

資料-13

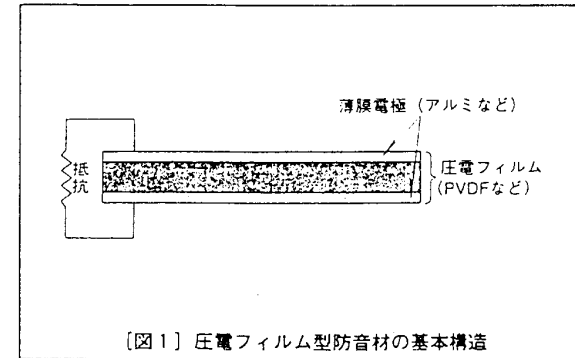
(/)

研究題名	圧電性フィルムを用いた吸遮音構造体に関する基礎的研究	報告書作成者	住田雅夫
研究従事者	浅井茂雄、住田雅夫		
研究目的	<p>薄い高分子圧電フィルムの両表面に金属蒸着又はカーボン塗布により導電層を付与し、これをショートした系について、このフィルムに振動伝達が行われた時、振動エネルギー→電気エネルギー→熱エネルギーという変換経路においてどのような振動エネルギー減衰機構が働いているかを基礎的に解析することに加えて、このフィルムをロックウール系多孔質繊維材料から構成される二重壁内に設定した時の音響透過損失に及ぼす効果を明確にして、その実用性、施工性を考慮した圧電型吸遮音構造体を開発することを目的とする。</p>		

研究内容

二重壁からなる構造が通常の遮音壁として使用されているが、この二重壁はその壁の質量とその間の空気バネによって生じる共振現象および斜めに入射した音と材料の曲げ固有振動との共振によるコインシデンス効果により、音響透過損失が大きく低下する。従来、この損失の低下を防ぐための手段としては、質量則に従う質量の大きな材料を使用する方法しかなく、建築構造および施工上の問題となっていた。本研究は、従来技術の欠点を解消し、既存の質量則に従う重い吸遮音材料ではなく、施工の容易な軽量材料の使用を可能とする、新しい吸遮音構造体を開発することを目的としている。本研究は導電層を有する圧電フィルムを用い、その非線形振動効果及び振動電気変換効果とを利用した、軽量で極薄かつ低周波音にも有効な圧電型吸遮音構造体に関するものである。圧電フィルムに到達した低周波の音波は、フィルム振動時の発生電荷により生じる応力に基づく非線形振動により高周波の音波に変換される。この音波は導電性を付与した圧電フィルムにより、振動－電エネルギー熱と変換され、音を吸収する。また高周波の音に有効な多孔質繊維材料と組み合わせた構造体とすることにより、その防音効果を更に高めることができる。別紙の説明書に示されるように、厚さ45mmで面積30×40cmの導電層を有する圧電フィルムを多孔質繊維材料ではさんだ吸遮音構造体を試作し、小型残響箱によって音響透過損失を測定したところ全周波数領域において約10dBの音響透過損失の向上が観測された。

圧電型吸遮音材料の基本構造は図1に示すように、有機圧電体であるPVDF（ポリフッ化ビニリデン）のフィルムの両面にアルミ薄膜を蒸着して電極を形成し両電極間を抵抗でつなぐ。PVDFフィルムにより、音の振動エネルギーは一度電気エネルギーに変換された後、ジュール熱になる。従来の低周波（低音）の遮音に対する基本的な考え方は、重くて硬い、つまり音波でひずみにくい物体で音の振動を強制的に減衰させることにあった。これに対して、振動エネルギーを電気エネルギーに変換する有機圧電フィルムの場合は、材料の剛性はほとんど必要ない。むしろ、振動してくれることで音のエネルギーを消費してくれる。一般に音のエネルギーは小さく、新幹線走行時のごう音を電力に換算した場合でも100W/h程度といわれ、熱量も小さく問題はない。さらに、音響実験から導電層を有する有機圧電フィルムには、入射した音の一部を、その正数倍の周波数の音に変換する効果（非線形効果）があることがわかった。つまり、低周波音は有機圧電フィルムで減衰されると同時に、一部は高周波音に変換される。従ってロックウール等の多孔質繊維材料と組み合わせれば、低周波音から高周波音まで相当に高い遮音効果が期待できる。

