

## 47. 有線搬送式遠隔記録地震計

地震研究所 { 宮村 撰三  
松本 英照

(昭和 30 年 6 月 28 日発表—昭和 30 年 9 月 30 日受理)

### §1. はしがき

既設の電話線を利用し、簡単な高周波裸線搬送装置により、地震観測用の刻時その他の信号を伝送し、観測精度の向上と観測業務の機能増進をはかることろみについては、すでに報告した。<sup>1)</sup> その後、和歌山附近の頻発地震群の観測にこれを利用し、<sup>2)</sup> さらに改良を加えたあたらしい刻時用有線搬送機器を製作した。これらについてもまた本号において別に報告した。<sup>3)</sup> このようにして、和歌山附近の頻発地震群研究のための観測を 1952 年来つづけてくるにつれ、観測点の増設は種々の点から、切実に要望されてきた。<sup>4)</sup> 一方、初動の精度の向上のためと、地震活動の低下にそなえるために、地震計の感度をたかめることも必要になってきた。かぎられた人数で、これらの要求にこたえるためには、電気式高感度地震計の遠隔記録をおこない、多数の無人観測点を設置することがのぞましい。それにより、遠隔観測点の震動を基地にあつめて記録できるならば、刻時精度においてもまた一段と向上が期待できる。特にこの場合、ひきがね式のはやおくり記録法をもちい、電磁オンログラによる並列記録をとることも容易であり、これにより、もつとも早い発震時の 1, 2 点の記録をのぞいては、初動から完全に記録することもできる。

さて、このような無人地震計のための遠隔記録法は、電気式地震計の場合には、地震計換震器の位置から記録点までのあいだに実際の回線を架設すればよいので、地震探鉱其他の場合実施されていることである。しかしながら、その距離は大体数軒が限度であつて、永久施設としてはともかく、臨時的施設としては経費と労力とがかかつて、ある程度以上遠距離の伝送にこのような専用回線の架設をおこなうことは実際にははなはだ困難である。\*

1) 宮村撰三・辻浦賢 既設電話線利用搬送方式による地震観測刻時伝送および保守通話。  
(S. MIYAMURA, M. TSUJIURA, Pri la transdono de temposignaloj kaj parola komuniko por sisma observado pere de la alt-frekvenca telefonado tra la funkcia telefon-fadeno.)  
*Zisin (Journ. Seism. Soc. Japan)*, [ii] 4 (1951), No. 2.

2) 宮村撰三・外 和歌山附近頻発地震群の観測 (第 2 報) 1954 年 3 月 23 日 地震研究所談話会

3) 宮村撰三・辻浦賢 局地的地震観測網のための有線搬送式遠隔刻時装置 (S. MIYAMURA, M. TSUJIURA, Line Carrier Telerecording Chronographs for Local Seismological Network.)  
震研彙報 (*Bull. Earthq. Res. Inst.*) 33 (1955), 709.

4) 宮村撰三・其他 和歌山附近頻発地震群の観測, 中間報告. 1954 年 11 月 3 日地震学会第 14 回学術講演会 (京都).

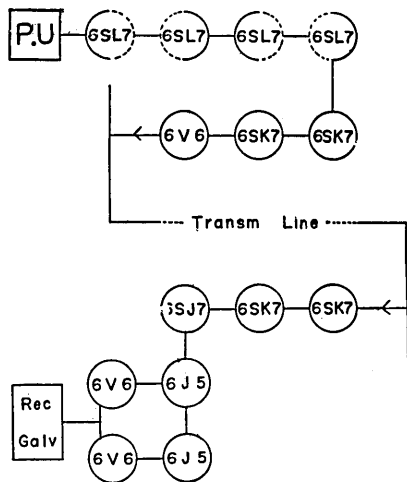
\* 表俊一郎博士は浅間山西部において 1953, 54 年約 2 km の低周波伝送による観測に成功し、水上武博士は 1955 年最長 6 km を含む 4 点の低周波直接伝送による集中記録をおこない、浅間山頂一帯の微小地震観測をすすめている。

そこで、このように、超低周波の地震動による振動電流を直接伝送するかわりに、適当な高周波搬送電流を地震動で変調し、いわゆる搬送方式伝送によることにすれば、適当な既設の線路を利用できる場合は有線搬送方式、適当な線路のえられない場合は無線搬送方式によつて、それぞれ目的とする遠隔記録をおこなうことができるはずである。しかも、このような方式によれば、直接伝送とちがつて、伝送距離の延長も、きわめて容易になり、さらに1点から多成分の伝送をおこなうことも、多重通信方式の採用により多数の実回線をもうけることなく実現することができる。

このような、搬送式遠隔記録法を地震学の分野に導入したのものには、すでに公表されたものとしては P.G. Gane ら<sup>4)</sup>が超短波無線により、Witwatersand の局地地震の研究に利用しているものがあるだけである。有線搬送式のものについては、筆者ら<sup>5)</sup>がすでに簡単に報告したものがあつた。これをいま LTS-I 型 (Line Telerecording Seismograph, Type I) と名づけ、その後改良した LTS-II 型とともに、ここに装置の概要をまとめて報告する。

## §2. LTS-I 型遠隔記録地震計

すでにのべたように、本機の概要と簡単な実験結果は他に報告しておいたが、<sup>5)</sup> その後多少変更した点\*もあるので、あらためてここに簡単にのべておきたい。構成の概要は、第1



第1図 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS-I 型構成図 (Schematic diagram of line carrier tele-recording seismograph, Type LTS-I)

### 送信部 Transmitter

P.U.: 地震計 Seismometer (Pick Up);  
6SL7-6SL7: 超低周波増巾器 VLF Amplifier;  
6SK7-6SK7-6V6: 搬送周波送信機 Carrier Frequency Transmitter.

