



Title	7. 弾性波の模型実験装置の改良 (第2報)
Author(s)	森谷, 武男; MORIYA, Takeo
Citation	北海道大学地球物理学研究報告, 23, 83-89
Issue Date	1970-03-18
DOI	https://doi.org/10.14943/gbhu.23.83
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/13975
Type	departmental bulletin paper
File Information	23_p83-89.pdf



7. 弾性波の模型実験装置の改良 (第2報)

森谷 武男

(北海道大学理学部地球物理学教室)

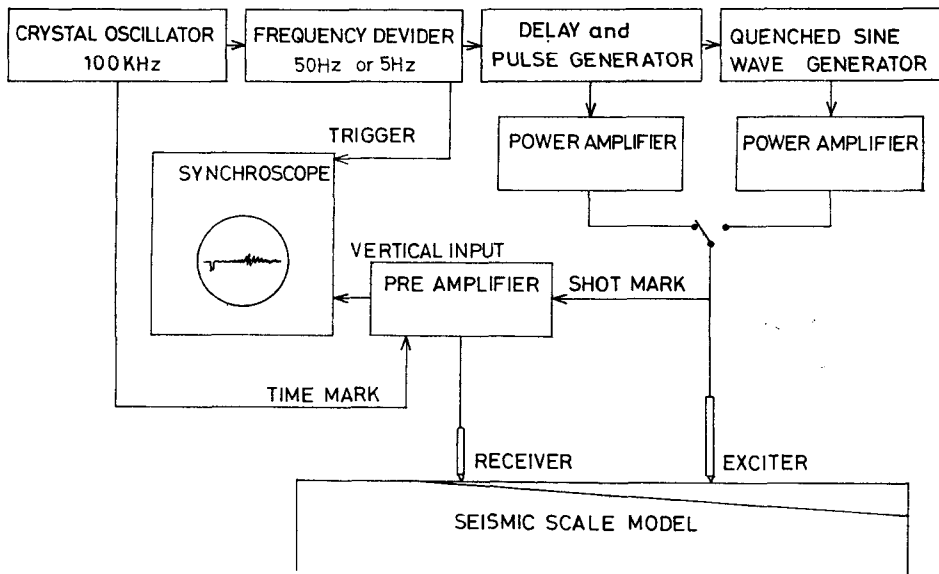
— 昭和44年10月受理 —

I. ま え が き

われわれの研究室では高橋が超音波磁器振動子を利用した弾性波模型実験装置を試作して以来¹⁾, 多数の実験にともなって装置の改良が行なわれてきた^{2),3)}. 斎藤は水晶発振器を基準とした高精度の装置を試作した⁴⁾. 著者はさらに改良を行ない, 安定性やSN比の向上をはかった。

II. 装置の改良点

第1図には従来使用していた装置のブロックダイアグラムを示してある。今回改良を行な



第1図 弾性波模型実験装置のブロックダイアグラム

Fig. 1. Block diagram of the electric apparatus for model seismology.

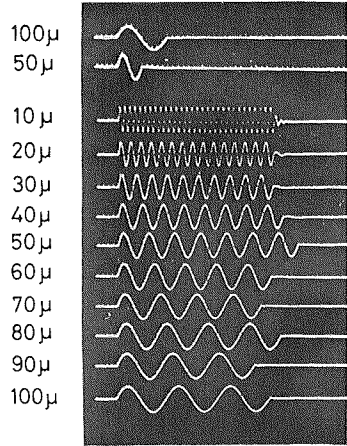
- 1) 高橋 将; 地震探鉱用室内模型実験装置の試作, 北大地球物理報告, 6 (1958), 17-24.
- 2) 浜田和郎; 固体—固体波の周期特性に関する模型実験, 地震 2, 16 (1963), 133-144.
- 3) TAZIME, K. and YOSHIMOTO, H.; Model Seismology on Characteristics of Surface Waves Generated from a Sinusoidal Source of a Finite Duration, J. Fac. Sci Hokkaido Univ. Ser VII, 2 (1965), 183-196.
- 4) 斎藤竜亀; 弾性波模型実験装置の改良, 北大地球物理報告, 16 (1966), 1-10.

