

論文

# 住宅用制振パネルの湿度依存性

長谷川徳慶\* 高田省一\*

Humidity dependence of damper panel for house use

Norichika HASEGAWA and Shoichi TAKADA

**Abstract** We have investigated the humidity dependence of a recycled paper damper panel for house use from the standpoint of the absorbency of water in the sample and elasticity. In the case of the sample, of which the dimension was 400mm × 40mm × 30mm, it took about 90 and 130 minutes for the quantity of absorbed water and the loss factor to be saturated, respectively, when the humidity rose from 35% to 80% under 20 . As the quantity of absorbed water in the sample used in this study increased, the flexural rigidity decreased a little and the loss factor increased or was constant.

**Keywords** Humidity dependence, Damper panel, Absorbency of water, Elasticity, Loss factor, Flexural rigidity

## 1. はじめに

制振材は、低騒音化を目的として広く利用されている。その応用例の一つに、近年では床材などの建築材にも応用されつつある。この場合、制振材は木材などの吸湿性材料と組み合わせて利用されるが、乾燥木材の打音がよく響く一方、湿気を含むと鈍くなることを考えれば、建築材の制振性能に湿度依存性があることは容易に推定される。しかしながら、これまで湿度依存性に着目した制振材に関する研究はほとんどなされていなかった。

本研究では、再生紙制振材を利用した住宅用制振パネルを数種類用意し、恒温恒湿槽を用いて、吸湿による質量変化に応じた剛性及び損失係数の変化を検討する。

また、制振材料の損失係数等は、制御された湿度で測定されることが望まれるので、データが安定するまでにどの程度の放置時間を要するかについても考察する。

## 2. 実験方法

### 2.1 住宅用制振パネル

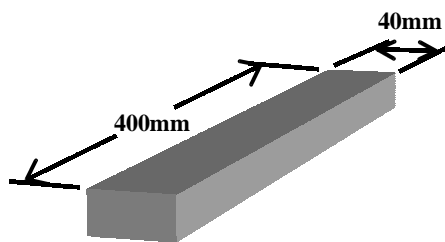


図1 短冊試験片の概念図

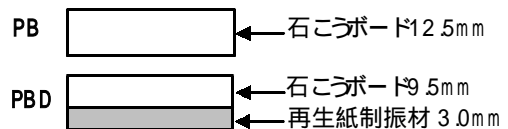


図2 石こうボード系試料の断面図

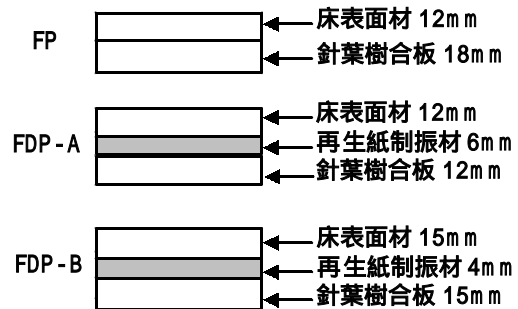


図3 床材系試料の断面図

表1 各試料の厚さ(実測値)及び面密度

試料名	厚さ(実測) [mm]	面密度 [kg/m <sup>2</sup> ]
PB	12.7	8.9
PBD	12.5	9.0
FP	30.5	18
FDP-A	30.0	18
FDP-B	34.0	23

\*計測応用技術グループ

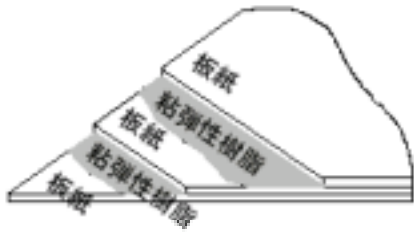


図4 再生紙制振材の構造<sup>1)</sup>

用意した住宅用制振パネルの概要を図1, 図2, 図3及び表1に示す。試料は, 通常の制振パネルを短冊状に切り出した。種類は, 大きく分けて石膏ボードと床材であり, それぞれ単体のものと再生紙制振材を組み合わせたものを用意した。床材については, 制振材の厚さを変えたものを用意した。吸湿に伴う試料寸法の変化は非常に小さいので一定としている。各試料の長さ及び幅は, それぞれおよそ400mm及び40mmであった。

