

地震時ひずみ計測に及ぼすローパスフィルターの影響

明石工業高等専門学校	正会員	石丸 和宏
豊橋技術科学大学工学部	学生会員	内甌 彰人
佐賀大学工学部	学生会員	橋本 竜佑

1. はじめに

日本では、大都市で直下型の兵庫県南部地震が発生し、今後も直下型地震の発生が予期されている。そのため、今日の土木構造物には、高い耐震性が求められているが、高い耐震性を有する構造物の実現のためには、これまでに被害を受けた構造物の破壊原因を調べる必要がある。この原因を調べるためには、外力を受ける土木構造物の応力を求めることが重要であるが、土木構造物の応力を直接調べることは困難である。そこで、応力に比例するひずみを調べるのが一般的である。

これまで石丸ら[1,2]は自立型の簡易ひずみ観測装置の開発のため、 piezoelectric sensor を用い、自作でアンプ(チャージアンプ)を作成し、そこから得られるひずみとひずみゲージから得られるひずみを比較し、簡易ひずみ観測装置の有効性を調べてきた。その結果、構造物の揺れのような数 Hz の振動では、ひずみはほぼ一致することがわかったが、衝撃的なひずみの場合、ノイズの影響を大きく受け、両者のひずみ波形の相関性があまりよくなかった。ノイズを除去するためにひずみゲージの動ひずみ計のローパスフィルター(以後 LPF とする)をかけると、ノイズの除去とともに両者の波形に位相のずれが発生し、結局、相関係数が下がってしまうことがわかった。したがって、本研究では、 piezoelectric sensor および動ひずみ計の LPF がひずみ波形に及ぼす影響を調べ、今後、そのデータを基に簡易ひずみ観測装置の開発を行う。

2. piezoelectric sensor

本研究で用いた piezoelectric sensor は、圧電効果を有するプラスチック、ポリフッ化ピリニデンから作られたものである。 piezoelectric sensor とは、物質の圧電効果を利用し、変異を加えた際に、ひずみの変化量に比例して電荷を発生する性質を持つセンサーである(写真 1)。



写真 1 piezoelectric sensor

3. 振動実験

本実験では、 piezoelectric sensor とひずみゲージを貼り付けたアクリル板に振動を与え、そのひずみ波形を比較する。アクリル板に piezoelectric sensor (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)。 piezoelectric sensor を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、アクリル板に銀紙を巻き、アースと接続する。アクリル板をスピーカーに取り付け、振動させることでひずみを発生させ、これを計測する(図 2)。アクリル板の振動を 50Hz、100Hz、500Hz、1kHz と設定するのに対して、チャージアンプの

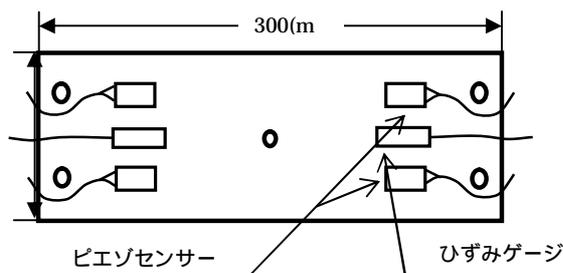


図 1 アクリル板

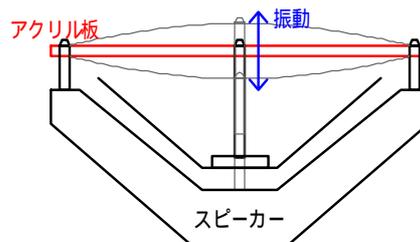


図 2 スピーカー

キーワード：自立型、ひずみ観測、 piezoelectric sensor、地震、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

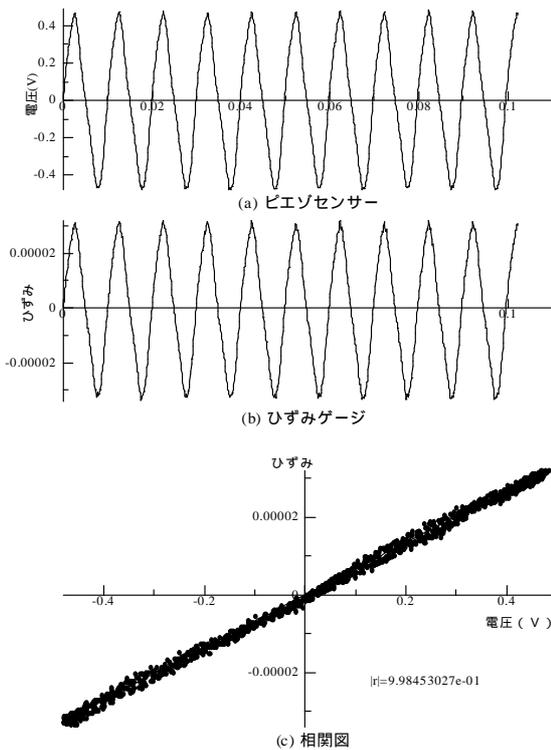


図3 100Hz 振動時のひずみ波形と相関図
(動ひずみ計 LPF=3kHz,チャージアンプ LPF=3kHz)

