

〔経常 A〕

高分子材料の振動伝達と粘弾性特性について

佐伯 光哉

1 目的

包装材料は、海洋プラスチック問題、SDGs に対応した新しい材料の開発が急がれており、その例として、生分解、モノマテリアル化、紙化などがある。これまで使用されてきたプラスチックをこれからも使い続けるためには、環境に負荷をかけないリサイクル技術の確立が必要不可欠であり、多機能を実現するために使用されてきた複合化から、単一素材で多機能化を実現するモノマテリアル化を進める必要がある。さらに排出された包装材料を素材ごとに分別する技術も必要となる。本研究では、身近な機器を用いる方法として、プラスチックの硬さ（弾性率）に影響が大きい音声振動¹⁾を用いる方法に着目し、材料を限定すれば判別につながる情報を見つけられるかを検討したので報告する。

2 実験方法

2.1 試料

実験に使用した試料は、包装材に使用される高分子材料から、PET($t=50\mu\text{m}$)、OPP($t=40\mu\text{m}$)、LLDPE($t=60\mu\text{m}$)、EVA($t=60\mu\text{m}$)の4種類を試料に選定した。ここで選定した試料の厚みは、汎用の包装用資材として入手可能な公称厚さのものである。

2.2 測定方法

図1に使用した実験装置を示した。使用した加速度センサーはMEMS型センサーモジュールで、重量が1g以下と大変軽量なため、試料への影響が小さいのが特徴である。幅15mmの短冊状試料をスパン長160mmになるように実験装置にセットし、両端に加速度センサー2個を配置し、片方に基本周波数100Hzのサイン波を、パワーアンプを経由した波形信号を加振器に入力することにより試料を加振した。2つのセンサーは、試料の長さ方向とセンサーのx軸方向が平行になるように配置した。センサーから出力されるアナログ信号は、PCのAudio-In(2チャンネル)に入力後A/D変換により48KHz、16bitのwav形式の波形データとして記録し解析に使用した。

2.3 粘弾性測定

試料の粘弾性測定は、(株)レオロジ製、動的粘弾性測定装置/Rheogel-E4000を使用した。試料は、幅5mm、スパン長20mmで装置にセットして粘弾性の周波数依存性測定を実施した。測定した周波数は、10、100、200、400、800Hzの5段階である。

3 結果と考察

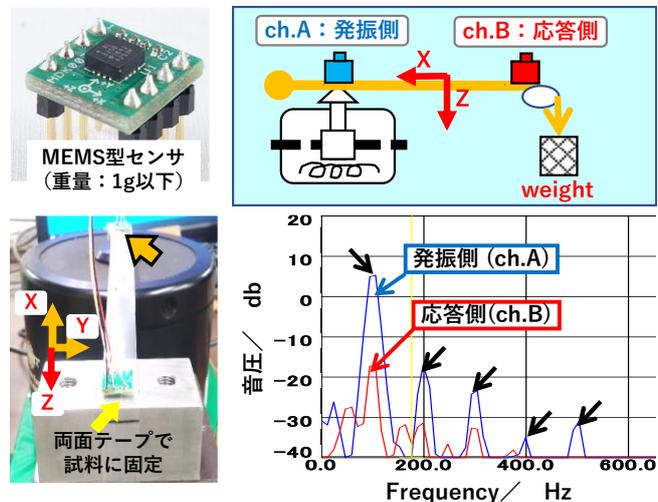


図1 実験装置

図1(右下グラフ)は、試料の両端(発信側 ch.A(グラフ青)、応答側 ch.B(グラフ赤))での試料の垂直方向の振動成分(z軸方向)をフーリエ周波数分析により音圧の周波数特性を示したものである。基本周波数100Hzで加振して観測される高調波(100Hz×n, n=1, 2, 3...8)のピーク(図1(右下グラフ)中の∟矢印)の周波数について、応答信号 ch.Bの周波数特性を図2に示した。図2からは、高調波のn数増加とともに応答する音圧は減少する傾向にあることが分かった。

一方、弾性測定より得られた貯蔵弾性率E'の周波数特性を示した図3では、貯蔵弾性率E'の値から比較的硬い試料のグループ(OPP, PET)、柔らかい試料のグループ(LDPE, EVA)に明確に分かれている。貯蔵弾性率E'(図3)と本研究で提案する音声振動の周波数特性(図2)では、図3で分かれる「硬い」、「柔らかい」のグループ間の音圧値の大小は図2においても同じであるが、グループ内の順位については相違があった。また図2では周波数の変化によって順位の入れ替わりも確認された。(例:100~200HzではOPP>EVA>PET>LDPE、400~600HzではPET>OPP>EVA>LDPE)

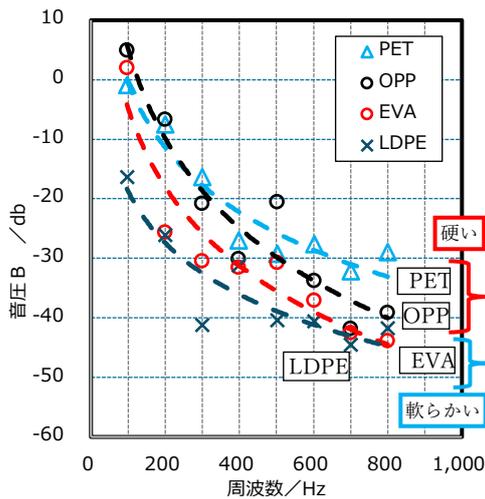


図2 応答側(ch.B)音圧の周波数特性

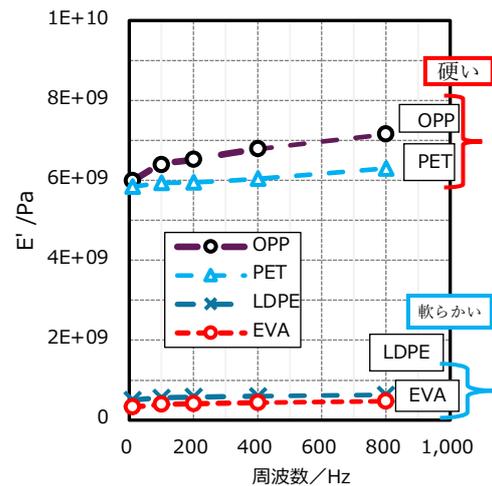


図3 貯蔵弾性率E'

4 結論

短冊状試料の片端を加振して反対側の端部の応答振動を計測した。本研究の結果、100Hzを基本周波数とする高調波における応答特性を測定することが可能であった。この特性は粘弾性計測で得られる貯蔵弾性率E'に比較して4種類の試料の音圧の大小において類似している点はあるが詳細な大小の順位は異なる結果となり音圧値の結果から直接の試料の判別は難しいことが分かった。これらのデータから判別するためには、試料厚みの影響、他の特性を含めて判断する必要があると考えられた。

参考文献

- 1) 「音に関わる高分子材料I」 宮田清蔵, 高分子, vol.37,5 (1988) .

(問合せ先 佐伯 光哉)