

自立型常時ひずみ観測システムの開発に関する一研究

明石工業高等専門学校 正会員 石丸 和宏
 広島大学総合科学部 学生会員 石原 駿佑
 ○岐阜大学工学部 学生会員 橋本 拓也
 明石工業高等専門学校 椿本 博久

1. はじめに

1995年に発生した兵庫県南部地震により未曾有の被害が起こった。その後、防災科学技術研究所により地震観測網(K-NET(1996年), KiK-NET(1997年))が整備され、日本各地で発生する地震の揺れを捉えることができるようになり、地震研究だけでなく多方面の分野で大いに役立っている。それらの地震の中には、兵庫県南部地震より大きな加速度を記録した地震もあったが、兵庫県南部地震で見られた柱中間部での破壊、鋼製橋脚の脆性破壊など、衝撃的な力の作用と思われる構造物の破壊はほとんど見られなかった。これは構造物の受ける力は地盤の接触条件などにより異なるためと考えられ、構造物の破壊の原因を究明するためには、地震の揺れだけでなく衝撃的な力も含めた構造の部材が受ける力を直接計測することが重要であると思われる。構造部材の受ける力(ひずみ)を計測するにはひずみゲージの使用が一般的であるが、長期間の計測では電源の確保、バランス調整等の問題があるため、現在地震計と同様の観測網とするためには改良の余地があるように思われる。

これまで筆者らは、ひずみ計測をひずみゲージの代わりに圧電フィルム(ピエゾセンサー)を用いて、ひずみ計測システムの開発を行ってきており、振動については計測できることが確認できている[1]。本研究では、このシステムに改良を加え、衝撃的な力を捉えられるシステムを作成し、安価な自立型の観測システムの開発を行う。

2. 作製回路

写真1は今回作製したシステムの回路の一部(チャージアンプ)である。回路は大きく4つに分かれており、積分回路、反転加算回路、ハイパスフィルタとローパスフィルタを応用し、順次つなぎ合わせた構成になっている。ピエゾセンサーが圧電効果によって電荷 Q を発生すると、チャージアンプの回路内で Q の変化を計測するための演

算が行われる。回路においてバランス調整を不要にするため、可変抵抗を用い反転加算回路によりゼロ点補正を可能にしている。また、ノイズなどの微弱な周波数を遮断するため、回路にハイパスフィルタ、ローパスフィルタを設けた。これらは設定周波数の範囲外の周波数を遮断するための回路であり、本実験においては、ハイパスフィルタを 0.3Hz、ローパスフィルタを 50kHz と設定した。

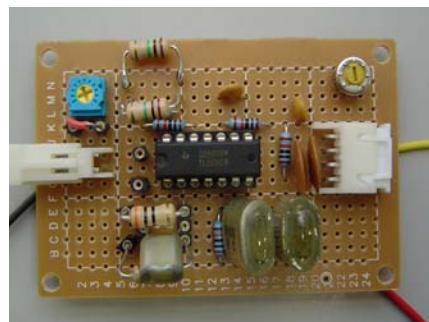


写真1 自作チャージアンプ

3. 衝撃実験

本実験では、ピエゾセンサーとひずみゲージを貼り付けたアクリル板に衝撃を与え、そのひずみ波形を比較する。アクリル板にピエゾセンサー(LDT0-028K：東京センサ)2枚とひずみゲージ1枚を貼付する(図1)。ピエゾセ

