

## 32. 地震回数計

### —その試作と観測結果—

地震研究所 { 柴野 睦 郎  
佐々木 幸 一  
松本 滋 夫

(昭和42年2月28日発表—昭和43年3月30日受理)

#### §1. ま え が き

微小地震のレベルで、ある地域の Seismicity を調べることの重要性が認められるようになった。筆者らは数年来、光波測量による活構造地域の調査に従事しているが、その対象となるような特殊地域での Seismicity を並行的に知る必要性を痛感する。最近ではこの目的のために各種の高級観測計器（磁気テープ等）があるが、補助的な観測目的に使用するには、このような高級計器は必ずしも適当でない。

そこで、一定帯域、あるレベル以上（HES-10,000倍位）の地震回数が手軽に知られ、ばよいという立場から、構造も操作も簡単で、容易に依託観測ができるような地震回数計を試作することにした。これは、他の高級計器と観測精度を競うというのではなく、多数個を方々に配置できるという特長を持たせたものであり、それなりの存在価値はあるものと思われる。

#### §2. 計器の構造

一時、地震観測用スターターの開発が行なわれたが<sup>1)2)</sup>、見ようによってはこの回数計も一種のスターターであり、たゞ作動させるものがレコーダーと度数計との違いだけである。一般にこの種の計器の重要点は、地震と他の雑振動とをどう区別するかであっている。いろいろな工夫がこらされた。そのひとつに、地震研究所の山崎氏が考案した計数放電管を用いた雑振動弁別方式がある<sup>3)</sup>。

本計器の動作原理もそれとほぼ同じであり、

- |                  |                             |
|------------------|-----------------------------|
| 1) あるレベル以上の振動が、  | } 到来した時それを地震と判定して Count する。 |
| 2) ある時間（作動時間）内に、 |                             |
| 3) ある回数（8回）以上、   |                             |

1) H. KAWASUMI, *et al.*, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **36** (1958), 447.

2) 田中貞二 *地震研究所彙報* **36** (1958), 465.

3) 山崎良雄 *地震* [ii] **13** (1960), 194.

4) 前出 3)。

4) Count と同時にタイムレコーダーが作動、  
 という仕組みになっている。

入力信号がこれらの基準にあてはまらないと計器は動作を完了せず、一定時間後には待機状態に復帰する。

このような考慮に基づいて設計したのがこの地震回数計である。その外観及び構造は第1・2 図の写真とブロックダイアグラムに見られる通りである。 実地試験に使用した換振器は、筒型上下動の 3.5c/s で、回数計の電源としては直流安定化電源 (12 V) を使用、

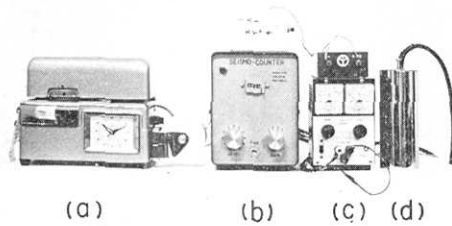


Fig. 1. Components of the seismo-counter set.  
 (a) Time recorder. (b) Seismo-counter.  
 (c) Power supply. (d) Pick-up. (V-3.5 cps).

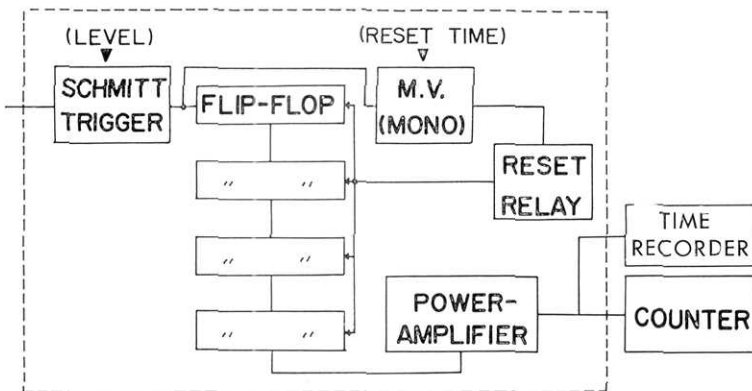
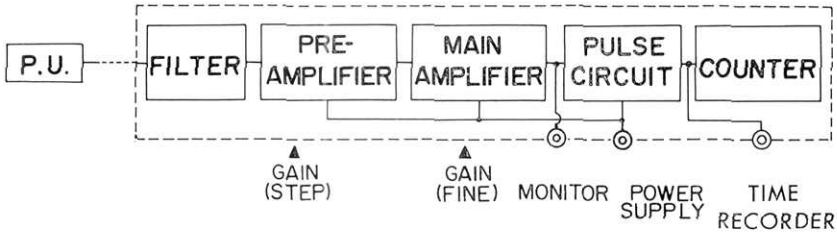


Fig. 2. Block diagram of the seismo-counter.