### 受信部 Receiver.

6SK7-6SK7-6SJ7 搬送周波受信機 Carrier Freq. Receiver. 6J5-6V6 P.P.: プッシュプル超低周波増巾, 電力増巾, Push Pull VLF Amp. and Power Amp.; Rec. Galv.: 記録電流計 Recording Galvanometer.

4) P. G. GANE, H. J. LOGIE, and J. H. STEPHENS, "Triggered telerecording equipment for seismic observations," *Bull. Seism. Soc. Am.*, **39** (1949), 117-143.

5) 宮村撰三・辻浦賢・松本英照 高周波裸線搬送による地震動波形の遠隔記録 (S. MIYAMURA, M. TSUJIMURA and H. MATUMOTO, Telerecording of Seismic Wave Forms by High Frequency Bare Line Carrier Waves.), *Zisin*, [ii], **6** (1954), No. 4, 57-58.

\* LTS-I も前の報告<sup>5)</sup>では 1000 Hz の補助搬送波をもちい、二段の振巾変調方式をとつたが、その後安定度の点から補助搬送波をもちいず、ここにのべるような直接振巾変調式に改造した。

図の模式図にしめすとおりであつて、送信端では、超低周波増巾器で増巾された地震計からの震動が、送信機で発振された 100~300 kHz の搬送波を直接振巾変調し、線路におくりだされる。受信端ではこれを検波増巾して、記録用電流計をふらせる。地震計としては動線輪型電磁地震計（爆破グループ型 MC3V）、送信端の超低周波増巾器としては田<sup>6)</sup>の設計による MGIV 型の増巾器を用い、記録用電流計は、三栄測器製ペンライター用電流計（1R102 型 30 c/s, 感度 1 mA/mm, 抵抗 3000  $\Omega$ ）をもちいた。

装置の外観は第 2 図の写真でみるとおりのものである。おもな要項は第 I 表に表示する。

この装置をもちいて、1953 年夏浅間山麓軽井沢町千ヶ滝西区内の營林署専用電話線約 2 km を利用、送信波形と受信波形をくらべてみたところ、ほとんど伝送によるひずみのないことがわかつた。（文献 5 附図参照）また、この実験において約 20 日間の連続記録が安定におこないうることもわかつた。<sup>7)</sup>

その後これを和歌山地方の観測において使用したが、実際にはつぎの 3 つの欠点があり、線路状態によつては、充分の伝送距離がえられないことがわかり、応用範囲が限定された。

1) 変調方式が直接変調であるため、波形を忠実にすることにつとめると、送信能率があまり上らなくなり、受信有効距離がみじかい。

2) 受信端における到来搬送波が、線路の雑音の数倍の電圧をもっていないと、検波した地震波形がひずみをうけ雑音と同程度の受信水準ですでに観測不能となり、和歌山において利用した関西電力専用電話線においては、意外に雑音がおおきく、はじめ目的とした大崎町海南変電所間約 15 km では伝送に失敗した。

3) 線路の伝送特性は時間的変化をするが、これが、直接の振巾変調であるため、この遠隔記録地震計の総合感度を直接左右するので、一定感度の観測ができないし、また記録に雑音としてでることも抑制できない。

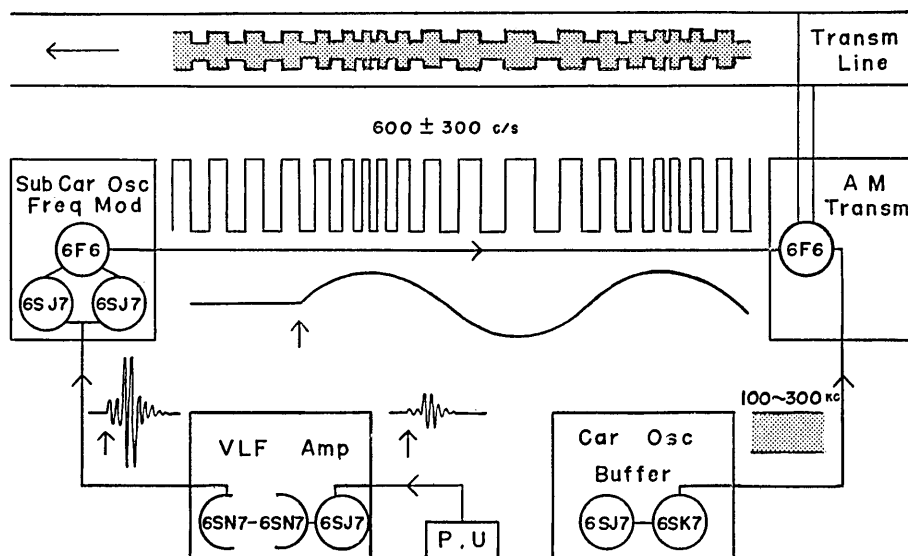
以上のような欠点を改良するため、われわれはつぎの LTS-II 型を設計した。しかし、この LTS-I 型も、上述の諸点を考慮するなら、雑音量のすくない、特性変化のあまりない線路で、最低敷料程度の伝送は可能であり、また発震時刻だけなら波形の忠実性をギセイにしてある程度の伝送ができるので、なお実際の観測において使用することが可能である。

