

上宝地殻変動観測所の地殻変動・地震観測 テレメータ・システム

上宝地殻変動観測所・地震予知計測部門

TELEMETERING SYSTEM FOR OBSERVATIONS OF CRUSTAL DEFORMATIONS AND EARTHQUAKES AT THE KAMITAKARA CRUSTAL MOVEMENT OBSERVATORY

By KAMITAKARA CRUSTAL MOVEMENT OBSERVATORY
and RESEARCH SECTION FOR EARTHQUAKE PREDICTION

Synopsis

Central recording system for monitoring crustal deformations and seismic activities in the western Chūbu region, Japan, by the use of digital telemetering device with time-division PCM multiplex, has started into operation in May 1977 at the Kamitakara Crustal Movement Observatory.

Twenty signals of crustal strains and tilts (DC) observed with extensometers and tiltmeters and of some other geophysical data, and ten signals of short-period (SP) and long-period (LP) seismic waves observed at three satellite stations are telemetered to the Observatory by a telephone line with the data signalling rate of 4800 bits/sec. The dynamic range of the signals is 78 db for the SP and LP data, and 66 db for the DC data, respectively. The output signals are recorded in both analog and digital forms.

Seven DC signals and three SP data are also transmitted in the same way to the Disaster Prevention Research Institute, which is about 200 km distant from the Observatory.

Some of the recent observational results obtained from the telemetering system are presented in this paper.

1. ま え が き

上宝地殻変動観測所は1965年、地震予知研究年次計画にもとづいて設置されて以来、中部地方北西部における地殻変動と地震発生の関連性の研究を目的として、地殻変動と地震活動の総合的観測を継続して行っている。観測所北方向約15kmには、国内第1級の横ずれ活断層として注目される跡津川断層が約60kmにわたりN60°E方向に走っており¹⁾、1586年天正飛騨地震(M=7.9)、1858年飛騨角川地震(M=6.9)などの過去の大地震²⁾は、この跡津川断層の動きによって起ったものと考えられている。またこのほかこの地域周辺には、1961年北美濃地震(M=7.0)、1969年岐阜県中部地震(M=6.6)、1972年岐阜・福井県境地震(M=6.0)などが起っており、最近においても地震活動度が高い。

上宝観測所がこれまで行ってきた主な観測・研究は次の通りである。1966年以来、蔵柱観測坑に高感度の伸縮計、傾斜計、ひずみ地震計など多成分の地殻変動観測計器を設置し、他の数カ所の衛星観測点とあわせて、この地域の地殻変動を連続観測することにより、地殻永年ひずみ・傾斜変化^{3),4)}、地球潮汐ひずみ振幅の時間的変化⁵⁾、地震発生時のストレインおよびティルト・ステップと地震発生機構の関連性⁶⁾などを研究している。また、これとともに1971年来4回にわたり、跡津川断層沿いの数カ所において光波測量を継続

し、断層変位の測定を行なった^{7),8)}。一方、1969年より、蔵柱観測室のほか断層周辺の観測点に高感度短周期地震計を設置して地震活動の観測を行ない、跡津川断層沿いおよび周辺地域で微小地震活動が活発であることを見出す⁹⁾とともに、遠地震の P 波走時偏差の時間的変化¹⁰⁾を調べている。さらに、蔵柱観測室には長周期地震計¹¹⁾も設置し、遠地震の実体波・表面波とともに近地震の長周期変位も観測している。

これらの観測と、これから得られるデータの収集・処理は、これまで多大の人力を介して行なわれてきたが、今後、研究をさらに進展させるためにはデータ処理の効率化と自動化を行なうことが必要である。またこれとともに、将来、隣接する名古屋大学高山地震観測所および京大防災研究所北陸微小地震観測所の地震観測網と係を保ち、広域の地殻変動を常時監視しながらこの地域での地震予知の可能性を向上させることを目的として、1977年にテレメータ・システムによる集中記録方式を導入し、一応の完成を見た。ここでは、そのシステムの概要と得られた結果の一部を報告する。

2. 観測点および観測システムの概要

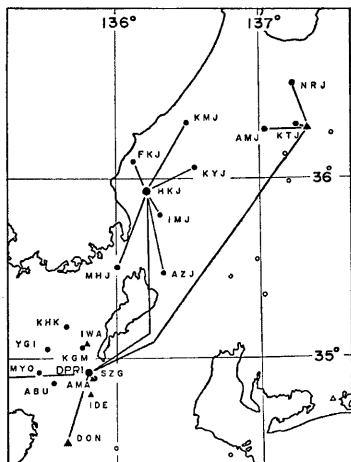


Fig. 1. Location of recording stations and telemeter network for observing crustal deformations and earthquakes. KTJ: Kamitakara Crustal Movement Observatory, AMJ: Amó, NRJ: Nirehara, DPRI: Disaster Prevention Research Institute.