又、電力線のない地方で長期観測する場合にそなえてトランジスター化し、使用電源として電池（平角5号等）でも相当長期間使用できるようにした。

タイムレコーダーは回数計前面の度数計と並行して作動するもので、印字ペーパーに、年・月・日・時・分が一行に印字されるようになっている。

観測に際しての本計器の調整箇所は、

GAIN { STEP.....1~4 (1 step-10倍).....P-AMP.  
 FINE.....M-AMP.

半固定 { LEVEL.....モノマルチの動作レベル.  
 TIME.....6\*・12・24秒の三段切替.

ゼロ復帰ボタン.

である。

(\* 松代地震の観測では経験的に6秒で使用した.)

振動台によって較正した感度特性は第3図の通りである。図の太実線上にある縦線は作

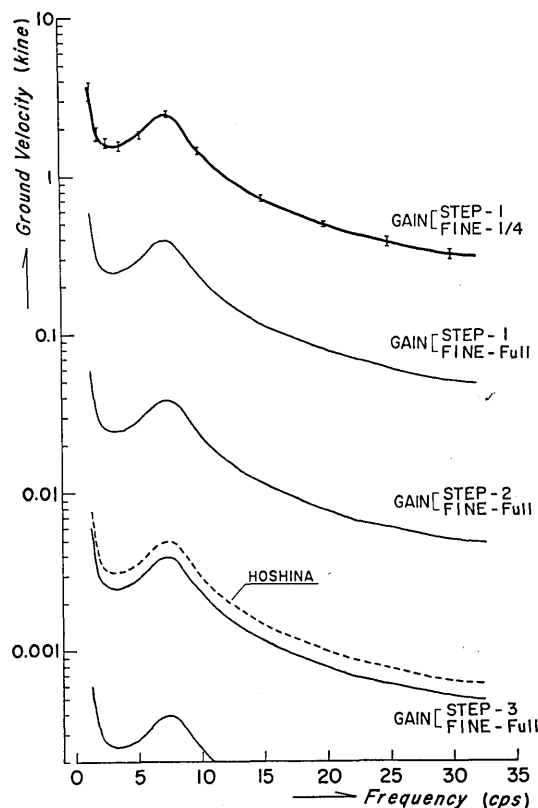


Fig. 3. Frequency response of the seismo-counter.

動特性をあらわすもので、スイッチングを 10 回繰返すことにより、Count (作動回数 10 回) と Nocount (作動回数 0 回) の巾をあらわしたものである。

このように室内試験した作動特性は非常に良好であるが、問題は複雑な地震動に対してどう作動するかである。

### §3. 実地試験

ちょうどそのころ、松代地震がはじまったのを機会に本計器の完成を急ぎ、1966 年 3 月に若穂町 (現在長野市) 保科で試作器による実地試験を行なった。さらにその結果をとり入れて改良を加え、同年 9 月より、大町・坂城・保科の 3 地点で実地観測を開始、1967 年 2 月まで継続した。各観測点の位置を第 4 図に示した。

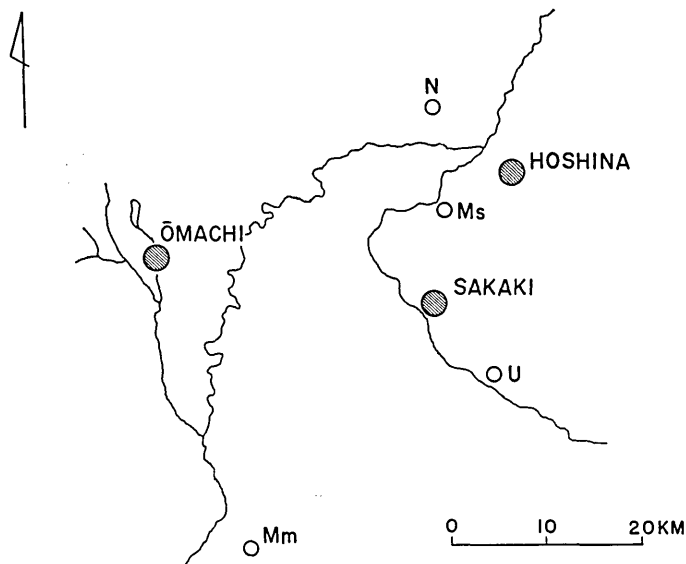


Fig. 4. Location of the temporary observation sites.

