

氏名（本籍）	堀	光	雄	（岐阜県）
学位の種類	博	士	（工学）	
学位記号番号	甲	第	156	号
学位授与年月日	平成13年	6月20日		
専攻	物質工学専攻			
学位論文題目	高分子複合体の制振性の研究 (Mechanical Damping Properties of Polymer Composites)			
学位論文審査委員	（主査）	教授	橋	場
			稔	
	（副査）	教授	三	輪
			實	教授
				矢
				野
				紳
				一
		助教授	沓	水
			祥	一
		助教授	守	屋
			慶	一

論文内容の要旨

近年、音や振動による騒音公害と呼ばれる環境問題がクローズアップされている。また、それに対応して開発された、低騒音をキャッチフレーズとした商品や材料、技術が市場を賑わしている。

一般に、騒音対策材料には、大別して音を吸収する吸音材料、音を遮断する遮音材料、振動を吸収する制振材料、そして振動を絶縁する防振材料の4種類ある。

騒音の原因を調べると、ある振動体が振動することによって、他の部材が共振（共鳴）し、そこから音を発生する事例が多い。自動車を例にとると、エンジンの振動がフロアやダッシュボードに伝達され、それがある回転数になった時、共鳴し異音を発生する。つまり、異音を止めるには音の元である振動を止めることで解決する。その振動を止める材料が制振材料である。この材料の歴史は比較的新しく、特性値の評価方法がJIS化されたのは90年代に入ってからである。

制振材料は2つに大別できる。一つは制振鋼板に代表される拘束型制振材で、粘弾性体を両側から硬い金属で挟むと、振動が加わった時に粘弾性体にせん断力が加わり、分子の内部摩擦により熱エネルギーに変換して消費させるものである。もう一つは非拘束型制振材である。振動体に粘弾性体を貼り付けることで、振動が加わった時に粘弾性体が伸縮し、熱エネルギーに変換するものである。

拘束型制振材の場合は力学的特性の一つである損失正接（ $\tan \delta$ ）が制振性に寄与し、一方非拘束型制振材の場合は損失弾性率（ E'' ）が寄与すると一般的に言われている。また、制振性能を表す特性値としては損失係数（ η ）が用いられる。各制振材メーカーは η 値の向上のため日夜努力しているのが現状である。

従来の制振材料は一般に $\tan \delta$ または E'' のピーク温度が使用温度付近にあるポリマーを選択し、その中に鱗片状の雲母（マイカ）やガラス繊維等のフィラーをブレンドした

ものである。ここでは振動が系に加わった際、ファイラー同士の摩擦により、振動エネルギーを熱エネルギーに変換し、制振作用をおこす。当然ファイラーを高充てんする程、制振性能は向上するが、成形性が悪化したり、成型品の力学的物性が低下したりするためおのずと充てん量は決る。このため各メーカーの製品の性能は横並びであった。

本研究では次のように従来にない新しい方式の2種類の制振材を開発している。

第1に、ポリマーであるエポキシ樹脂に圧電セラミックスとカーボンファイラーを充てんすることで、振動エネルギーを圧電効果により一旦電気エネルギーに変換し、それにより発生した電流を抵抗体であるカーボンに流すことで熱エネルギーとして消費するという新しいタイプの制振材を開発している。(第2章)

第2に、熱可塑性樹脂に著者らが発見した分子量300~500程度の低分子化合物を添加することにより、著しく制振性能が向上した制振材を開発している。この材料は従来にない高性能の制振材である。さらにその制振メカニズムを明らかにした。(第3章)

論文審査結果の要旨

本論文は新しい2種の制振性高分子複合体の開発とその発現機構について研究したものである。

第一に、圧電材料であるPZT、導電性のカーボンブラック粉末をエポキシ樹脂にブレンドした複合体を作り、その制振性を調べている。その結果、この複合体は有効な制振性を示すことを見出している。この制振材料はセラミックであるPZTと比べて成形性が良い。さらに外応力によってPZTより発生した電流をカーボンブラックによって外部へ流すことにより、外部からの機械エネルギーを電気エネルギーに変換する。その結果、大きな制振性が発現することを明確にしている。

第二に、ポリ塩化ビニル(PVC)、塩素化ポリエチレン(CPE)等のホスト高分子に申請者が発見した有機化合物、例えば、N、N'ジシクロヘキシルベンゾチアジルスルフェンアミド(DCHBSA)及び2-[2'-ハイドロキシ-3'- (3'', 4'', 5'', 6''-テトラヒドロフタリミデメチル)-5'-メチルフェニル]-ベンゾトリアゾール(2HPMMB)等を溶解した新しい制振性高分子複合体を開発している。この複合体では、上記の有機化合物の添加量により、PVC、CPE等のホスト高分子のガラス転移を制御でき、さらにガラス転移点付近では非常に大きな力学的損失を示すことを見出している。この結果、この大きな損失が大きな制振性を起し、この高分子複合体が従来にない優秀な制振材であることを明らかにしている。現在、この複合体は市販され、最も優秀な制振材として注目されている。申請者はさらにこの制振性がPVC、CPEの塩素原子がDCHBSA等の有機化合物と分子間相互作用し、発現するという興味ある推察を行なっている。

以上のように申請者は新しい2つのタイプの制振性高分子複合体を開発し、その工業的有用性と機構を明らかにしている。この結果は十分に工学博士の学位に値すると判定し、合格とした。

最終試験結果の要旨

最終試験結果は優秀であり、合格とした。