圧電フィルムを用いたひずみセンサーの開発に関する一考察

○明石工業高等専門学校　正会員　石丸　和宏
大阪工業大学　フェロー　園田恵一郎
錢高組　内海　慶彦

1．はじめに

兵庫県南部地震では多くの土木・建築構造物が甚大な被害を受け，それらの中には曲げ，せん断や衝撃的な力によるものなど様々な破壊形式が見られた．これは同じ地震動であっても，構造物と地盤の接触条件などにより構造物が受ける力は異なるためである．したがって，構造物が受ける力を直接計測することは耐震問題において重要であると思われる．一般に，構造部材が受ける力(ひずみ)を計測する場合，ひずみゲージにより力(ひずみ)を計測するが，長期間の計測では電源やバランス調整等の問題があるため，地震計と同様に長期使用するには改良の余地があるように思われる．

本研究ではひずみゲージの代わりに，圧電素子を用いたフィルムをひずみ計として利用するセンサーの開発を行うことを目的とする．実験では，圧電フィルムの特性を調べるために金属板にひずみゲージと圧電フィルムを貼り付け，自由落下により衝撃を与える衝撃実験と振動実験を行い，両者を比較検討し，圧電フィルムの特性を調べる．

2．ピエゾフィルムセンサー

本実験で用いる圧電フィルムは呉羽化学工業(株)が開発したポリフッ化ビリニデン(PVDF)の一軸延伸分極フィルム(KF ピエゾフィルムと呼ばれる)を利用したものである．図 1 に示すセンサーの厚みは 40 から 80 ミクロンの KF ピエゾフィルムを 0.1mm 厚の 2 枚のリン青銅板の間に蒸着したもので，延伸方向にひずみを受け取るとリン青銅板の間に電極が発生(分極)し，力学的エネルギーを電気エネルギー(圧電性)に変換する機能を持っている．写真 1 に使用したシグマ・ガル(株)製作のピエゾフィルムを示す．

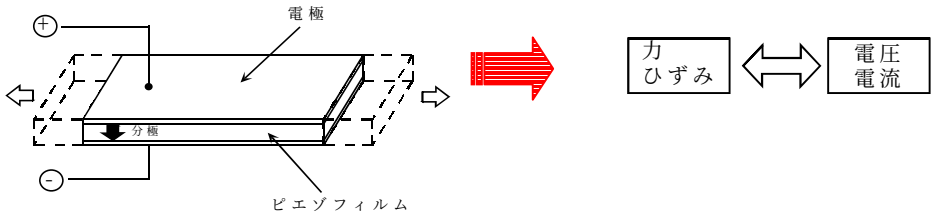

図 1　ピエゾフィルム

3．縦衝撃，振動実験

衝撃実験として図 2 に示すようにステンレスロッドにひずみゲージとピエゾフィルムを対称に貼り付け，コンクリート床上に鉛直落下させた．計測ではローパスフィルターは動ひずみ計：30kHz，チャージアンプ：50kHz とし，200kHz のサンプリング周波数で記録した．図 3 にひずみ応答図を示す．ひずみ応答は応力波の到達とともに変動し，ひずみゲージでは図においてノイズと思われる微細な変動が見られるが，ピエゾフィルムでは見られない．しかしながら，応答の周期はほぼ一致しており，ピエゾフィルムは動ひずみ計としての応答性は非常に高いことがわかる．

写真 1　ピエゾフィルムセンサー

キーワード：ピエゾフィルム，圧電素子，地震計，ひずみゲージ
連絡先：〒674-8501　兵庫県明石市魚住町西岡 679-3，TEL　078-946-6141，FAX　078-946-6184