### § 3. LTS-II 型遠隔記録地震計

前節で指摘したような LTS-I の欠点を改良し、さらに、磁気録音テープを用いた記録装置を受信端の記録装置として使用することを考慮して、この LTS-II 型遠隔記録地震計を設計、試作した。（磁気録音テープを用いた記録装置については、すでに一成分用のものが完成報告され<sup>7)</sup>、現在多成分用のものが研究試作されている）。

6) 田望 爆破観測用超低周波増巾器 (N. DEN, VLF Amplifiers for Explosion Seismology) *Zisin*, [ii], 6 (1953), No. 2. 101-108.

7) S. OMOTE, S. MIYAMURA and Y. YAMAZAKI, "Triggered Magnetic Tape Recorder for Routine Seismic Observations," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, 33 (1955), 397.



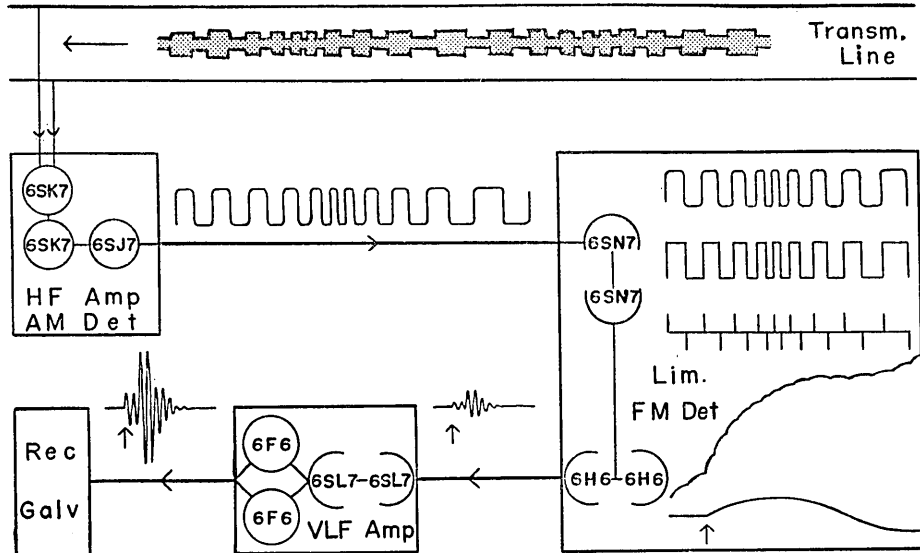
第 3 図 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS-II 型送信端構成図 Schematic diagram of transmitting station of Line Carrier Telerecording Seismograph, Type LTS-II.

P.U.: 地震計 Seismic pick up.; VLF Amp: 地震周波増巾器 Amplifier of seismic frequency.; Sub. Car. Osc., Freq. Mod.: 副搬送周波発振ならびに周波数変調部 Subcarrier oscillator and frequency modulation; Car. Osc., Buffer: 搬送周波発振ならびに緩衝部 Carrier frequency oscillator and buffer.; AM Transm.: 振巾変調送信部 AM Transmitter; Transm. Line: 伝送線 Transmission line.

本機の構成および動作の概要は第 2 図 (送信端), 第 3 図 (受信端) にしめすとおりであり, 装置の外観は第 5 図のようなものである. おもな要項は第 I 表にしめす.

まず第 2 図にみるように, 地震動により換振器に生じた地震周波の電圧変化は超低周波増巾器 6SJ7, 6SN7 により増巾され, 6SJ7 2 本より構成され約 600 Hz の矩形波を発振するマルチバイブレーターの格子に電圧変化をあたえる. マルチバイブレーターの発振周波数は第 6 図のように格子電圧の変化によつてその中心周波数のまわりに直線的に変化する. こうして, 地震動の波形にしたがつて周波数変調されたマルチバイブレーターの出力矩形波が補助搬送波となり, 送信機の搬送波 100~300 kHz を振巾変調し, 送信管で電力増巾され, 約 2.5 watt の出力で線路におくりだされる. すなわち F.M.-A.M. 型 2 段変調方式になっている. 地震動のない場合は中心周波数 600 Hz の矩形波で A.M. された搬送波がたえずでており, 地震がくるとこの周波数がかかる.

送信搬送波の周波数は設置された送受信端局間の線路特性, その附近における妨害電波などに応じ, 100~300 kHz の間で適当にえらばれることは, 別に報告した LTC についてと同様である.<sup>1,2)</sup>



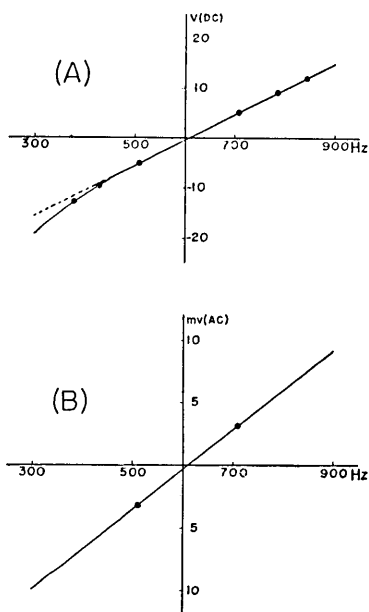
第4図 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS-II 型受信端構成図. Schematic diagram of receiving station of Line carrier Telerecording Seismograph, Type LTS-II.