続可変にしてあるので、約 $7 \mu \text{ sec.}$ から $100 \mu \text{ sec.}$ までの帯域を発振できる。

2. 有限長正弦波電力増幅器

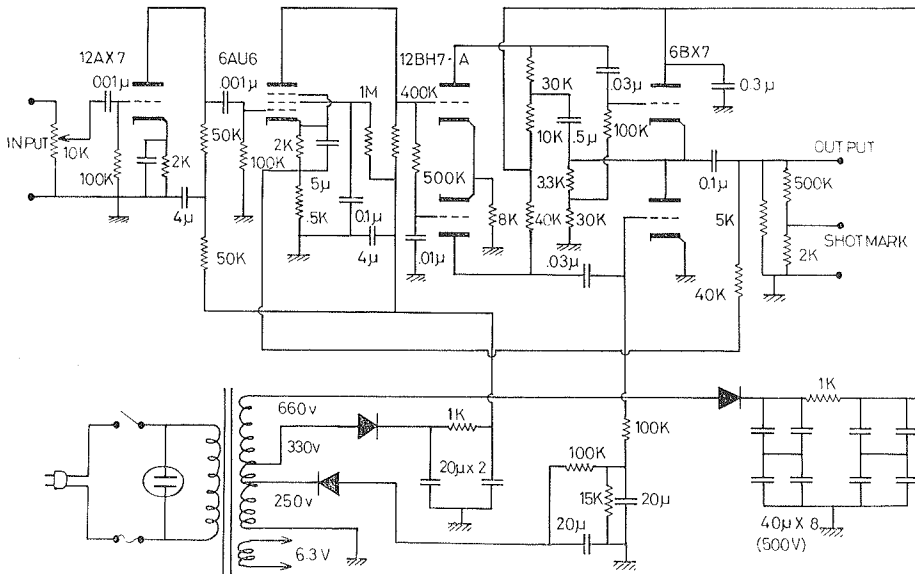
測定の SN 比を良くして信頼度を向上させるには、振源に使用している磁器振動子に高電圧を供給する必要がある。しかも、磁器振動子の内部容量やケーブルの容量による高域の劣化を防ぐためには、電力増幅器は低出力インピーダンスであることが望ましい。しかし、仮に高電圧に耐えられる送信管等を使用しても消費電力が非常に大きくなり、装置も膨大になって高価なものになってしまう。このようなことから最大出力は 500 V 程度が手頃であろう。

今回試作した電力増幅器の回路図を第4図に示してある。これは比較的高電圧に耐えられて、内部容量の小さいテレビ用の真空管を使用し、出力インピーダンスを低くするためにシングルエンドプッシュプル回路を使用した。この回路は一般にオーディオ用電力増幅器に用いられるが、この場合と異なる点は電源電圧が約2倍の 770 V であり、最大出力電圧 550 V を得られることである。実際に使用する時は、最大出力に近い状態で動作をさせることが多いので、真空管に多少の無理がかかることが考えられるが、シグナルはくりかえし時間



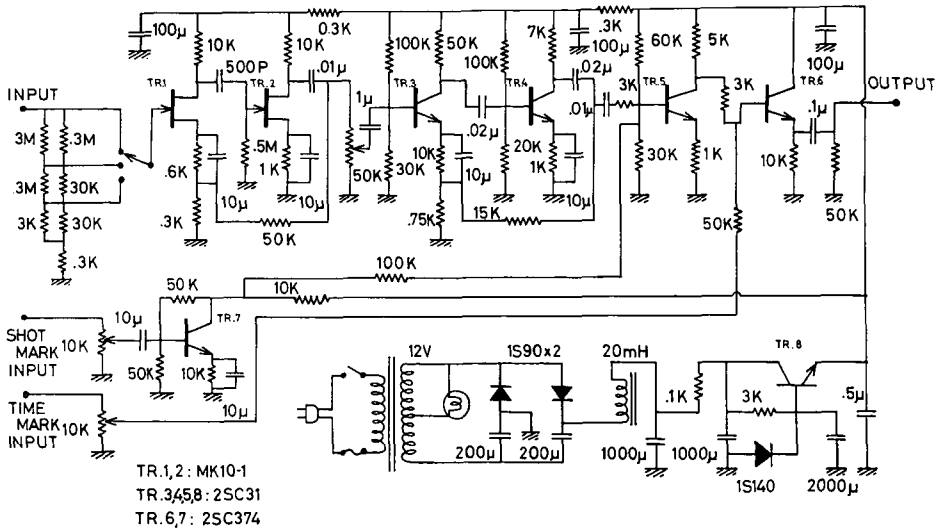
第3図 有限長正弦波発振器の出力波形

Fig. 3. Output signals of the quenched sine wave generator.



第4図 有限長正弦波電力増幅器の回路図

Fig. 4. Circuit diagram of the power amplifier for quenched sine waves.



第6図 前置増幅器の回路図

Fig. 6. Circuit diagram of the pre-amplifier.