再生紙制振材は, 図4に示すように, 薄い粘弾性樹脂を再生紙板紙で挟んだ積層構造をしている。板紙が拘束層の役割を果たしており, 拘束型制振材の一種である<sup>1)</sup>。

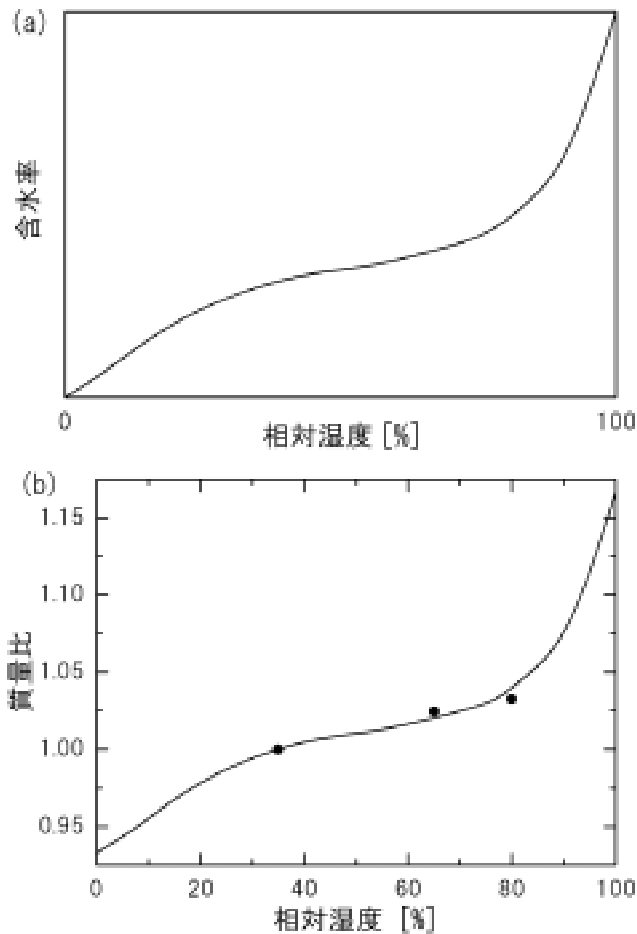


図5 (a)木材における相対湿度と含水率の関係, (b)木材における相対湿度と質量比の関係。(b)中のプロットは, 試料FPの場合の実測値。

2.2 相対湿度と試料質量の関係

木材において, 一定温度で相対湿度に対する含水率をプロットすると図5(a)のようになることとされる<sup>2)</sup>。湿度の増加とともに含水率は増加するものの, その増加率は小さくなる。ところが, 湿度が100%に近づくにつれて再び含水率の増加は急激になる。この図からいえることは, 湿度が50%前後は湿度と含水率に大雑把な比例関係がある部分であるということである。図5(a)の含水率を質量比に変換した図を図5(b)に示す。参考のため, 試料FPについて湿度と質量比の実験データをプロットする。湿度35%から80%では, 湿度と質量比がほぼ比例していると見なせる。したがって, 本研究では, 相対湿度の代わりに質量比をパラメータとして議論を進める。参考のため, 日本工業規格による試験場所の標準状態<sup>2)</sup>(気温20, 相対湿度65%)における試料FPの質量比は1.025であった。

2.3 測定法

剛性及び損失係数の測定法を図6に示す。短冊状試料の両端から試料長の0.224倍の位置を釣り糸で支持し, 試料中央の振動モビリティを測定, その共振周波数から曲げ剛性を, また, 共振ピークの半値幅から損失係数を