Transm. Line: 伝送線; HF Amp. AM Det.: 搬送周波 (100~300 kHz) 増巾, 振巾変調検波. Carrier frequency amplifier, AM detector; Lim. FM Det.: 制限器, 周波数変調検波 Limiter and FM detector; VLF Amp.: 超低周波増巾器. Amplifier of seismic frequency, Rec. Galv.: 記録電流計 Recording galvanometer.

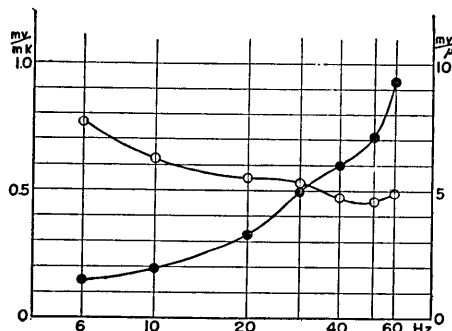
線路におくりだされた搬送波は, LTC の場合と同様, フィルター等を一切もちいてないので, 送信点から受信点の方向と同時にその反対方向にもすすむ. これはあきらかに損失となつてゐるが, 簡易な装置であるのでやむをえない.

さて, 第3図に示されたように, 線路によつて減衰をうけた搬送波が受信端に達すると, まず受信機で高周波2段の増巾をうけたのち, 振巾検波されるが, これは図のように線路ひずみと変調ひずみにより相当ひずんだ矩形波になつてゐるから, これを2段のリミターにくわえて, 定電圧の, ひずみのない矩形波に再現する. ついで, これを小容量のコンデンサー  $C_1$  で衝撃波化し (微分回路), つぎに大容量コンデンサー  $C_2$  にその正電圧衝撃波のみをくわえてゆく (積分回路乃至計数回路). こうすると時間とともに直線的に増加する電圧に地震波の振巾に応じた頻度で単位衝撃波電圧が重畳して段階的に昇圧する. これから一定の直線増加分をのぞいて, 地震動による電圧分だけを取りだすと, 周波数検波された形でもとの地震動が再現される. これを超低周波3段増巾により出力を記録電流計にあてると, 換振器にあてられた地震動を増巾拡大した記録がえられる. 以上がこの LTS II 型遠隔記録地震計の動作原理であり, 各部の変換, 増巾等のおもな特性は第6~9図にある. 第9図は換振器から電流計までふくめたこの地震計の総合周波数特性で, 黒丸は変位計, 白丸は速度計としての特性である.

LTS-II は上述のような FM-AM 2 段変調方式をとつたために, LTS-I にくらべ非



第 6 図 LTS-II 周波数変調特性  
(A) 送信機 (B) 受信機  
Frequency modulation characteristics  
of LTS-II. (A) Sender (B) Receiver.



第 7 図 使用地震計換震器 (爆破グループ型 3 c/s 動線輪型電磁式) の周波数特性. Frequency characteristics of used seismometer transducer (RGES type 3 cps moving coil electro-magnetic pick up).

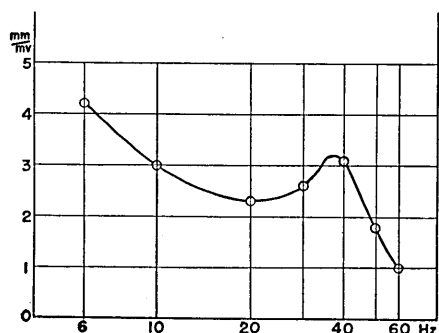
よこ軸 Ordinate: 周波数 Frequency in Hz or c/s. たて軸 Abscissa (for ○): left, 速度感度 Velocity Sensitivity (mk = milikine = kine  $\times$  1/1000 =  $10^{-3}$  cm/sec); (for ●) right, 変位倍率 Displacement Magnification. 検定に使用した振動台は地震研究所技術部所属 (明石製作所製) のもので, 強制変位全振幅  $20\mu$  constant にて実験し, Pick Up の出力電圧をはかり, 逆算したものである.

常に性能がよくなった。すなわち受信端の入力レベルが線路雑音と同一か、または多少それよりひくくても、周波数変調であるため、矩形波として再現されさえすれば、忠実に地震波を再現でき、線路の減衰に対し、非常につよくなり、LTS-I の約 4 倍くらい受信可能距離がのびた。1954 年の和歌山における観測では基地琴浦より約 8 km のカマ山 (三田) に無人観測点として、本機の送信所をおき、約 40 日間観測を実施した。なお、実験によれば、和歌山地方の関西電力の電話線で約 25 km の伝送は可能であつた。カマ山における観測は、線路の故障其他の事情で途中 17 日間は地震はとれなかつたが、装置としては連続動作していた。えられた記録の一例は、同時におこなつた無線式遠隔記録地震計<sup>8)</sup>によるものとともに第 10 図 (Pl. CIV) にしめす<sup>9)</sup>。なお連続使用の場合、毎日受信基地で矩形波の監視をブラウン管オシログラフでおこない、必要に応じ調整し、一定感度を保守することは容易であつた。

