

## 2. 試験機関としての小林理学研究所の紹介

吉村 純一 (Junichi Yoshimura)  
一般財団法人 小林理学研究所  
(Kobayasi Institute of Physical Research)

### 1. はじめに

財団法人 小林理学研究所は、昭和13年文部省から認可があり、同年11月東京都国分寺市に設立されました。当初は物理学の基礎及び応用研究を指向する研究所として発足し、戦後は研究の中心を音響学におくようになりました。主な事業として、音・振動の発生および伝搬のメカニズムの解明、センサを含めた計測システムの開発と実用化、騒音・振動の影響評価と予測・対策・制御、吸音遮音材料の開発等に係る研究を課題としております。

こうした研究活動を通して、各種学会や公的機関の活動に協力し、規格の審議・改訂などに貢献するとともに、近年、国の機関や業界などからの社会的ニーズに呼応すべく、新たな計測評価業務を開始しております。ここでは、各担当者からその一端を簡単に紹介してもらいます。

なお、2～5章の文責および担当者の氏名を章末に記載します。詳しくは、一般財団法人 小林理学研究所のホームページ(<http://www.kobayasi-riken.or.jp/>)も併せてご参照戴ければ幸いです。

### 2. 建築音響材料

建築音響材料の計測業務については、昭和30年第1、第2残響室を完成、その後昭和40年までに第3～7残響室を完成させて以来、吸音遮音材料の計測業務を継続しており、床衝撃音レベル低減量測定のほか、吸音遮音性能の予測に必要な、多孔質材料の流れ抵抗測定、板材の振動減衰試験なども実施している。

#### 2.1 残響室法吸音率測定

音響材料の吸音率は、一般的に残響室法吸音率で表されることが多い。当所では、JIS A 1409[1]に準じ、図1に示すような不整形7面体残響室において測定をおこなっている。昭和30年に建設されたこの残響室は、室容積は513 m<sup>3</sup>、表面積は382 m<sup>2</sup>であり、国内で最初の本格的な残響室である。平面吸音材料を対象とする場合、試料面積は10～12 m<sup>2</sup>程度としている。また、



図1 不整形7面体残響室

劇場椅子などの個別吸音体についても測定をおこなっている。

#### 2.2 音響透過損失測定

音響透過損失測定の測定方法は、JIS A 1416[2]に規定されている。この規格は2000年にISOに整合化された際に、従来用いられていた残響室(タイプI試験室)だけでなく、欧米で広く用いられている容積の小さい矩形の試験室(タイプII試験室)も規定に加えられた。当所では、これら両者のタイプの試験室があり、状況に応じて選択して使用することが可能である。

タイプI残響室は、2.1で述べた不整形残響室と同様の辺比率の形状で、室容積が201 m<sup>3</sup>の2室の残響室



図2 音響透過損失測定用タイプII試験室

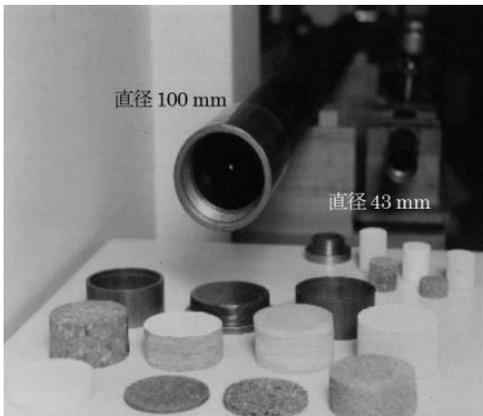


図3 垂直入射吸音率測定に用いる音響管

が組み合わされている。また、図2に示すタイプⅡ試験室は、室容積が $51.4 \text{ m}^3$ と $56.7 \text{ m}^3$ の2室の試験室が組み合わされている。室内で発生する極端なモード分布を抑制するために、図中に示す吸音体によって、規格で規定された残響時間になるように調整している。両タイプの試験室とも、試験体を設置する開口部面積は約 $10 \text{ m}^2$ である。

### 2.3 音響管を用いた吸音性能評価

音響管法は、JIS A 1405[3,4]の第一部に定在波比法、第2部に伝達関数法が規定されている。当所では両手法での測定が可能である。音響管は図3に示すように直径100 mmと43 mmのものがあり、測定周波数範囲は、それぞれ125~1,600 Hzおよび1,000~4,000 Hzである。また、断面が角形(300×300 mm)の音響管は、主に吸音楔の音圧反射率の測定(Cut off周波数など)に用いられ、測定周波数範囲は63~500 Hzである。なお、管径100 mmを用いて多孔質材料の流れ抵抗測定も可能である。