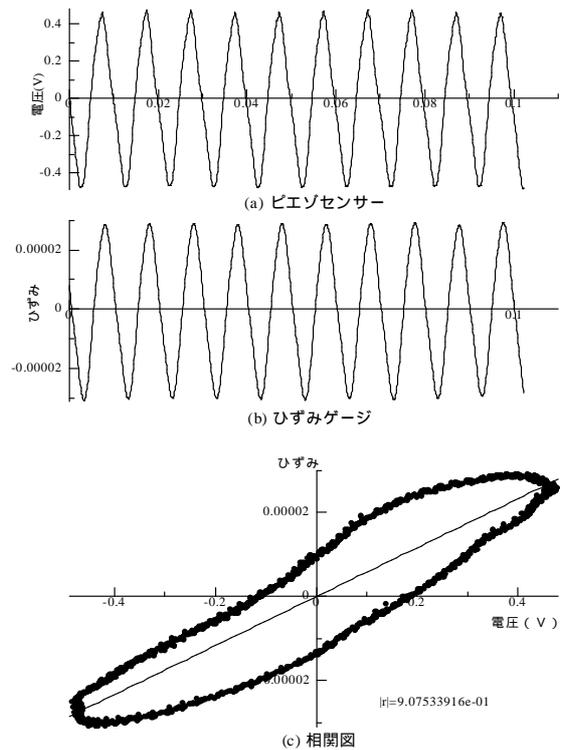


図4 100Hz 振動時のひずみ波形と相関図
(動ひずみ計 LPF=300Hz,チャージアンプ LPF=3kHz)

LPF を なし , 3kHz, 300Hz と変化させ, このそれぞれの変化に対して動ひずみ計の LPF を なし , 10kHz, 3kHz, 1kHz, 300Hz と変化させて, ひずみ応答の計測を行った. 動ひずみ計の感度調整(SENS)は $1000 \times 10^{-6} / V$, 定格出力(RO)は 8[V], 市販のチャージアンプのセンサー感度(SE NS)は 800[pC/EU], 測定範囲調整(RANGE)は 3.16[EU/FS]である.

図3 はアクリル板の振動を 100Hz, 動ひずみ計の LPF とチャージアンプの LPF をいずれも 3kHz に設定した時の実験結果である. また, 図4 はアクリル板の振動を 100Hz, 動ひずみ計の LPF を 300Hz, チャージアンプの LPF を 3kHz に設定した時の実験結果である. ここに, (a)はひずみゲージのひずみ応答図, (b)はチャージアンプのひずみ応答図, (c)は相関図である. また, ピエゾセンサーのひずみ応答図は横軸に時間[sec], 縦軸に電圧[V]を示し, ひずみゲージのひずみ応答図は横軸に時間[sec], 縦軸にひずみを示し, 相関図において横軸は電圧[V], 縦軸はひずみである. また, サンプリング周波数は 10kHz に設定した. 図3 の条件では約 0.998 という非常に高い相関係数が得られた. また, 相関図はプロットが直線分布を形成していることから, 位相のズレもほとんどないと考えられる. 図4 の条件では相関係数は 0.908 という高い値

が得られた. しかし, 相関図を見るとバラつきはほとんど見られないものの, プロットの分布が楕円形を描いており, ピエゾセンサーとひずみゲージのひずみ応答図に位相のズレが生じていることが分かる. 以上から, 位相のズレはチャージアンプと動ひずみ計の LPF を一致させた場合に, 著しく低減されることが分かった.

4. おわりに

本研究は, ひずみを発生させる装置を製作・改良することによって LPF に焦点を絞った実験を行い, チャージアンプと動ひずみ計の LPF を一致させれば位相のズレが大きく低減できることが分かった. 今後, 数 Hz の振動から衝撃的なひずみを計測できる自作チャージアンプを用いた簡易ひずみ観測装置の開発を行う.

参考文献[1]石丸和宏, 汐満将史, 山野辰則: 動ひずみ計のローパスフィルターがひずみ波形に及ぼす影響, 明石工業高等専門学校研究紀要, No. 51, pp. 35-39, 2008.

[2]石丸和宏, 石原俊祐, 橋本拓也, 椿本博久: 自立型常時ひずみ観測システムの開発に関する一研究, 第 61 回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM:DISC1), 土木学会, pp. 495-496, 2006.