なお、受信機のリミターの出力矩形波は、すでにのべた本所の磁気録音テープ式遅延記録装置<sup>7)</sup>の録音テープにそのままくわえることができるし、第 2 周波数検波出力をそのト

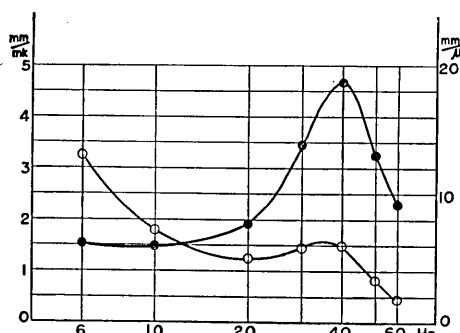
8) S. MIYAMURA and M. TSUJIURA, "A VHF Radio Telerecording Seismograph," *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **33** (1955), 725

9) 文献 8) 第 9 図 (Pl. CVIII) にも LTS-II による記象がある。



第 8 図 LTS-II の送受信装置 (換震器をのぞき、記録電流計をふくむ) の周波数特性. Frequency characteristics of LTS-II (including recording galvanometer, but excepting pick up)

よこ軸 Ordinate: 周波数 Frequency in Hz or c/s. たて軸 Abscissa: 単位入力電圧 (P.U. 出力) に対する記録電流計の全振幅 (Double amplitude of recording galvanometer per unit input voltage (output from pick up) impressed by test-oscillator).



第 9 図 LTS-II 総合周波数特性 (換震器および記録電流計をふくむ). Overall frequency characteristics of LTS-II, including pick up and recording galvanometer.

よこ軸 Ordinate: 周波数 Frequency in Hz or c/s. たて軸 Abscissa (for ○): 速度感度 Velocity Sensitivity in mm/milikine, (for ●): 変位倍率 Displacement Magnification in mm/micron.

第 I 表 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS 要項. Essentials of the line carrier telerecording seismographs LTS-I and LTS-II.

	LTS-II				LTS-I		
	Transmitter		Receiver		Transmitter		Receiver
	送信部 HF. LF. VLF	電源部 Power Supp.	受信部 HF. LF. VLF	電源部 Power Supp.	送信部 HF	電源部 Power Supp.	
外形	230 × 200 × 400 mm	270 × 230 × 450 mm	250 × 230 × 500 mm	270 × 236 × 450 mm	170 × 130 × 250 mm	270 × 230 × 450 mm	550 × 230 × 430 mm
重量	5 kg	15 kg	5 kg	15 kg	2 kg	15 kg	20 kg
真空管	GT. 8	ST. 1 Special 2	GT. 8	ST. 1 Special 2	GT. 3	ST. 1 Special 2	GT. 7 ST. 1 Special 2
電源	DC 250 V DC 6 V AC 6 V	AC 100 V 50~60 c/s 80 w	DC 250 V DC 6 V AC 6 V	AC 100 V 50~60 c/s 80 w	DC 250 V DC 6 V	AC 100 V 50~60 c/s 50 w	AC 100 V 50~60 c/s 80 w
備考	6 V Battery and rectifier		6 V Battery and rectifier		6 V Battery and rectifier		6V Battery and rectifier

リガー回路にあたえて、その装置により、精密記録をとることができることは、いうまでもない。本機の電源は送受共 5Z3 1 本、定電圧放電管 2 本を使用し、使用電力約 100 W、ヒラメント用として現在は 6 V 蓄電池を充電しながら用いているが、これはセレンと塞流線輪で代用できるものである。

なお、本機にも、自動利得調整、電源部其他不足の点もあり、特性感度についても改良すべき点があるので、なお各方面の御教示をえたいと存ずる次第である。

おわりに、本機は和歌山のような群発地震以外にも、大地震の余震、大爆破の観測など随時適当な場合にもちいて有効であると思われるので、今後はそれらにも利用してゆきたい。

#### § 4. 謝 辞

この研究は有線搬送刻時装置<sup>1,2)</sup>の研究の延長であつたが、約 10 年前にその第 1 歩をふみだしたところから、その実験につねに御協力をあたえて下さつた東京電力株式会社(当時関東配電)工務部通信課および関係した変電所の方々、最近 3 年間和歌山地方における観測にあらゆる便宜をあたえ、協力して下さつている関西電力株式会社工務部、同大阪火力事務所、同和歌山支店電路課、管内変電所関係者の方々に心からの感謝をささげたい。

また本研究の大部分は同僚辻浦賢、堀実両氏の協力をえたものであるが、特に LTS-I の設計はむしろ大部分辻浦氏のものであつたので、しるして感謝の意を表したい。本機の振動台による検定については萩原研究室斎藤貞夫氏の御世話になつた。あつく謝意を表する。また本機に使用した換震器は爆破地震動観測用のものを転用したので、好意ある配慮をえた爆破地震動研究グループの同僚諸氏に感謝したい。

LTS-I の浅間山麓の実験では水上研究室内堀貞雄氏、軽井沢町、岩村田營林署、国土開発興業株式会社等の御協力をえたことをしるし、あらためてお礼したい。

本装置の試作実験に要した経費は筆者の一人に与えられた文部省科学研究費、地震研究所に対する大地震危険地帯特別研究費、および国際地震観測事業費のうちより支弁された。本研究の推進を支援された津屋前所長、那須所長、萩原観測部長、実川技術部長に感謝する。

#### 47. *Line Carrier Telerecording Seismograph (abbr. LTS)*

By Setumi MIYAMURA and Hideteru MATUMOTO,

Earthquake Research Institute.