観測点の配置は Fig. 1 に示されているように現在では 3 点である。このうち、上宝蔵柱 (KTJ) 観測点では、地殻変動 (DC) データ (DC $\sim$ 0.3Hz) 20 成分 (伸縮計 9, ひずみ地震計 3, 水管傾斜計 3, 水平振子傾斜計 2, 気温 1, 雨量 1, 気圧 1), 短周期 (SP) 地震波データ (DC $\sim$ 30Hz) 3 成分, 長周期 (LP) 地震波データ (DC $\sim$ 2Hz) 3 成分を, 天生 (AMJ), 檜原 (NRJ) 観測点では, 短周期地震波データ 3 成分および 1 成分を観測している。

これらの観測データの伝送には, 時分割多重 PCM 方式によるデジタル・テレメータを採用した。テレメータ・システムの製作は富士通株式会社によって行なわれた。

データのサンプリング周波数は, 短周期地震波成分 100Hz, 長周期地震波成分 6.67 Hz, 地殻変動成分 0.83 Hz であり, 11bits の分解能を持つ A/D 変換器により符号化され, 変調の上, D-1 規格の専用回線を使用して, 4800 bits/sec の信号速度で, 各観測点より上宝蔵柱所へ搬送される。以上のデータのうち, 地殻変動データ 7 成分ならびに短周期地震波データ 3 成分 (上下動 3 点分) が, 専用回線により宇治防災研究所へ転送されている。前置増幅器の S/N 比, 上記の A/D 変換器および伝送容量を総合して, 信号入力のダイナ

ミック・レンジは, 短周期および長周期地震波の場合 78db, 地殻変動の場合 66db が確保されている。

Photo. 1 と Photo. 2 は, 上宝蔵柱所本所のテレメータ室内部を示したものである。Photo. 1 では右側に 3 観測点からの受信ならびに宇治防災研究所への送信を行なうための MODEM (変復調装置) が見られる。中央の 3 つの架は, 右 2 つがテレメータ架, 左が処理架である。Photo. 2 は記録装置の一部である。上宝蔵柱所で得られるデータは, 1978年に新たに導入されたミニコンピュータ U-100 (富士通製) によりオフライン処理されている。

Fig. 2 に観測・記録システムのブロック・ダイアグラムを示す。

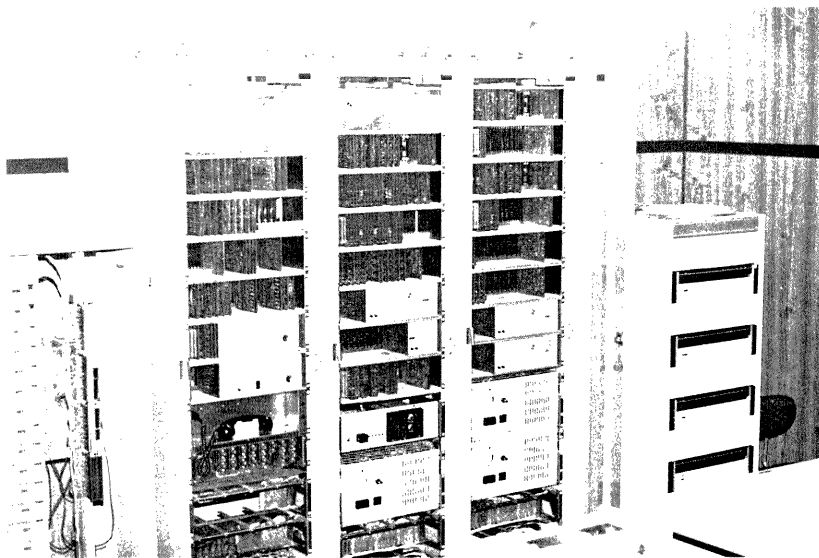


Photo. 1. Telemetering and recording room at the Kamitakara Crustal Movement Observatory.
Right rack: Four sets of MODEMS.
Central three racks: Apparatus for telemetering and data processing.