### 2.4 床衝撃音レベル低減量測定

床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定は、JIS A 1440[5,6]に基づき、壁式構造試験装置と呼ばれる矩形の床試験室を用いて測定される。低減量はコンクリート製標準床の厚さに依存するため、床厚 $150 \pm 10 \text{ mm}$ と $200 \pm 10 \text{ mm}$ の試験室でそれぞれ改善量を測定する。床面(約 $20 \text{ m}^2$ )の片隅の所定の位置に $10 \text{ m}^2$ の試料(床仕上げ材料又は床仕上げ構造)を設置し、標準軽量床衝撃源又は標準重量床衝撃源を用いて、所定の5カ所の位置を加振し、素面と試料設置状態においてそれぞれ下室での平均床衝撃音レベルを測定する。

両者を差し引いて床衝撃音レベル低減量を算出する。

### 2.5 振動減衰試験

当所では、材料の振動減衰特性の試験は、試料の中央を加振して、そこで検出される板のインピーダンス特性から、半値幅を測定して損失係数を求める共振法を用いて測定をおこなっている。恒温槽内において試験をおこなうことで、任意の温度条件で試験することが可能である。主に、制振銅板や合わせガラスの制振効果を調べる目的で用いられる。

担当；豊田 恵美(Emi Toyoda)

### 3. 遮音板の耐飛び石性試験

高速道路などの遮蔽壁として、ガラス、ポリカ、アクリルなどの透光板が設置されることが増えている。走行する車が道路に落ちている小石などを跳ね上げると透光板に当たり、ひび割れや破損などを引き起こす場合がある。このため、NEXCOなどの道路管理者は、透光板を設置する前に「遮音板の耐飛び石性試験」を実施することを義務付けている。図4に当所が所有する



(内側:加撃側)



(外側)

図4 遮音板の耐飛び石性試験装置

試験装置を示す。この装置は、NEXCOが規定した試験法908-2017〔7〕に準じており、圧縮空気と電磁弁を用いて射出管内の鋼球(SUS440C、質量4.5 g $\pm$ 5%、呼び径13/32インチ)を所定の速度(21 m/s $\pm$ 1 m/s)で射出することができる。装置および試験体は、安全のため鉄板の壁・天井で構成された専用の試験建屋内に設置されている。球の射出は、圧縮空気と電磁弁を用いた方法を採用しており、1試験体あたり6か所の打撃位置に対してそれぞれ射出管(計6本)を備えている。球の射出速度は、透光板の直前15 cm $\sim$ 20 cmで計測する必要があるため、この試験では高速度カメラを用いて毎秒1万コマで撮影する。図に示すように、試験体は実際と同様にH鋼に落とし込む方式でクランプ留めされており、フォークリフトを用いて設置、撤去することができる。ひび割れなどの確認は、原則として立会者が目視で行う。

当所では、この装置以外に様々な射出装置があり、数cm大の石、氷、列車模型などを高速で射出することができる〔8〕。射出物や目標速度に合わせて射出管の太さや長さ、圧力タンクの容量などを使い分けている。射出速度が時速数百kmを超える場合には、分子量が小さいヘリウムを用いることがある。

担当；土肥 哲也(Tetsuya Doi)

#### 4. 高架道路用裏面吸音板の斜入射吸音率計測

複層構造の高速道路が郊外に延伸し始めた当時、地上道路から発生した自動車騒音が高架道路の裏面で反射することで、沿道までよく聞こえてしまう事象が発生した。この裏面反射音を低減するには、高架道路の裏面に吸音板を設置する対策が効果的である。裏面吸音板を設置した場合の道路騒音予測を行うために、ランダム入射を仮定した残響室法吸音率ではなく、入射角度ごとの吸音率を把握できる測定方法が求められ、当所の斜入射吸音率計測装置が開発された。当時の建設省の平成7年度建設技術評価制度課題「騒音低減効果の大きい吸音板の開発」の吸音性能試験方法に採用され、裏面吸音板の吸音性能を評価する指標として現在でも用いられている。

図5に示すように、装置は垂直方向を0度とし、0 $\sim$ 45度の間を15度ごとにスピーカとマイクが鏡写しとなるように設置されている。スピーカからSwept-Sine信号を再生し、対応する位置にあるマイクで収録された音波を後処理によりインパルス応答に変換して、音波