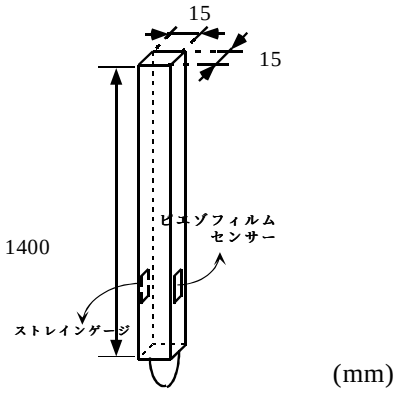

図 2　ステンレスロッド概略

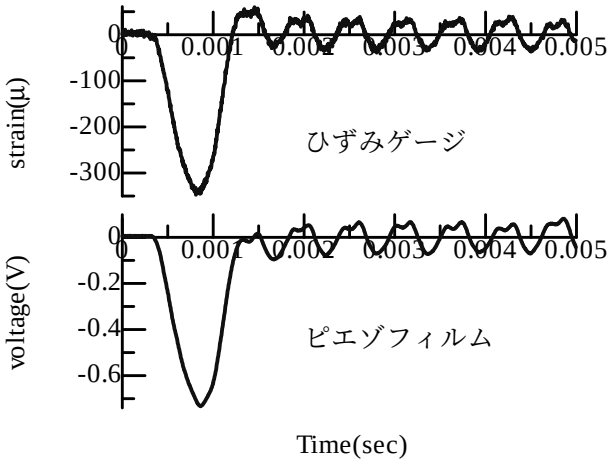

図 3　ステンレスロッドのひずみ応答曲線

次に，片持ち形式の鉄板にひずみゲージとピエゾフィルムを貼り付け，振動させた場合の結果を図 4 に示す．ローパスフィルターは衝撃実験と同じであるが，サンプリング周波数は 500Hz とした．ひずみゲージの衝撃応答で見られた微細な変動はなく，ほぼ同様の曲線が得られた．図 5 にひずみとピエゾフィルムより得られる電圧の相関関係を示す．図よりひずみと電圧にはほぼ線形の関係が見られ，ピエゾフィルムはひずみ計測に利用可能であると思われる．

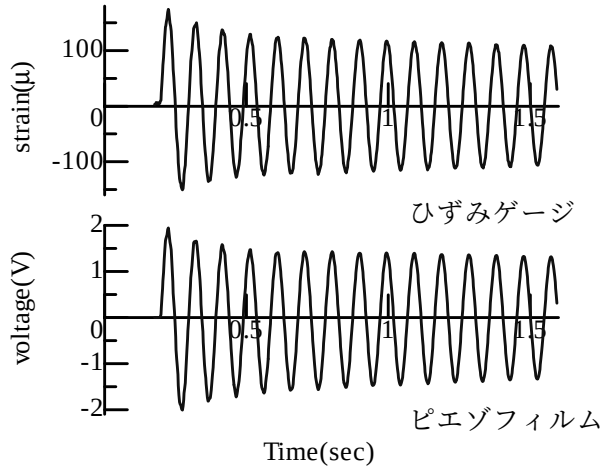

図 4　振動実験によるひずみ応答図

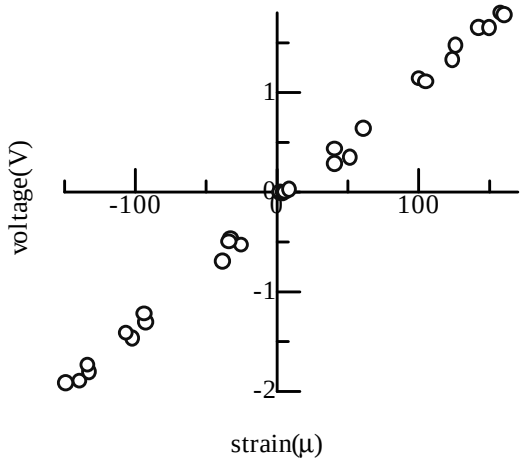

図 5　ひずみと電圧の相関関係

４．まとめ

高周波特性を有するピエゾフィルムとひずみゲージを貼り付け，衝撃，振動実験を行った結果，ピエゾフィルムの応答はひずみゲージとほぼ一致し，ひずみ計測に関して，高い応答性を示すことがわかった．また，ひずみとピエゾフィルムより得られる電圧には，ほぼ線形の関係があることがわかり，ピエゾフィルムはひずみ計測に利用可能であると考えられる．今後，RC 部材による衝撃，振動実験などを行い，ピエゾフィルムの特性を調べ，簡易で長期間使用可能な動ひずみセンサーの開発を行う予定である．

謝辞：本実験を行うにあたり，日立造船(株)の岩田氏，シグマ・ガル(株)の納谷氏に対し心から御礼申し上げます．

参考文献 1)園田恵一郎，小林治俊，他：地震による土木構造物の衝撃的破壊について，兵庫県南部地震における構造物の衝撃的破壊に関するシンポジウム，日本建築学会，pp．37-44，1997．3．2)園田恵一郎：地震時に実在構造物に導入される応力(ひずみ)の現場計測システムの構築，土木学会構造工学委員会衝撃実験・解析法の標準化に対する研究小委員会資料，2000．10．3)勝見圭介，琵琶志郎，松本英治，柴田俊忍：高分子圧電フィルムを用いた静的ひずみ分布の測定，日本機械学会論文集(A)編，64 巻 617 号，1988．1．