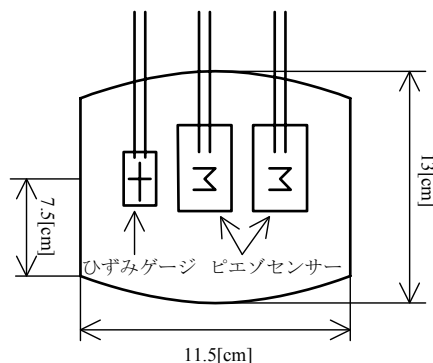


図1 アクリル板

キーワード：ひずみ観測、ピエゾセンサー、地震、自立型、衝撃

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

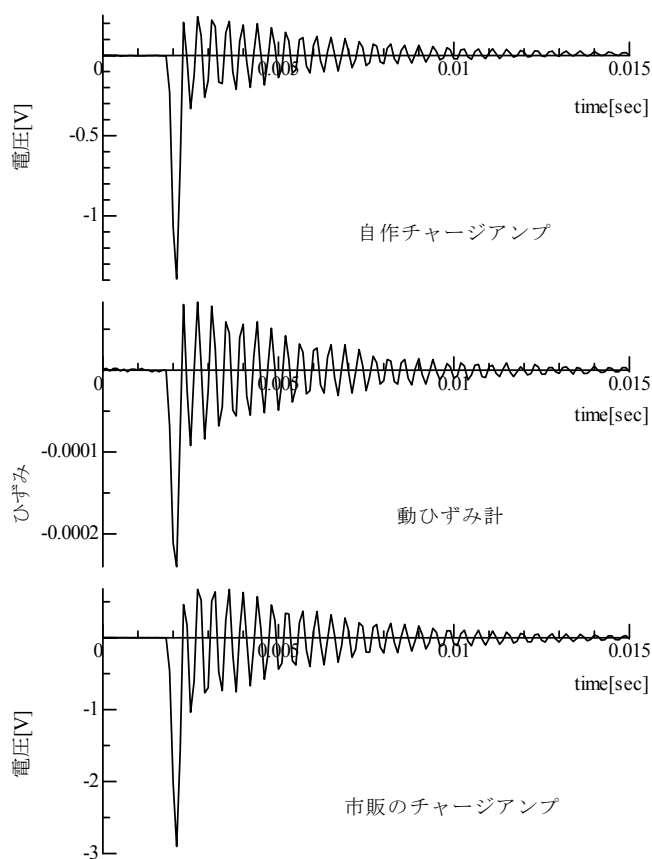
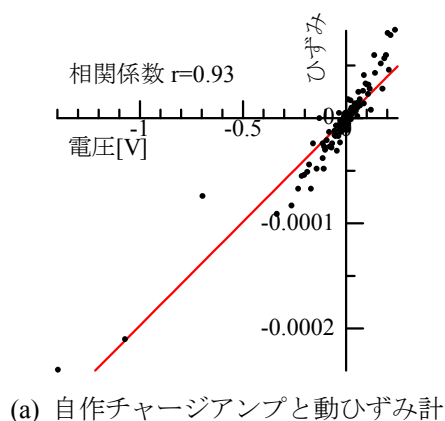


図2 ひずみ波形

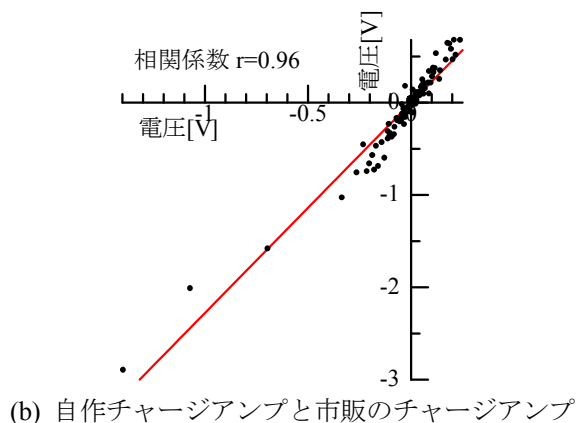
ンサーをそれぞれ自作チャージアンプと市販のチャージアンプに接続し、ひずみゲージは動ひずみ計に接続する。ノイズを除去するために、ピエゾセンサーに接触するようにアクリル板に銀紙を巻き、アースと接続する。アクリル板に初速をつけて床に衝突させることで、衝撃を与え、そのひずみを計測する。サンプリング周波数は10kHz、記録時間は0.1sec、電源電圧は5Vとする。

実験において動ひずみ計の感度調整 (SENS) は $100 \times 10^{-6} \text{V}$ 、定格出力 (RO) は 5V、ローパスフィルタは 10kHz と設定した。市販のチャージアンプのセンサー感度 (SENS) は 500pC/EU、測定範囲調整 (RANGE) は 3.16EU/FS、ローパスフィルタは 3kHz と設定した。図2は衝撃実験を行ったときの自作チャージアンプ、動ひずみ計、市販のチャージアンプより得られたひずみ波形である。横軸に時間[sec]、縦軸にチャージアンプ(ピエゾセンサー)は出力電圧[V]、動ひずみ計(ひずみゲージ)はひずみである。図より自作チャージアンプ、動ひずみ計、市販のチャージアンプのひずみ波形はほぼ同じ波形が得られていることが分かる。

図3(a), (b)は図2の各波形のばらつきの度合いを調べるため描いた相関図である。図中の直線は最小二乗法に



(a) 自作チャージアンプと動ひずみ計



(b) 自作チャージアンプと市販のチャージアンプ

図3 相関図

より描いた近似直線である。図より自作チャージアンプと動ひずみ計、自作チャージアンプと市販のチャージアンプの相関係数はそれぞれ0.93, 0.96と高い値であった。このことから自作チャージアンプ、動ひずみ計、市販のチャージアンプには高い相関関係があることが分かり、自作チャージアンプにより衝撃の計測を行えることが確認できた。

4. おわりに

本実験により、振動だけでなく衝撃においても計測できる安価かつ小型の自作チャージアンプが作成できた。今後は、自立型の観測システムとしてトリガの設定とデータの保存が行えるよう回路に改良を加え、また、コンクリート柱や構造物にピエゾセンサーを貼付し、振動、衝撃力を与えデータ計測の信頼性を確認する。

参考文献[1]石丸和宏, 春木康輔, 森本勇輝: 簡易ひずみ観測装置の開発, 明石工業高等専門学校研究紀要, Vol. 48, pp. 58-63, 2005