Needless to say, a central registration of multichannel seismic outputs, made by means of exclusively laid wires from several separate transducers with an oscillograph, is of outstanding use in the interpretation of seismograms. But now the procedure has, as is



widely known, lost its novelty in exploration seismology. However, the increasing necessity of raising the level of observation accuracy in explosion seismology, or seismic deep sounding of the earth's crust, and natural earthquake seismology has led to the introduction of the central registration method into these fields of pure science.

In the last several expeditions of R.G.E.S. in N-E Japan some parties, especially those detached in the neighbourhood of explosion sites, adopted the method and recorded the seismic signals by means of the several pickups separated some hundreds of meters respectively on an oscillograph papers. G.A. Gamburtseff of USSR has introduced a correlation method of seismic observation into his natural earthquake research program, making use of the central registration. T. Asada and others have introduced the method on a small scale into their micro-earthquake studies as the so-called tripartite station method. Into the seismic investigations of the ice-break mechanism on Lake Suwa by S. Omote and volcanic activities of Mt. Asama by T. Minakami the method has been introduced on a wider scale. Especially in the summer of 1955, T. Minakami installed wires as long as 6 kms around the summit of the mountain, which is perhaps one of the longest installation of wires for geophysical purposes. Nevertheless, such direct transmission of seismic output from ordinary electro-dynamic transducer to a central station is limited in distance, because the output is weak in general and also because the installation of exclusive wires is a painstaking and expensive work.

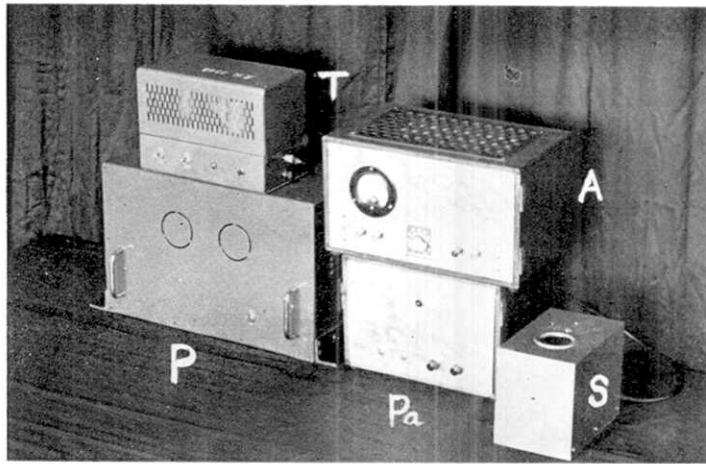
In order to remove these defects and to extend the transmission distance, the authors introduced the carrier telephony techniques and instead of using exclusively laid wires made use of the already existing communication lines in civil or private operation.

Of late the authors have developed a system of time signal telerecording by high frequency carriers through local telephone network for the purpose of sending standard time signals to their seismological stations in the Wakayama swarm earthquake region (cf. Ref. 1.). In designing the present telerecording seismographs, we made good use of the experience gained by developing the line carrier telerecording chronograph (LTC), and constructed the first type of line carrier telerecording seismograph (LTS-I) in 1953. Distortionless transmission of seismic wave-forms was experimented and verified by this set as shown in the preliminary report. (See reproduction in Ref. 2 which demonstrates similarity of transmitted and received wave forms of various ground oscillations). In the autumn of that year (1953) the authors introduced it into their seismological network in Wakayama, in order to add a station which might be operated unattendedly. But the result was not satisfactory, owing to the bad condition of the lines and some defects in the instrument. In the following year we improved the design and constructed a new set (LTS-II) which was utilized in the observation of Wakayama swarm earthquakes with success in 1954.

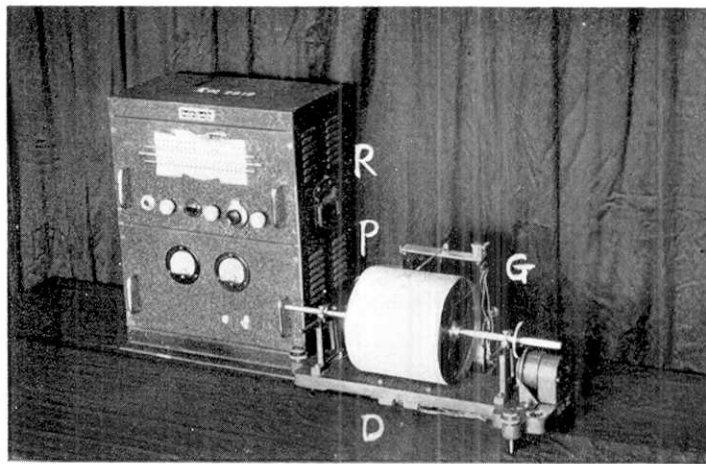
Schematic diagrams of the construction of LTS-I and LTS-II are shown in Fig. 1 and Figs. 3-4 respectively, while their appearances with some accessories are shown in the photographs in Fig. 2 and Fig. 5 respectively. The working principle of FM-AM double modulation and demodulation of LTS-II transmitter and receiver are demonstrated in the inserted figures of wave forms of respective steps in Fig. 3 and Fig. 4. Curves in Figs. 6-9 are results of experiments showing the characteristics of LTS-II. Verification of distortionless transmission by LTS-II was not experimented, but we have no reason to suspect the accuracy to be lower than LTS-I.