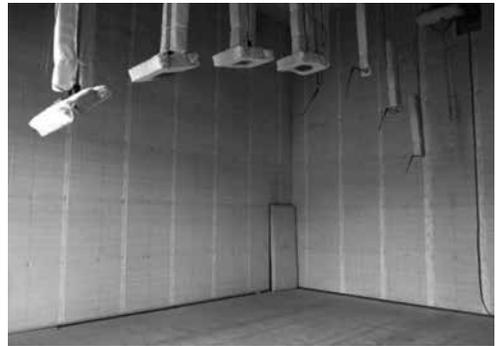


図5 斜入射吸音率計測装置

の入射角度ごとに必要とする測定試料からの反射音のみを抽出することができる〔9〕。測定室は床面積7 m $\times$ 8 m、高さ6 mであり、試料を配置する床面とスピーカおよびマイクロホンとの距離は3 mである。試料面積は過去の検討や道路に用いられる吸音板の大きさを考慮して、4 m $\times$ 5 m程度で試験を行っている。

担当；星加 慧(Satoshi Hoshika)

#### 5. 圧電材料物性試験

圧電体は力や歪みといった機械エネルギーを電気エネルギーに変換する性質を持ち、加速度ピックアップやハイドロフォンといった音や振動を検出するセンサーとして用いられる。

本所では、圧電体の電極形成からポーリング処理と呼ばれる高電圧印加、さらに電気的性質、力学的性質について周波数依存性および温度依存性測定を行う。これらの結果は圧電体の物理現象の理解、性能や信頼性向上に役立てられている〔10〕。

##### 5.1 誘電率・弾性率試験

材料には電圧を加えると電流を流す導電体と電荷を貯蔵する絶縁体に分けられる。絶縁体は誘電体と呼ばれ、その一部は圧電性を示す。圧電率は誘電体の電気的性質である誘電率および力学的性質である弾性率と関連する。当所では独自に自動測定システムを開発し、自動測定と高精度データ取得の両立を実現している。

##### 5.2 圧電率試験

当所では、圧電率の測定法として直接試料を伸縮させ発生する電荷量から圧電率を測定する方法と、誘電率周波数スペクトル上に現れる圧電共鳴スペクトルから導出する方法を行っている。圧電共鳴スペクトルは、圧電性を介して機械共振がスペクトル上に観測される圧電体特有の性質である。図6は $-50$   $^{\circ}$ Cから $60$   $^{\circ}$ Cで

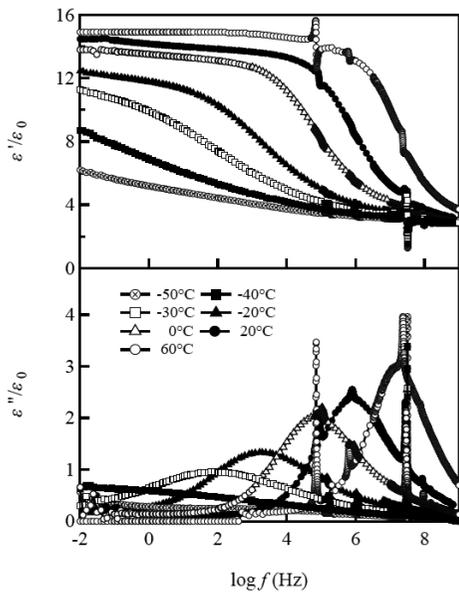


図6 ポリフッ化ビニリデンの誘電緩和と圧電共鳴

測定した圧電性ポリフッ化ビニリデンの誘電率周波数スペクトルである。ここで、 $\epsilon'$ は貯蔵誘電率、 $\epsilon''$ は損失誘電率であり、真空の誘電率 $\epsilon_0$ との比である比誘電率が用いられる。

図に示すように、周波数範囲を10 mHzから1 GHzにわたる広帯域にすることで、分子運動に由来する誘電率の周波数依存性と、100 kHz、1 MHz、30 MHzに見られる圧電共鳴スペクトルが同時に観測される。試料は短冊形状のフィルムであり、低周波側から長さ伸縮、幅伸縮、厚み伸縮を示す。これら共振周波数は試料の弾性率を与える。共鳴前後の誘電率変化は電気機械結合係数に依存する。弾性損失が大きくなるほど共鳴スペクトルはブロードとなる。このように、圧電共鳴スペクトルから電気機械結合係数、圧電率、弾性率さらに弾性損失が導出される。