#### 1) 地震回数計の精度

保科では地震研究所観測班により、データレコーダーによるトリパータイト、HES、石本式加速度計 (煤書) 等による各種の観測が行なわれており、これらとの比較観測を行なうに大変好都合であった。1966 年 8 月末、連続観測に入るに先立って、データレコーダーのモニター記録と比較して回数計の動作試験を行なった。第 5 図はその時の記録の一部である。

この時の試験の結果から、計器動作の適・不適回数を集計したのが第 6 図である。モニター記録上、片振り巾 2m/m 以上の波が 8 回以上続いた地震の数は 320 であった。この時の計器の感度は、

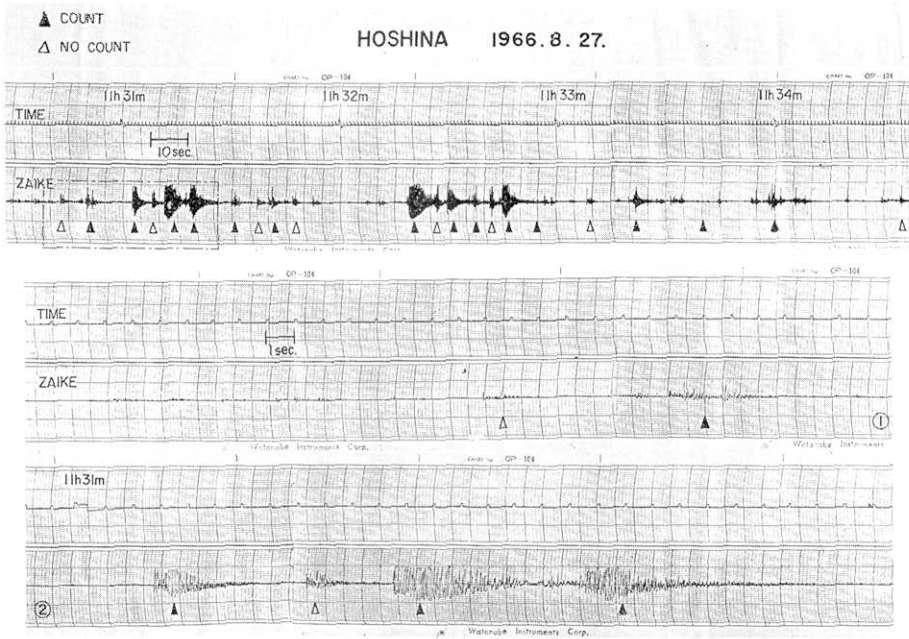


Fig. 5. Operation of the seismo-counter compared with a record of a high-sensitivity seismograph at the Hoshina station.

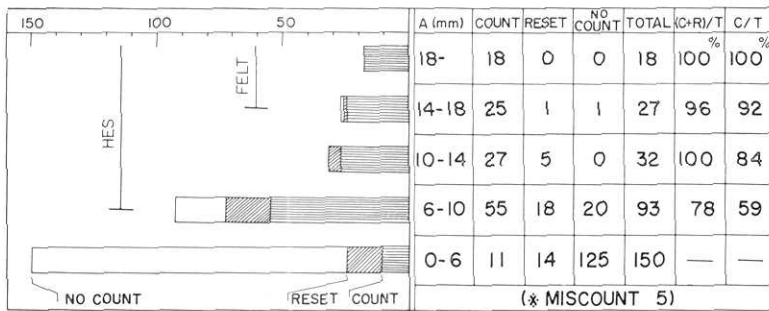


Fig. 6. Operation of the seismo-counter compared with a record of a high-sensitivity seismograph at the Hoshina station (on 90 minute).

GAIN.....STEP. 3.

FINE.....7.

で行なった。

同年9月に連続観測を開始したが、そのうち1967年1月21日~31日の11日間、毎日10時から12時の間の90分間についても、データレコーダーとの比較を行ない第7図の結果を得た。

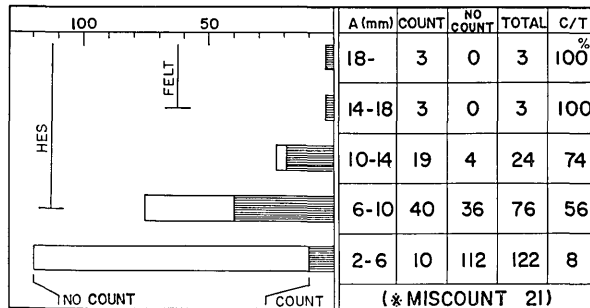


Fig. 7. Operation of the seismo-counter compared with a record of a high-sensitivity seismograph at the Hoshina station (on Jan. 21 to 31, 1967).

