No. 1に対して315Hzで3.3dB、400Hzで1.7dBの向上がみられたが、500Hz以上の遮音性は低く、この最大差は2kHzの7.3dBであった。

No. 2からNo. 6の比較グラフを図7に示す。一般的にフラッシュドアの表面材として用いられているMDF2.5tはNo. 3(△)である。このMDF2.5tを基準にHB、遮音シートおよび制振シートを組合せたもの

がNo. 4(◇)、No. 5(□)およびNo. 6(×)である。周波数特性をみると、No. 2(MDF5.5t)とNo. 4(MDF2.5t+HB)、No. 5(MDF2.5t+遮音シート)とNo. 6(MDF2.5t+制振シート)が互いに近い特性であった。特性が近いNo. 2およびNo. 4は、No. 3に対して800Hz以下の遮音性が高く、1kHz以上は一部同じ値の周波数もみられたものの全体的に低かった。またNo. 5およびNo. 6は、No. 3に対して315Hz、500Hz、630Hzおよび2.5kHz以上の遮音性が高く、800Hzから2kHzにかけてはほぼ近い値であった。この2つの特性において遮音性が良好な方であったNo. 4とNo. 6を比較す

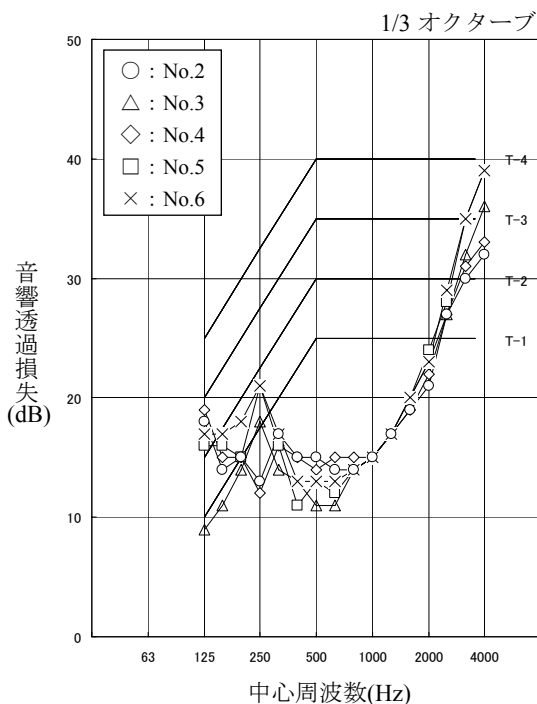


図7 音響透過損失比較グラフ2

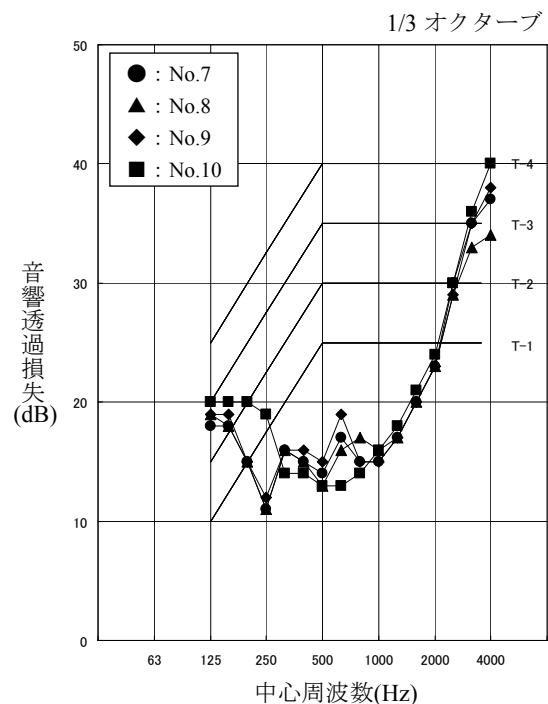


図8 音響透過損失比較グラフ3

ると、No. 4は400Hzから800Hzにかけて遮音性が高く、315Hzおよび1kHz以上はNo. 6の方が高かった。各中心周波数において最も遮音性が高かった供試体は、500Hzは表面材にMDF5. 5tを用いたNo. 2、1kHzおよび4kHzはMDF2. 5tに制振シートを組合せたNo. 6、2kHzはMDF2. 5tに遮音シートを組合せたNo. 5であった。以上の結果より、No. 2からNo. 6の供試体について全周波数帯域から判断して比較的良好だと思われる組合せは、低い周波数帯域において比較的に遮音性が高かったNo. 4のMDF2. 5t+HBの組合せであった。

