

高周波強震計の試作

建設省土木研究所 大久保忠良 明石製作所 ○後藤健一

1 まえがき

現在広く使用されているBMAO形強震計の振子の固有周期は、0.1秒または0.14秒であり、これより長い周期の地震加速度の測定に使用されている。高層建築や大きな土木構造物あるいは軟弱な地盤等で、問題となる地震動の周期が比較的長い場所での観測は、この程度の周期の加速度計で充分であった。

しかし固い地盤上の観測等で、短周期成分を多く含んでいる強震記録の解析を行なう場合

- 1) 振子の周期特性による記録波形の補正を行なわなければならない。
- 2) 固有周期附近およびそれより短い周期の地震動に対しては記録倍率が小さくなり精度が低下する。

等の欠点があり、現在のBMAO形強震計より短かい周期まで観測出来る強震計の開発が以前から要求されていた。

この様な要求を満たすことは、動電形加速度計の採用によっても或程度可能であるが、最大ストロークや最大加速度に限界があり、設備の保守・管理の面でも得失がある。そのため、われわれは、従来の経験と実績を生かして機械式加速度計による短周期の強震計を製作する計画を立てた。

2 設計条件の検討

今回計画された「高周波強震計」は、基本的にBMAO形強震計の設計方針をうけついでているがその構造・機能には大巾な変更が加えられている。

1) 記録範囲と倍率

BMAO-B形強震計は、1000ガルまでの地震動を記録することを目標に設計され、±40mmの記録が得られる様に調整されている。その後、もっと小さい地震まで確実に記録したいという希望に応じて、振子の固有周期を長くし、感度を2倍、すなわち500ガルで40mmの記録が得られるB2形が製作された。地盤関係の強震観測には、記録感度の点から後者の方が多く使用されているのが実情なので、今回計画した強震計は、固有周期を短かくし、かつBMAO-B2と同程度の記録を得ることを目標とした。

固有周期を0.05秒(200P.S.)とすると、同じ倍率で500ガルの記録は5mmとなり、BMAOと同等を記録するためには、更に8倍の拡大が必要となる。

2) 振子の形状および記録方式

BMAO形強震計の拡大機構に、更に8倍のテコを追加するためには、固体摩擦に打勝つために、それに対応して振子の質量を増さねばならない。使用範囲を短周期まで伸ばすためには、拡大機構や記録ペンの部分に有害な共振を起さまい様、それらを出来るだけ小形に設計しなければならぬ倍率を上げ、かつ短周期まで使用可能にするという矛盾した要求を実現するために、解像力の良い記録方式を採用し、得られた記録を光学的に拡大してBMAOと同程度の記録を得る方法を検討し

た。

すでに開発され実用に供されているストラッチ・レコード・フィルム（富士写真フィルム製）を使用するとほぼ上記の条件を実現することが可能である。

3) 減衰器

振子の減衰は、温度に対する安定性を考慮して、SMAOと同じ原理の空気減衰器によることとしたが、構造的には製作および保守が極めて簡単な方式を採用することとした。

減衰定数は、従来は極限減衰が標準とされていたが、短周期まで使用可能とするため固有周期附近でも記録のSN比を良くするためと、設置後の減衰定数の管理を容易にするために、極限減衰の約50%を目標にすることとした。

4) 記録紙送り速度

ストラッチレコードフィルムの解像力から、毎秒5mmとすれば、500PPSまで読取可能である

5) 光学的拡大について

光学的な引伸し倍率は、1)の検討から8倍とすればよいが、これは、従来使用されている電磁光学式地震計のフィルムリールと合致し、また市販品もこの程度なので便利である。

オ ー 表

	SMAO-B2	高周波強震計
固有周期	0.14秒	0.05秒
基本倍率	1.6倍	1.6倍
加速度感度 (500ガルあたりの記録振巾)	40mm	5mm(40mm)
記録紙速度	毎秒10mm	同5mm(40mm)
記録ペン長	150mm	75mm(300mm)
記録雑巾	60-80ミクロン	約10ミクロン (80ミクロン)