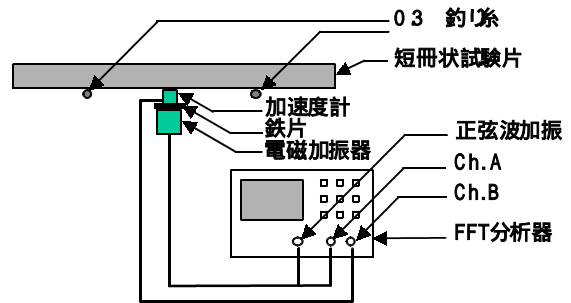


図6 測定の概念図(共振特性として, アクセロランスを測定する)

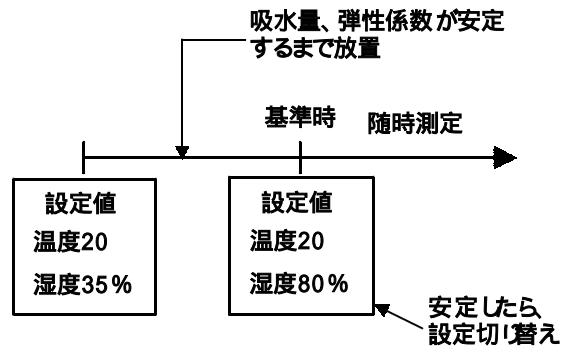


図7 測定行程の概念図

求めた。

測定行程の概念図を図7に示す。まず試料を温度 20℃、湿度 35% の乾燥状態に放置し、随時、試料質量、曲げ剛性及び損失係数を測定してデータが安定することを確認する。安定後、恒温恒湿槽の設定を温度 20℃、湿度 80% の湿潤状態に設定し、随時、試料質量、曲げ剛性及び損失係数を測定する。湿度 80% に設定を切り替えた時点を経過時間を以下基準時とよぶ。

### 3. 結果及び考察

#### 3.1 経過時間に伴う変化

図8は、基準時からの経過時間に対する各試料の質量変化を示す。質量は、基準時を1とした比で表してある。図中の曲線は、吸水量が拡散方程式に従うと仮定した指数関数によるフィッティング曲線である。時間の経過とともに試料の質量は増加するが、ある値で飽和している。飽和吸水量から、水酸基を含むセルロースで構成された木や紙は、より高い吸湿能力を持つことが分かる。また、FP と FDP のグラフを比較すると、FPの方が吸湿に伴う質量比が大きくなり、多孔質である木のほうが紙よりも吸湿性が高いことが分かる。

質量の変化量が最大変化量の99%になった時点を経過時間を表2に示す。温度

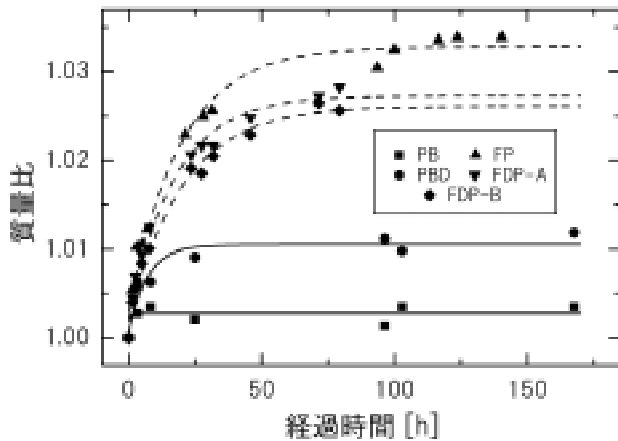


図8 基準時からの試料質量の変化

表2 各試料の試料質量飽和時間

試料	飽和時間 [h]
PB	1
PBD	33
FP	88
FDP-A	79
FDP-B	93

20℃で湿度を35%から80%に上げたとき、本研究で利用した表面積を持つ試料の場合、吸湿性の高いFP及びFDPではおよそ90時間であった。

図9(a)、(b)は、基準時からの経過時間に対する各試料の500Hzにおけるそれぞれ曲げ剛性及び損失係数を示す。図中の曲線は、指数関数によるフィッティング曲線である。