No. 7からNo. 10の比較グラフを図8に示す。No. 7(●)、No. 8(▲)およびNo. 9(◆)は、No. 4のMDF2. 5t+HBの組合せに、遮音シートおよび制振シートを組合せたものである。またNo. 10(■)は、MDF2. 5tに遮音シート二枚を組合せたものである。HBと遮音シートの組合せ方を変えたNo. 7(MDF2. 5t+HB+遮音シート)とNo. 8(MDF2. 5t+遮音シート+HB)を比較すると、No. 7は3. 15kHz以上の遮音性が1dB以上高く、800Hzおよび1kHzはNo. 8の方が1dB以上高かったが、この他の周波数については比較的に近い値であった。No. 9については、500Hz、630Hzおよび4kHz以上でNo. 7およびNo. 8よりも遮音性が1dB以上高かった。No. 10については、800Hz以下において遮音性が最も低く、逆に1. 25kHz以上において遮音性が最も高かった。各中心周波数において最も遮音性が高かった供試体は、500HzはMDF2. 5tにHBと制振シートを組合せたNo. 9、1kHzはMDF2. 5tに遮音シートとHBを組合せたNo. 8、2kHzおよび4kHzはMDF2. 5tに遮音シートを2枚組合せたNo. 10であった。以上の結果より、No. 7からNo. 10の供試体について全周波数帯域から判断して比較的良好だと思われる組合せは、低い周波数帯域において比較的に遮音性が高かったNo. 9のMDF2. 5t+HB+制振シートの組合せであった。

No. 1からNo. 10の供試体について最も遮音性が良好であった表面材の組合せは、No. 9のMDF2. 5t+HB+制振シートの組合せであり、この音響透過損失は500Hz-14. 8dB、1kHz-15. 2dB、2kHz-23. 2dB、4kHz-38. 2dBであった。一般的にフラッシュドアの表面材として用いられているMDF2. 5tのNo. 3と比較すると、500Hzで4. 1dBの遮音性の向上がみられたが、前年度の供試体と比べて芯材の幅を小さくしたことで、寸法安定性および加工性を考慮して芯材の一部にスギを用いたことにより、2kHz以下において遮音等級T-1を下回る結果となった。

4. まとめ

今回の実験結果より以下の知見が得られた。

- 1) 中心周波数400Hzから800Hzの遮音性を高めるには、HBを組合せるかMDFの厚みを増すことが有効である。
- 2) 中心周波数2. 5kHz以上の遮音性を高めるには、遮音シートまたは制振シートを組合せることが有効である。

本研究において、一般的にフラッシュドアの表面材として用いられているMDF2. 5tの供試体と比較すると、500Hzで4. 1dBの遮音性の向上がみられたものの、T-1等級の遮音性能を有する遮音通気ドアの開発にはいたらなかった。遮音性能を上げるためには、あまり実用的ではないが表面材の厚みをさらに増すか、ドア内部で効果的に吸音する通気路形状を用いることが必要であると考えられる。

参考文献

- 1) JIS A 4702 : 2000, 「ドアセット」.
- 2) 換気マニュアル作成委員会 (事務局 (財) ベタリービング) : 住宅の換気設備マニュアル (H15.5.1版) ,2003.
- 3) 木村公久他 : 岐阜県生活技術研究所研究報告, No.13, pp.31-35, 2012. 遮音・通気性能を有する木製ドアの開発 (第3報).
- 4) JIS A 1416 : 2000, 「実験室における建築部材の空気音遮断性能の測定方法」.
- 5) 木村公久他 : 岐阜県生活技術研究所研究報告, No.11, pp.57-60, 2010. 簡易残響室を用いた音響透過損失測定方法の確立.