この時の対象となった地震記録数は228である。第3図の下方の破線はこの時の観測感度である。この第6・7図は回数計の回数精度を示すものであるが、図の中の、Felt、と記した線は、有感地震に対応するデータレコーダーのモニター記録上の振巾、すなわち約15 m/mを示すもので、これ以上の振巾に記録された地震数は50であった。また地震計測室では、HES記録の複振巾3 m/m（フィルムリーダー上）を超える地震だけについて計測を行なうことにしている。上図中、HESとあるのは、この基準レベルがモニター記録に換算して、どの程度の振巾になるかを示すものである。

## 2) 連続観測の結果

1966年9月から1967年2月までの、大町・坂城・保科における連続観測の結果をまとめると、第8・9図のようになった。

**保科** 回数計の回数と、HES水平NS成分(10,000倍)の記録の地震数とを、日別に比較したグラフが第8図である。図の中で、回数計による回数が10月中旬で大きく変化しているのは、当初に設定した感度が低過ぎたため、10月18日にL.P. Filterを挿入すると共に、感度を上げたことによるものである。又、12月に大きな乱れがあるのは、回数計の入力短絡抵抗がはづれていたので後日判明した。さっそく補修して感度の再調整を行ない、その後は順調に観測を継続することができた。この結果より見て、多少のバラツキがあるにしても、大体の傾向は良く一致していることがわかる。

**坂城** 坂城小学校内に設置された地震研究所観測班の、石本式加速度計(煤書)の地震記録数と、回数計の回数とを比較したのが第9図のグラフである。回数計の観測場所としては、校庭に近いので感度を上げることができず、観測条件の不備のために、保科の観測のような好結果を得ることができなかった。

**大町** 大町市立山岳博物館の構内に、表土1 mの深さに換振器を埋設し、観測を依頼したが、日中のNoiseが非常に多く十分な観測成果が得られなかった。

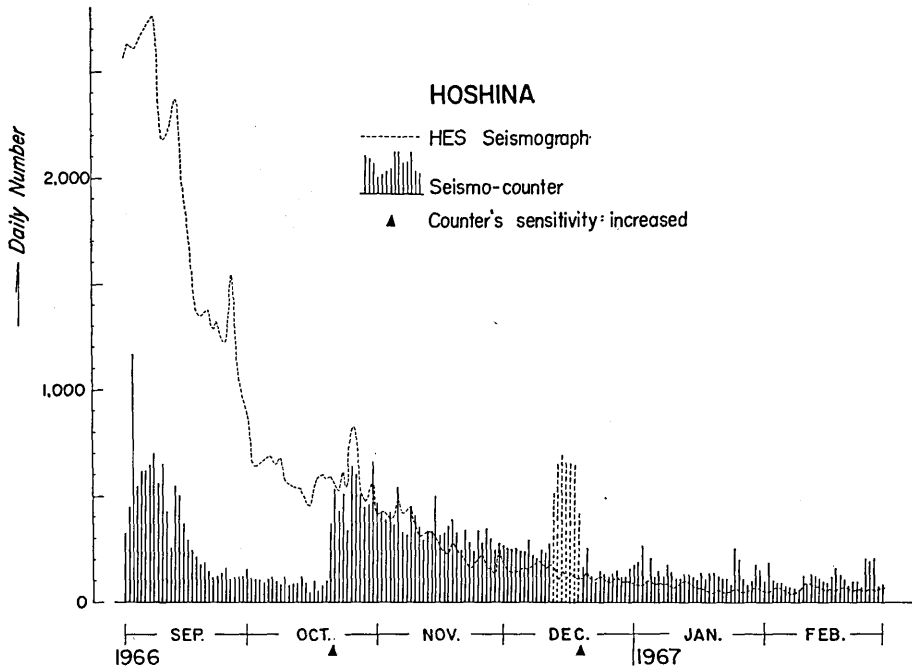


Fig. 8. Daily frequency of earthquakes observed at the Hoshina station.