以上の検討結果を、SMAOと比較し、第一表に示す。()内は記録を8倍に拡大した時の値である。

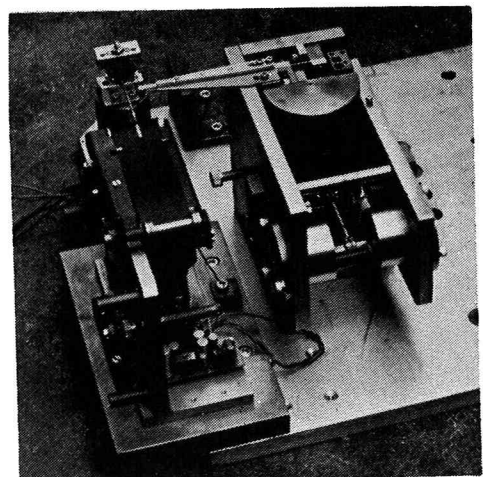
3. 試作および実験

35mm巾のストラッチレコードフィルムに三成分の加速度記録と刻時信号、基準を記入するため、振子部記録装置部ともSMAO形強震計と全く異なったものとなり、各部一式試作を行い、性能を検討した。(写真参照)

1) 各部の構造

試作した振子の形状は、円柱形重錘による水平振子であり、回転軸を振子の形状および拡大機構が出来るだけ小形にする様に選んだ。回転軸には十字バネを用い、他に補助のコイルスプリングを使用している。

減衰器は円筒のピストン形で、内側の可動部は一方向にだけ動く様に弱いダイヤフラムで



高周波強震計試作機

ガイドされている。この様な減衰器ユニットを振子1ヶにつき2ヶ使用し、可動部と振子重錘から出た腕とをピアノ線で結んで使用した。

上下動振子も、全く同じ構造のものを方向を変えて使用する。

振子の動きの拡大は、重錘から出ている腕の先にアコを一段使用している。重錘とアコの接続は従来のピボットとロード・スプリングによる方式ではなく、細い棒ベネを用いた。

記録ペンの長さは7.5 cm, ペン先はダイヤモンドの描針を用い、約1グラムのペン圧で10ミクロン程度の記録線を得ている。

試作した記録装置は、記録用フィルム4.5 m巻のボビンおよび捲取ボビンを内蔵し、マイクローメータで駆動する方式とした。送り速度は毎秒5 mm, スタート信号により始動し、一定時間後自動停止して待機状態になるのは従来通りである。1回の記録時間は約1分30秒とした。

2) 断元および性能

この振子の断元は、重錘重量4.2 kg, 固有周期0.05秒, 基本倍率16, 幾何倍率約30であり、重錘に比して拡大機構部を小さく作ることが出来たので、その慣性率の影響は無視することが出来る。また各部の異常共振も100サイクル以上であることを確認した。振動台で加振した時の周波数特性を才1図に示す。

才2図に、減衰器を開放した時の減衰振動の波形を示す。

才2図の下の方の波形は、20サイクル、5ガルで加振したものである。

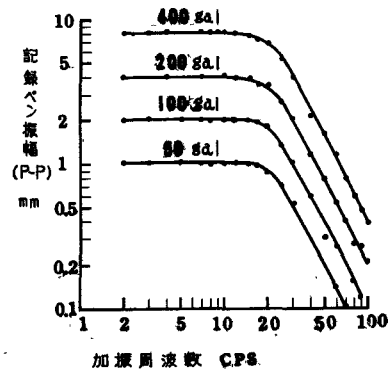
3) 不規則振動による記録波形の比較

BMAO形強震計と高周波強震計の水平各一成分を同時に振動台にのせ、不規則波で加振した時の記録波形を才3図に示す。不規則波は白色雑音発生器の出力を帯域濾波器を通して使用し中心周波数を変えて、その影響をしもべた。

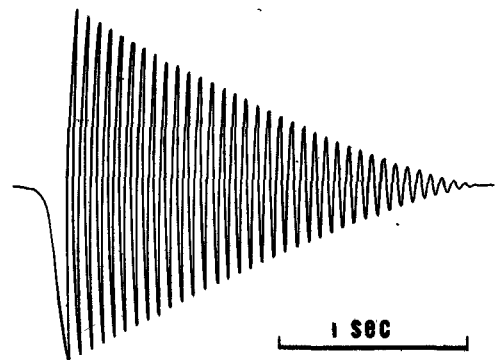
記録の1, 2, 3, はそれぞれ515, 300 CPSの中心周波数をもつ濾波器を通した場合であり、A, B, Cは振動台、試作機、BMAOの波形である。

4. おすび

以上の様な検討と実験により、機械式加速度計を用いて従来の強震計より短時間で記録出来



才1図 周波数特性



才2図 減衰振動の記録

る「高周波強震計」の製作が可能であることが明らかになり、試作された強震計が、短周期成分に対してより忠実な波形の記録が可能であることが実験で示された。

本試作は、「建設省昭和41年度建設工業技術研究補助金」の交付をうけて行われたものである。

また、研究および試作の過程において、東大震研 萩原教授ほか多くの方から有益な御助言を得たことを附記し、謝意を表します。

才3図 不規則振動記録の比較