Seismograms of an earthquake shown in Fig. 10 (Pl. CIV) are examples of a central registration executed by the authors in the autumn of 1954 for the seismometric investigation into Wakayama earthquake swarms. The reproduction labelled as S is a seismogram received or picked up at Santa, an unattended station, and transmitted through private

telephone lines of Kansai Electric Co. to the central recording station Kotono-ura, Wakayama, about 8 kms from Santa. The other reproductions are those also recorded at Kotono-ura. D is a radio-linked record of the same earthquake at Dezima, Waka-ura, ca. 5 km from Kotono-ura. (About this radio-linked telerecording seismograph see Ref. 4). Ko is a record of the shock by an ordinary electronic seismograph near the central recording station. (The amplifier used was R.G.E.S. H-type designed by N. Den. Cf. Ref. 6) Some essentials of these apparatus are given in Tables I. (Read June 28th, 1955.)



(A)

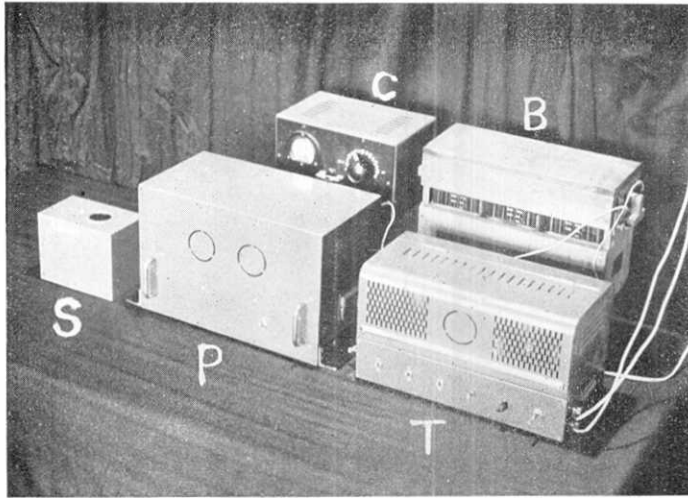


(B)

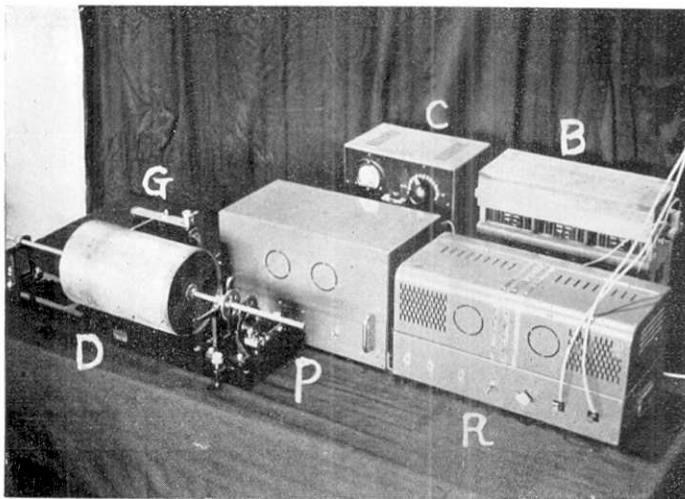
第 2 図 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS-I 型 (Line Carrier Telerecording Seismograph, Type LTS-I.)

(A) 送信部 Transmitting Set. (B) 受信部 Receiving Set.

S: 地震計 [爆破グループ型動線輪型電磁換振器] Seismometer (R.G.E.S. Type Moving Coil E.M. Transducer), A: 超低周波増巾器 [爆破グループ IV 型] VLF Amplifier [R.G.E.S. Type IV], Pa: 超低周波増巾器用交流電源装置 AC Power Supply for VLF Amp., T: LTS-I 送信機 Transmitter, P: LTS 交流電源 AC Power Supply, R: LTS-I 受信機 Receiver, G 記録電流計 Recording Galvanometer (Ink Writer of SAN-EI Co.), D: 交流用記録円筒 Recording Drum (A.C.)



(A)



(B)

第 5 図 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS II 型 (Line Carrier Telerecording Seismograph, Type LTS-II).

(A) 送信部 Transmitting Set. (B) 受信部 Receiving Set.