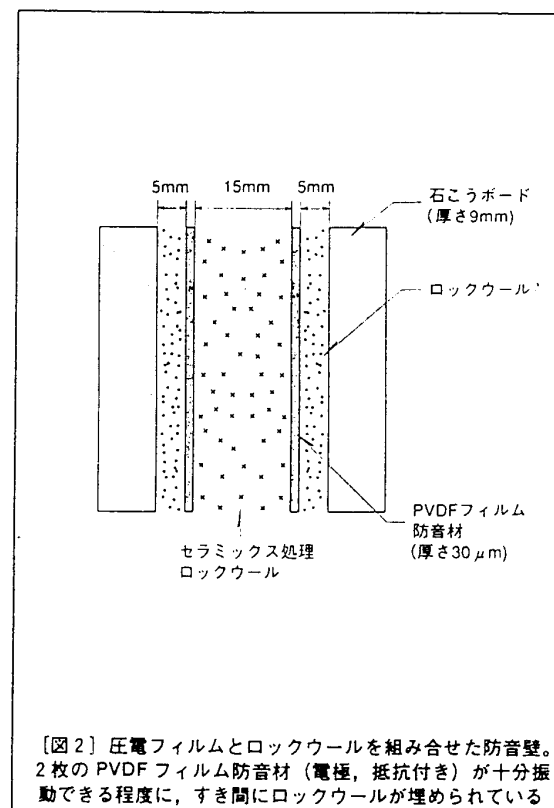


【図1】圧電フィルム型防音材の基本構造

そこで、縦、横のサイズがそれぞれ30、40cmで断面の構造が図2に示すような防音壁を試作した。図2の構成は2枚のプラスチックボードの間にロックウールおよび表面処理ロックウールとPVDFフィルム（厚さ30μのもの2枚）をはさんだものである。各材料の周波数における音響透過損失担当領域は、圧電材料は共鳴透過およびコインシデンス透過損失領域を、表面処理ロックウールは、中周波音域および圧電材料との組み合わせによる低周波音域を、また通常のロックウールは高周波音域の担当に対応してい

(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

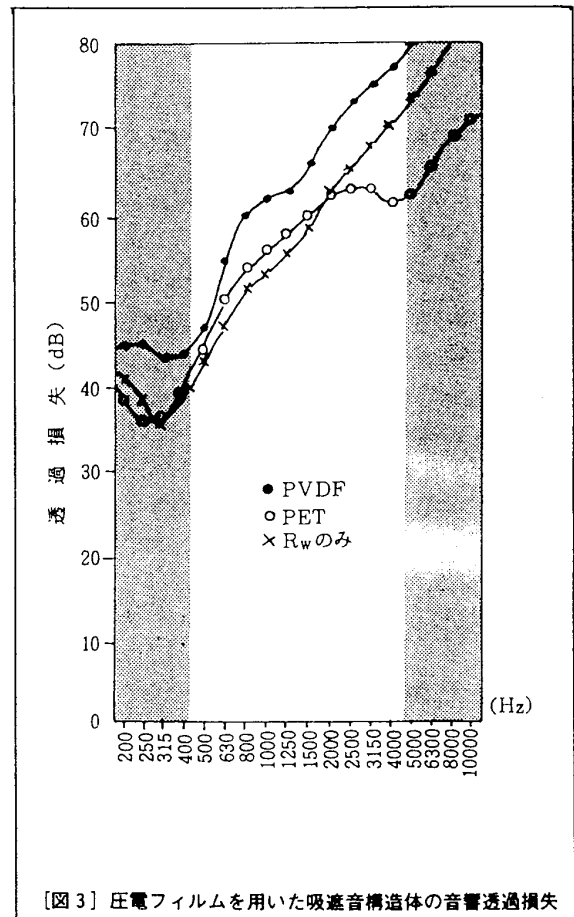
る。小型残響箱による音響透過損失実験の結果は、図3に示すようにプラスターボードにロックウールだけを挟んだ通常の防音壁に比べて、広い周波数域で約10 dB以上高い音響透過損失が得られた。特に20～400 Hzの低周波音の減衰率に注目したとき、PVDFの付加効果は厚さ10 cm程度の鉄板の付加に匹敵する。また同じ厚さの非圧電性フィルムのPET（ポリエチレンテレフタレート）をPVDFのかわりに付加した場合はこのような大きな音響透過損失は発現しない。この系での有機圧電材料の音響透過損失は（1）力学的損失（高分子材料の粘弾性効果）（2）電気的損失（圧電・導電効果）（3）周波数変換損失の部分にわけられる。PVDFはPETとほぼ同程度のTan δの値であるので（2）および（3）の効果によることは明らかである。フィルム単体でもかなりの減衰効果が期待できる。圧電セラミックスによる力学エネルギー減衰の研究では、等価回路的に考えた場合、減衰率を高めるためには外部よりLおよびR成分を導入したとき、共振点でのエネルギー吸収が非常に大きくなり散逸されるエネルギーは、材料のカップリング定数にあまり依存しないことが知られている。有機圧電フィルムはセラミックスに比べて弾性率や圧電率が小さいことや形態効果により、L成分が材料自体に内蔵されていると考えられる。またエネルギー吸収がカップリング定数にあまり依存しないことはPVDF以外の多くの有機材料の利用も可能であり、最適圧電



(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10

および導電材料の選定も重要課題の一つになっている。こうした成果をふまえ導電層を有する有機圧電材料の振動エネルギー吸収に関する基礎的研究を進めると共に最適材料、最適構造体、大面積への対応など実用的な防音壁の開発をめざして研究を進めている。



(注： フローチャート図，ブロック図，構成図，写真，データ表，グラフ等 研究内容の補足説明に御使用下さい)

様式-10