### 5.3 強誘電分極反転試験

圧電体の一部は電場ゼロで分極を保持し、高電場印加により分極反転を示す。この性質を示す誘電体を強誘電体という。強誘電分極反転に伴う分極量変化は誘電応答による分極の数倍となる。強誘電体に大幅の交流電場を印加して発生した電荷量を測定し、横軸に

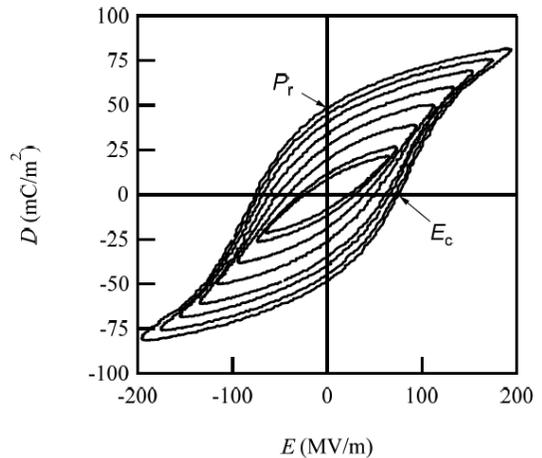


図7 ポリフッ化ビニリデンの強誘電DEヒステリシス曲線

電場 $E$ (単位厚み当たりの電圧)、縦軸に電気変位 $D$ (単位電極面積当たりの電荷)をプロットすると、図7に示すヒステリシス曲線が得られる。 $E = 0$ での $D$ 値は残留分極量 $P_r$ 、 $D = 0$ での $E$ 値は抗電場 $E_c$ を与える。圧電率は $P_r$ 値に比例する。

担当；児玉 秀和(Hidekazu Kodama)。

### [参考文献]

- 1) JIS A 1409 : 1998, 残響室法吸音率の測定方法
- 2) 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
- 3) JIS A 1405-1 : 2007, 音響管による吸音率及びインピーダンスの測定-第1部：定在波比法
- 4) JIS A 1405-2 : 2007, 音響管による吸音率及びインピーダンスの測定-第2部：伝達関数法
- 5) JIS A 1440-1 : 2007, 実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法-第1部：標準軽量衝撃源による方法
- 6) JIS A 1440-2 : 2007, 実験室におけるコンクリート床上の床仕上げ構造の床衝撃音レベル低減量の測定方法-第2部：標準重量衝撃源による方法
- 7) NEXCO試験方法 第9編 環境関係試験方法
- 8) Doi et.al. "Development of an experimental facility for measuring pressure waves generated by high-speed trains," Journal of Wind Engineering & Industrial Aerodynamics , 98(1), pp. 55-61 (2010)
- 9) K. Kimura and K. Yamamoto, "A method for measuring oblique incidence absorption coefficient of absorptive panels by stretched pulse technique," Appl. Acoust., 62, pp. 617-632 (2001)
- 10) 古川猛夫「圧電ポリマー研究の話」小林理研ニュースNo. 148, 2020年4月

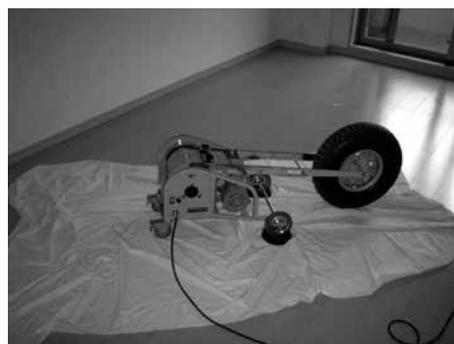
## 音響商品開発を支援します

——吸音率測定、透過損失測定、床衝撃音測定、  
振動減衰測定、パワーレベル測定、その他——

音響、振動等の専門研究機関の**一般財団法人小林理学研究所と連携**し、実験室における材料等の音響特性の測定を**当協会がリーズナブルな費用で受託**、音響商品開発のご支援をいたします。

### 【測定項目】

1. 透過損失測定
2. 残響室法吸音率測定
3. 垂直入射吸音率測定
4. 音圧反射率測定
5. 流れ抵抗測定
6. 振動減衰測定
7. 床衝撃音レベル低減量測定
8. 音響パワーレベル測定(残響室法)



一般社団法人日本音響材料協会 事務局までお問い合わせください。

169-0073東京都新宿区百人町3丁目21番16号  
日本ガラス工業センタービル2階

Tel: 03-6384-1827 Fax: 03-6384-1828

Mail: info@onzai.or.jp