曲げ剛性は時間の経過とともに若干低下しているものの、騒音振動対策上はほぼ一定であると見なせる。

損失係数は、時間の経過とともに増加しているもの、ある値で飽和している。損失係数飽和値の95%を飽和と

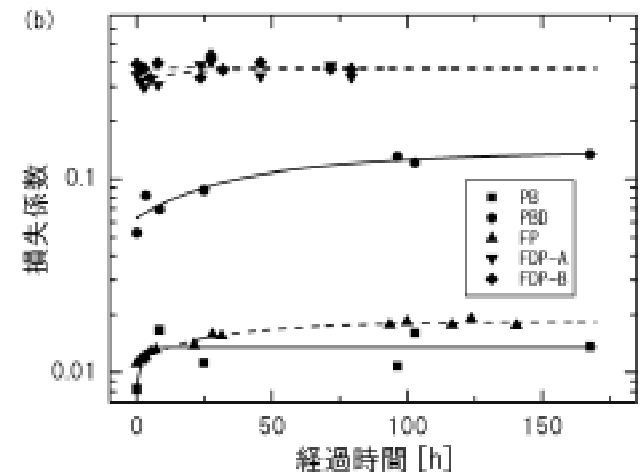
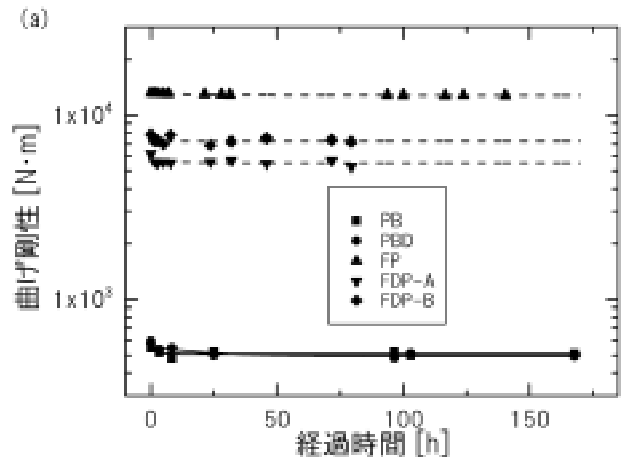