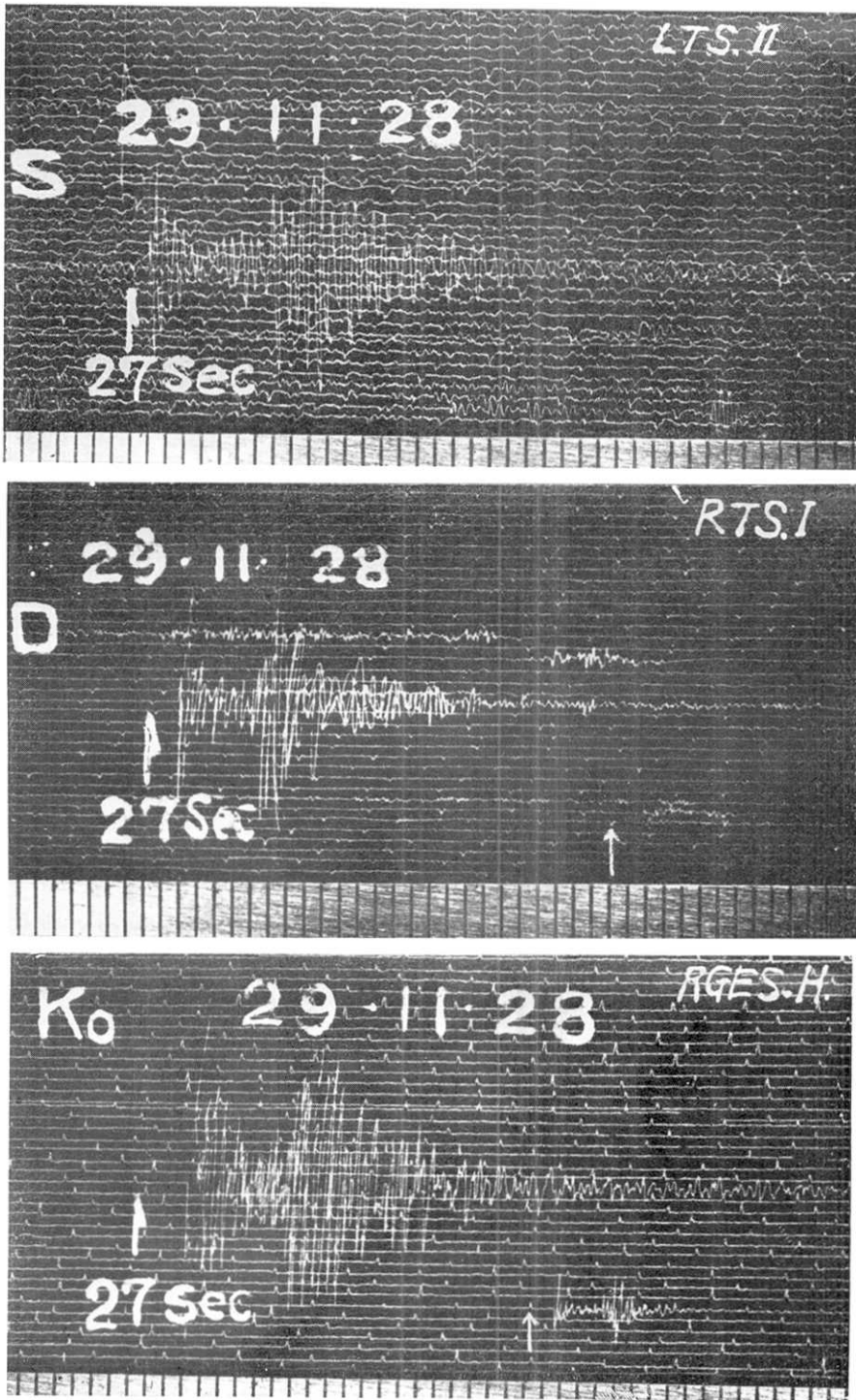
S: 地震計 (換震器) [爆破グループ型] Seismometer (E.M. Transducer) [R.G.E.S. Type],  
 P: 交流電源装置 A.C. Power Supply, B: 蓄電池 Battery, C: 充電器 Charger, T: LTS-II 送信機 Transmitter, R: LTS-II 受信機 Receiver, G: 記録電流計 [三栄] Recording Galvanometer [SAN-EI Co.], D: 記録円筒 Recording Drum (A.C.)

(第 10 図 和歌山附近頻発地震群の遠隔記録地震計による記録の一例の説明)

和歌山市琴浦基地観測点にて記録せる 1954 年 11 月 28 日の小地震の記象, S および D は和歌山市カマ山 (三田), および和歌浦 (出島) の無人観測点にて, 有線搬送式遠隔記録地震計 LTS および無線搬送式遠隔地震計 RTS\* により受震, これを琴浦基地に送信し記録したもの. KO は基地琴浦にて普通の電子管地震計で記録したもの. 三田, 出島, 琴浦のこれら地震計の総合感度はそれぞれ 150, 30 および  $10 \mu\text{V eff/mm}$ . 三田では雑微動が大きく, 感度があげられなかつたので, D および KO の写真で右下にでてゐる小さい地震は S ではみえない.

Seismograms of a small shock of Nov. 28, 1954 recorded at the base station Kotono-ura Wakayama City. S and D are those which were picked up at the unattended branch stations, Santa and Dezima by LTS and RTS\* respectively, and were transmitted to the base station Kotono-ura for central registration. KO is that which was obtained by an ordinary electronic seismograph at Kotono-ura. Sensitivities of these instruments at Santa, Dezima and Kotonoura were 150, 30, and  $10 \mu\text{V eff/mm}$  respectively. As the ground noise at Santa was great, sensitivity of LTS could not be raised and a very small shock, appeared in the right down part of the reproductions of D and KO, are missing in that of S.

\* Radio Telerecording Seismograph. cf. Ref. 8).



(震研彙報 第三十三号 図版 宮村・松本)

第 10 図 和歌山附近頻発地震群の遠隔記録地震計による記録の一例 (説明左頁)