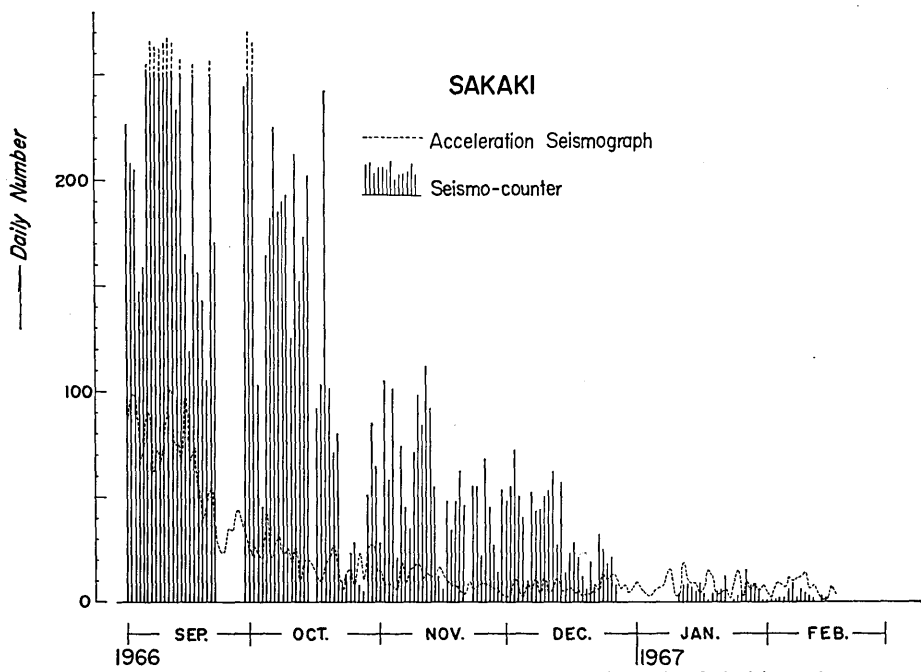


Fig. 9. Daily frequency of earthquakes observed at the Sakaki station.

#### §4. ま と め

前述の实地試験の結果から、本計器がほぼ当初の目的に適う機能と実用性を備えるものであると思うが、

- 1) 感度を増し、周波数帯域を狭く (5c/s~30c/s) して、かつ安定性を持たせることと、回数精度に 20% 程度の誤差を見込んで連続観測に使用するならば、HES 程度のレベルで Seismicity を簡便に監視することができると思う。
- 2) 今後の問題として、一つは、振巾別分類を可能にし、小型で安定化したものに改良することと、他の一つは、地震動と他の振動とをどのように区別・判定するかであるが、後者については、地震研究所の松本英照氏の報告<sup>5)</sup>に見られるような構成により、その性能を向上することができようが、あまりの高級化は当初の製作意図から外れてくるので、性能的には或る程度で妥協して、むしろ多数を各所に配置する方向に本計器のねらいを置くのが良いと思う。
- 3) 今後の本計器の用途としては、火山地震の観測、又、地震工学の分野でも役立つのではないかと思われる。

#### §5. 謝 辞

本計器の開発に当り、種々御指導をいただいた笠原教授に厚くお礼を申し上げます。又、タイムレコーダーの使用については、白木微小地震観測所の茅野一郎氏の発想に示唆されたものであり、振動台による感度特性の検定等については、株式会社明石製作所の後藤健一氏に御援助御協力をいただいた。实地の観測に際しては、地震研究所観測班保科観測点の唐鎌郁夫氏をはじめ他の担当者の方々と、計測部・一般地震計測研究室の皆様のお支援をいただき、又、坂城小学校教頭・滝沢利夫氏、大町市山岳博物館々長をはじめ、館員の皆様方に種々御協力をたまわったことに深く感謝致します。

なお本計器の製作と实地観測は、松代地震調査費によって行なわれた。

---

5) H. MATUMOTO, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 45 (1967), 739.



*32. A Seismo-counter.*

By Mutsuro SHIBANO, Koichi SASAKI, and Shigeo MATSUMOTO,  
Earthquake Research Institute.

The authors designed a simple seismic instrument which counts the number of small earthquakes, automatically. The seismo-counter consists of a short-period pick-up, amplifiers, squaring circuits and a series of flip-flop circuits, and drives an electro-magnetic counter only when it receives a seismic signal exceeding both the pre-set level of amplitude and the pre-set pulse rate. In this way, it counts the number of seismic events accurately being unaffected by simple pulse signals as often originated from artificial noise sources.

The authors reconstructed  $\left\langle \begin{smallmatrix} \text{three} \\ \text{four} \end{smallmatrix} \right\rangle$  sets of the seismo-counters and operated them successfully to register the daily frequency of earthquake occurrence at several localities in and around the Matsushiro seismic area.

---