図9 基準時からの(a)曲げ剛性、(b)損失係数の変化

表3 各試料の損失係数飽和時間

試料	飽和時間 [h]
PB	4
PBD	129
FP	70
FDP-A	14
FDP-B	~0

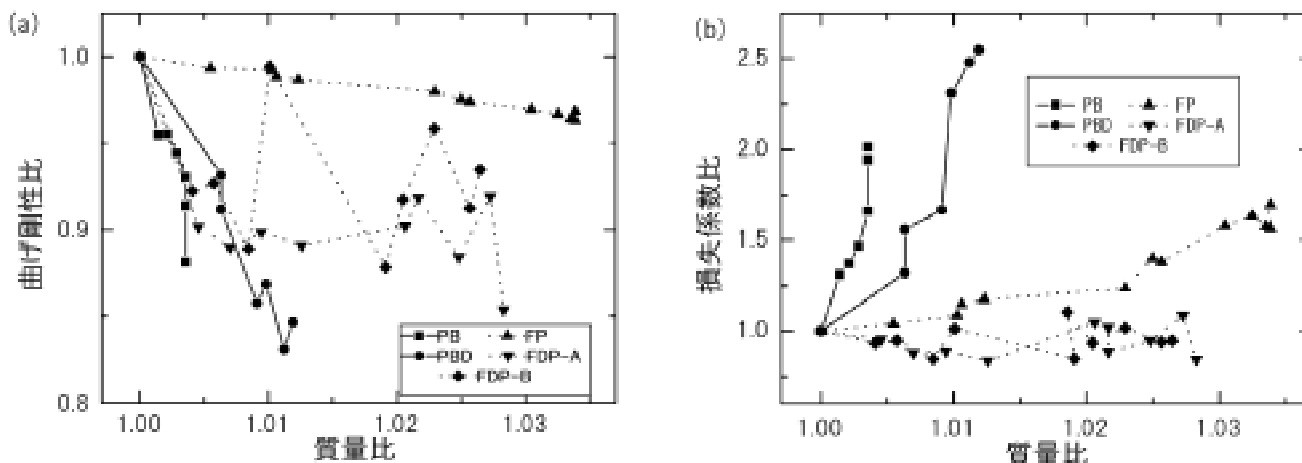


図10 試料質量比に対する(a)曲げ剛性比及び(b)損失係数比 比は、基準時を1としている

見なし、それに要する時間を表3に示す。その結果、PBDではおよそ130時間を要することが分かる。つまり、材料によっては吸水量が飽和したと見なせても、弾性係数が飽和するには、さらに時間がかかるものもあることを示す。

### 3.2 試料質量増加に伴う変化

図10(a), (b)は、基準時を1としたときの試料質量比に対するそれぞれ曲げ剛性比及び損失係数比を示す。試料FDPを除けば、質量が増加すると、おおむね曲げ剛性は減少し損失係数は増大する。これは、試料内部に入り込んだ水分が繊維素であるセルロースの水酸基に吸着し、全体の凝集力を低下させること、吸着水が可塑剤となって、分子同士が動きやすくなって振動伝達能力が落ちることがあげられる<sup>3,4)</sup>。

拘束型制振材の一種である再生紙制振材は、板紙が拘束層となって大きな損失係数が得られる。一方で、一般に拘束型制振材においては、吸湿によって吸着水が可塑剤となって拘束を弱め、その結果、損失係数が低下するといわれる<sup>5)</sup>。ところが、本研究で再生紙制振材を用いた試料(PBD, FDP)では、損失係数が湿度によらず、ほぼ一定だった。これは、吸湿に伴う拘束の弱化による損失係数の低下を補うように再生紙自体の損失係数が増大していることを示していると考えられる。つまり、再生紙自体の制振効果も有効に作用するといえる。このことから、再生紙制振材を用いることにより湿度に依存しない制振材料の作製が可能であるといえ、再生紙制振材の利点である。

### 4. まとめ

数種類の住宅用建築材を用意し、弾性の観点からその湿度依存性について調べた。温度20℃で、湿度を35%から80%に上げたとき、長さ400mm、幅40mm、厚さ30mm程度の吸湿性の高い木材の場合、吸水量が飽和するには90時間程度、弾性係数が飽和するには130時間程度を要した。これは、湿度を限定した損失係数測定試験において有用な情報となる。試料の大きさや密度、材質、湿度の試験条件から大まかな必要放置時間を見積もるモデルが見つければ、より正確な試験の日程が立てやすくなると考えられ、今後の課題となる。

吸水量と曲げ剛性及び損失係数の関係を見ると、吸水量の増加とともに、おおむね曲げ剛性は低下、損失係数は増大した。再生紙制振材の場合、吸水とともに拘束層の拘束が弱くなり、損失係数が小さくなると考えられていたが、それ以上に再生紙自体の損失係数が大きくなったものと思われる。これは再生紙制振材の大きな特徴である。

### 参考文献

- 1) 高田省一, 牧野晃浩, 保泉正雄, 佐見津雅隆, 長谷川徳慶, 加藤光吉, 大島敏:日本音響学会平成12年春期研究発表会講演論文集, 783-784 (2000).
- 2) 試験場所の標準状態, JIS Z 8703 (1993).
- 3) 伏谷, 岡野ほか:木材の物理, 文永堂出版.
- 4) 矢野浩之, 梶田熙, 椋代純輔, 湊和也, 則元京:日本音響学会音楽音響研資, MA89-8 (1989).
- 5) Leo L. Beranek:Noise and Vibration Control, Institute of Noise Control Engineering.

(原稿受付 平成13年8月1日)