

第5号様式

論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)	氏名	Chen Liu
学位授与の要件	学位規則第4条第1・2項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>Study on the Measurement of High-Speed Impulsive Force Using Piezoelectric Film</p> <p>(圧電フィルムを用いた高速衝撃力の計測に関する研究)</p>			
<p>論文審査担当者</p> <p>主 査 教 授 藤本 由紀夫</p> <p>審査委員 教 授 北村 充</p> <p>審査委員 教 授 濱田 邦裕</p> <p>審査委員 助 教 田中 義和</p>			
<p>[論文審査の要旨]</p> <p>本研究は、高分子圧電材料を用いて高速衝撃力を計測できる薄型センサの開発を行ったものである。まず、シート型衝撃力センサ、パッド型センサおよび変動荷重検出板の3種類の薄型センサを試作し、これらセンサが高速衝撃荷重に対して優れた応答特性を示すことを実験的に明らかにしている。また、それらの適用性を野球バットの打撃力測定、ボクシングのサンドバッグ叩き試験を通じて明らかにしている。次に、衝撃力センサを荷重負荷側と受側の両面に組み込んだ落下型衝撃力測定装置を試作して、各種柔軟素材の衝撃波形計測を行い、柔軟素材では衝撃力の初期にひずみ速度依存性に起因する棘波形が生じることを明らかにしている。また、動力学モデルを用いた衝撃シミュレーションを行って、棘波形の原因が粘性抵抗の遷移現象によって生じるものであることを明らかにしている。</p> <p>第1章は緒論であり、本研究の背景と目的および論文構成について述べている。</p> <p>第2章では、圧電方程式に基づいてセンサ出力と衝撃力の計測原理を示している。</p> <p>第3章では、シート型衝撃力センサ、パッド型センサおよび変動荷重検出板の3種類の性能を各種衝撃試験で明らかにしている。とくに、圧電フィルムの両面を金属シートで挟み、全体を樹脂膜でラミネートした薄く強靱なパッドセンサは、従来のロードセルと比較してより高速な衝撃力が計測可能であることを、運動量理論と波形力積の計測に基づいて明らかにしている。</p> <p>第4章では、パッドセンサの高速衝撃力への適用例として、野球バットの衝撃力を</p>			

取り上げ、バットの円柱曲面部分に巻きつけて使用できるセンサを開発して、ピッチャーの投げた硬球の打撃実験を行い、良好な打撃波形が計測できることを明らかにしている。

第5章では、柔軟表面で使用できる衝撃力センサとして、複数の小型シート型衝撃力センサをマトリクス配置してなるフレキシブル衝撃力センサを開発している。そして、センサをサンドバッグに設置してボクシング打撃を行い、従来困難とされていたフレキシブルな表面での衝撃力が測定可能なことを示している。

第6章では、まず、パッドセンサと変動荷重検出板を検知部に組み込んだ落下型衝撃負荷装置を試作している。次に、この装置を用いて、寒天、ゴム、ゲル、粘土、スポンジゴム、食肉などの柔軟素材の落下衝撃力を計測している。そして、柔軟素材の平面正面衝突では、ほぼ全ての素材で衝撃力波形の初期に棘状波形が生じることを明らかにしている。

第7章では、棘状波形の発生原因を解明する目的で、粘性抵抗の遷移現象を考慮した動力学モデル（標準線形固体モデル）を用いて衝撃力波形のシミュレーションを行っている。粘性抵抗遷移とは、衝撃力が負荷された瞬間に、ひずみ速度依存性により著しく硬化した柔軟素材が、棘の頂点付近で粘性抵抗が急激に低下して軟化する現象である。粘性遷移現象が生じる物理的理由は未だ解明するに至っていないが、粘性抵抗遷移が生じると仮定することによって、棘を含む衝撃波形の全体が実験値に近い値にシミュレートできることを示している。

第8章では、本研究を通じて得られた主な結論と将来の研究課題を要約している。

本論文で開発したセンサは高速衝撃力の計測に有効であり、様々な業界（機械業界、造船業界、自動車業界、建設業界など）への貢献が期待できる。

よって審査の結果、本論文の著者は博士（工学）の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500字以内とする。