これが前置増幅器に接続されると微分回路を構成する⁵⁾。したがって周波帯域を広くするには入力インピーダンスを高くして時定数を大きくする必要がある。

試作した前置増幅器の回路図は第6図に示してある。初段増幅には電界効果トランジスタを使用している。この場合、入力インピーダンスはTr.1のゲートに接続されているアッテネーターの全抵抗 300 kΩ によってのみ決まる。受振器を含めた周波数特性は 10 kHz から 200 kHz までほぼ平坦である。最大利得は約 70 db であり、雑音は入力端子を短絡とした場合、入力に換算して約 7 μV (rms) である。

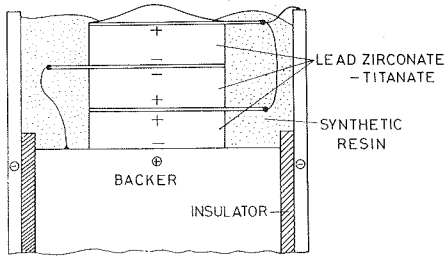
5. 振 源

SN 比を向上させるには前に述べた方法の他に振源や受振器を工夫することが考えられる。振源のエネルギーを大きくするには、多数個の振動子を極性を逆にして重ね、電気的には並列に接続し、機械的には直列に動作させるという方法がある。このようにすれば、ワイヤの容量による損失も減少し、振動エネルギーは積み重ねた振動子の数以上に倍増されるので、電力増幅器の出力インピーダンスは低くする必要があるけれども、出力電圧はあまり高くする必要はなくなる。しかし振動子を積み重ねると重量が増加し、振源全体の最低共振周波数は低下してくる。これは装置全体の高域限界を決めるのでできるだけ高いことが望ましい⁵⁾。

試作した振源には3個の振動子を、直径約 1 cm、長さ約 30 cm の鉛棒に取り付けてある。この先端部分の断面図を第7図に示してある。また、第8図は振動子を1個のみ使用した振源と、3個使用したものとを比較した記録である。これによれば、1個より3個のSN比の方が

5) 高木章雄; モデル地震学, 地震 2, 15 (1962), 238-354.

6) 前出 5)。



第7図 振源の断面図

Fig. 7. Profile of the seismic source.

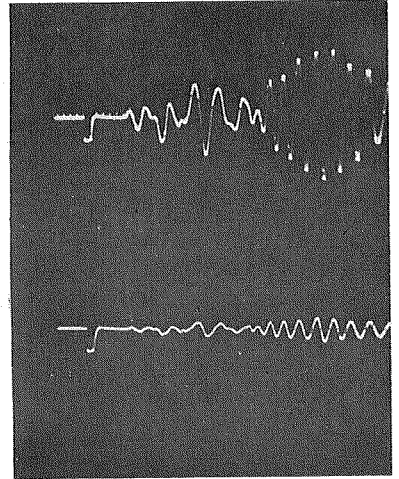
約 14 db 改善されていることがわかる。しかし、最低共振周波数は約 100 kHz であって多少低めである。

受振器についてもこのような原理を応用すれば感度を向上させることができ

るであろう。すなわち、振源の場合とは逆に振動エネルギーを並列に受けるようにし、電氣的には直列に接続すると、感度はやはり振動子の数に比例して増加することになる。しかし、振動子が小型であるため、このような複雑な工作は困難であるし、平坦な周波数特性は得られないと思われるので模型実験装置には適していない。ハイドロフォンや地震計の様に比較的大型なものならば製作が容易であろう。

III. あとがき

今回は安定性や SN 比の向上を目的として装置の改良を行なったが、やはり重要なことは振源と受振器の周波数特性である。装置全体の帯域は 10 kHz から 200 kHz 程度であるが、さらに帯域を広げるには、振源と受信器にさらに工夫が必要になる。A. F. GANGI and K. C. THOMSON⁷⁾ は共振周波数の異なった振動子を組み合わせ、広帯域の振源を製作している。比較的小型の模型を使用する場合や、小型の岩石標本の速度測定等には、このような高域特性の良好な装置が必要になるであろう。いずれにせよ、振源や受振器の特性は模型の弾性定数や、模型との結合状態によって微妙に変化するので、実験は注意深く行なう必要がある。

TRIPLE
CRISTALESINGLE
CRISTALE

第8図 振源の違いによる波形の比較

Fig. 8. Waveform comparison.

7) A. F. GANGI and K. C. THOMSON; Wide Band Transducer for Seismic Modeling, J. G. R. 73 (1968), 4735-4740.

7. Improvements on the Equipment for Model Seismology, Part 2.

By Takeo MORIYA

(Department of Geophysics, Faculty of Science, Hokkaido University)

New types of quenched sine wave generator, power amplifier for quenched sine waves, power amplifier for pulse waves, pre-amplifier and seismic source were designed. They are used in frequency range from 10 kHz to 20 kHz. Action of the quenched sine wave generator which is composed from sine wave generator of LC type and switching circuit is so stable that it can generate purely one cycle. Maximum out put voltage of the power amplifier for quenched sine waves being single-ended push-pull type, is 550 volts pp and that of power amplifier for pules waves is 1600 volts pp. Field effect transistors and silicon transistors are applied to pre-amplifier having an equivalent input noise voltage of 7 microvolts rms with input impeadance of 300 k Ω . The seismic source is made of three vibratoes of lead-zirconate-titanate and a stick of lead. Vibrators are connected in parallel as electric circuit but in series as mechanical motion to increase energy of vibration. The lowest resonant frequency of the seismic soure is about 100 kHz.