

VI-149

簡易震度測定器の概念設計

茨城大学大学院	学生員	加藤 浩俊
茨城大学工学部	正会員	野北 舜介
同 上	正会員	桑原 祐史

1. はじめに

実際に地震が起こった場合を想定して、土地そのものの“揺れ”特性を把握しておけば、各種工事を進める際の工法の選定や、土地の利用用途の選定の際に役立つものと考ええる。そこで本研究は一般家庭でも簡単に地震の“揺れ”の程度を客観的に測定できる「簡易震度測定器」の開発を指向する。簡易で安価な測定器を数多く設置することにより、気象台や自治体による拠点単位での地震情報を補間する意味あいを持つ情報を作成することができる。その第一歩として、本発表では、“揺れ”を検知するための加速度センサの特性を調べ、簡易震度測定器の基本構想を提案する。

2. 実験装置の全体構成

実験装置の全体構成を図-1に示す。加振器で起こした振動を加速度センサで検知し、デジタルストレージスコープに時間-電圧波形として表示した。デジタルストレージスコープへ取り込んだ波形はデジタルデータとして記憶され、RS-232Cケーブルを介してパーソナルコンピュータへ転送し、解析に備えた。なお、加速度センサとして村田製作所製の圧電素子（衝撃センサPKS1-4A1）を用いた。

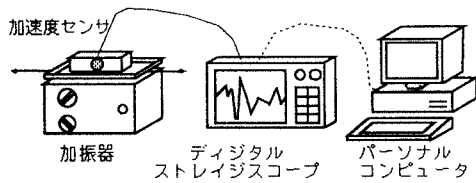


図-1 実験装置の全体構成

3. 実験結果

加速度センサの特性を振動方向と振動強度を変化させて調べた。その結果、観測波形、もしくはフーリエ変換を行ったパワースペクトル図から振動の周波数の違い、強度の違いを識別できることが判った。

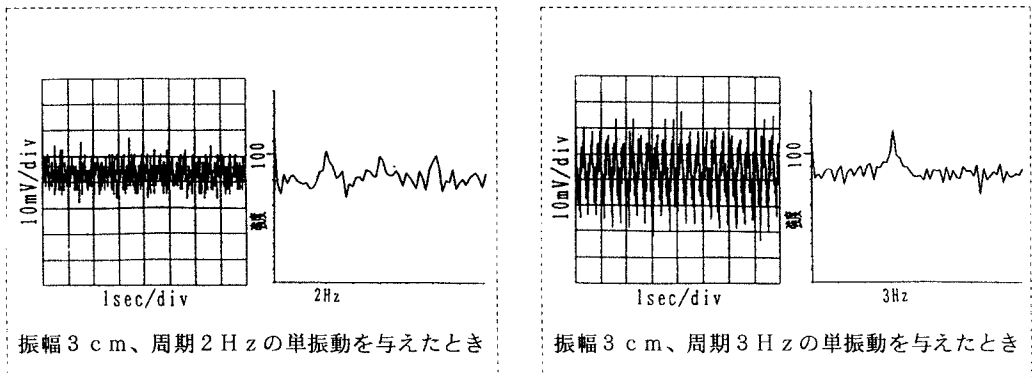


図-2 観測波形およびパワースペクトル図

振動強度別の観測波形（図-2）を比較すると2Hzのときより3Hzの振動を与えたときの方が大きな振幅を観測しており、振動の加速度が大きくなれば、観測される波形は大きくなることが判った。

センサ面に対する振動方向の角度 θ をいろいろと変えて行った実験では、振動方向によりセンサの感度が変わることが判った。そこで、センサが検知する加速度は、振動方向の加速度 B の分力 b_1 （センサ面に対して垂直に働く成分）であると仮定すると（図-3）、

$$b_1 = B \sin \theta \quad \dots\dots\dots (1)$$

が成り立つ。この式では $\theta = 0^\circ$ の時の検知加速度は0になるが、実際は $\theta = 0^\circ$ の時も加速度を検知していた。そこで、 $\theta = 0^\circ$ の時に観測された値を測定上のノイズと考え、測定された全ての値からこのノイズを差し引き実測値（ノイズ補正済）

表-1 起電力の比較

θ	実測値(mV) (ノイズ補正済)	理論値(mV)
0°	0	0
30°	3.822	3.407
60°	6.117	5.900
90°	6.813	6.813
120°	5.217	5.900
150°	3.713	3.407

とした。 $\theta = 90^\circ$ の時の

実測値を式(1)の B として

b_1 を計算した理論値と比較すると、表-1に示すようにほぼ同じ値となっており、式(1)の仮定は正しいと考えられる。このことから、振動の加速度はそのベクトル成分を計算することにより求めることができる。

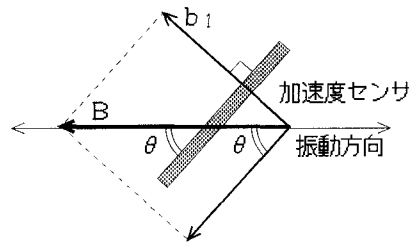


図-3 センサ面と振動方向の関係

4. 加速度センサの配置と演算回路の提案

加速度センサを用いて地震動の加速度を求めるためのセンサの配置方法を案を図-4に示す。図-4のように配置したセンサから加速度 a_1 、 a_2 、 a_3 に対応する電圧 b_1 、 b_2 、 b_3 を取り出す。これから、加速度ベクトルの大きさ B は、

$$B = \sqrt{b_1^2 + b_2^2 + b_3^2} \quad \dots\dots\dots (2)$$

で求まる。

加速度ベクトル B は図-5に示したアナログ演算回路によって式(2)を計算することで瞬時に求めることが可能となる。

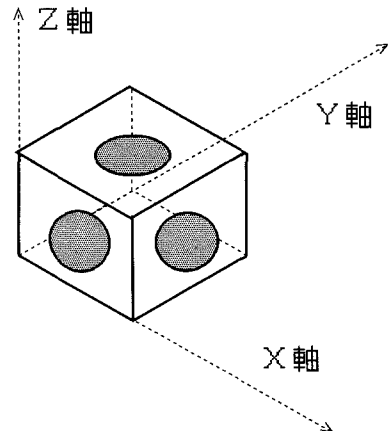


図-4 センサ配置

5. おわりに

3個の加速度センサを正確に直交させた測定系を作るならば、測定系に加えられた加速度を式(2)によって求めることができる。

このとき、それぞれのセンサの計測誤差が同水準であり、かつ、信号処理系（電子回路）の信号変換誤差が無視できるならば、簡易震度測定器による加速度計測誤差は、センサの計測誤差と同程度となる。

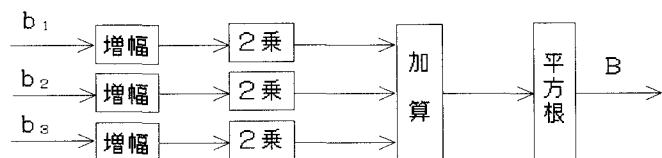


図-5 演算回路