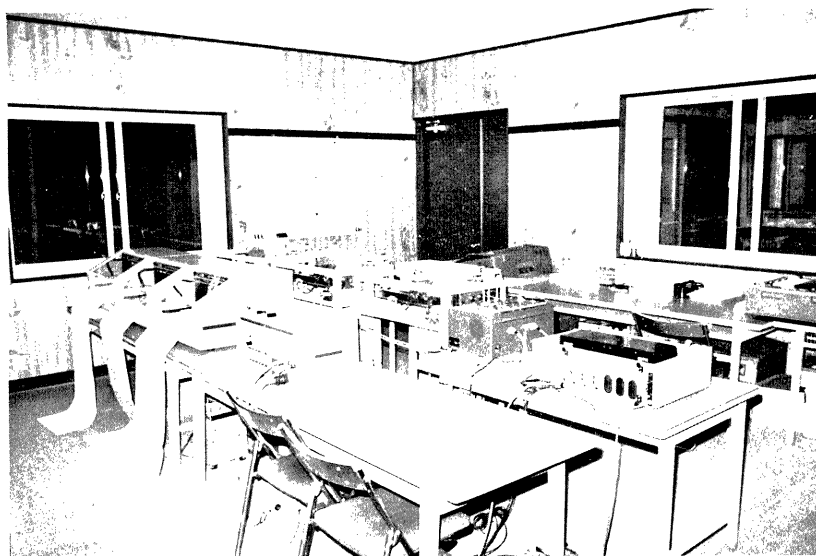


Photo. 2. Recording instruments.

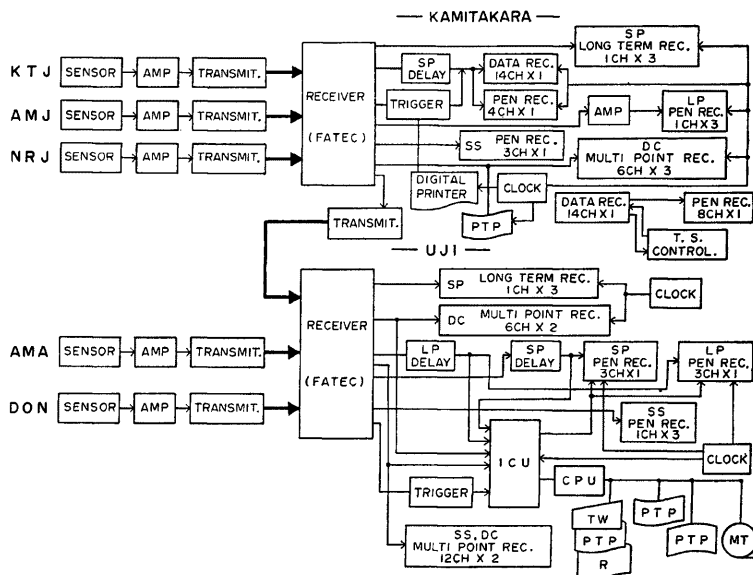


Fig. 2. Block diagram of the telemetering and recording system.

3. 観測計器および特性

3.1 地殻変動観測計器システム

Fig. 3 に蔵柱観測室における計器の配置を示す。設置されている計器のうち主要なものは、傾斜計と伸縮計および長周期・短周期地震計であるが、傾斜・伸縮に影響を及ぼす降雨、湧水、気圧、気温なども同時に

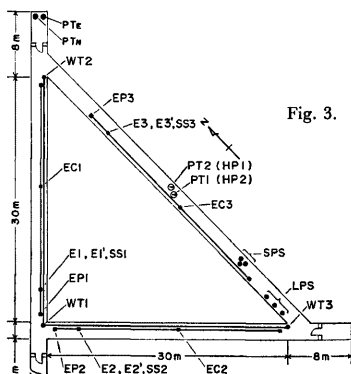


Fig. 3. Location of the instruments installed in the Kurabashira observation vault. E1, E1', E2, E2', E3, E3': differential-transformer type sensors for extensometers, EP1, EP2, EP3: optical recording sensors for extensometers, EC1, EC2, EC3: magnetic sensors for extensometers, WT1, WT2, WT3: electronic detectors for water-tube tiltmeters, PT1, PT2: tiltmeters of horizontal pendulum type, SPS: short-period seismographs, LPS: long-period seismographs.

観測されている。地殻変動データは、蔵柱観測室の送信室で、0~10mV・6打点記録計（横河電機製）に記録（25mm/hour）されると同時に、これらのうちの17成分のデータがテレメータにより観測所本所へ搬送される。入力形式は片側接地型で入力電圧は0~10mVに統一されている。これらの信号は前置増幅器で0~±5V, 60dbまで増幅され、0.83Hz サンプリングにより A/D 変換される。前置増幅器の温度ドリフトは、温度変化 8°C に対し 1 digit 以下である。テレメータによって観測所本所へ搬送された信号は、D/A 変換の後 0~±5V で6打点記録計（横河電機製）3台にアナログ出力（25mm/hour）されると同時に、0~1998 (digits) にスケール変換され、3時間毎に紙テープにデジタル出力される。サンプリング間隔は、3, 15, 30, 60分の4種類設定が可能である。

地殻変動データのうち7成分（伸縮計3, 水管傾斜計3, 水平振り傾斜計1）は、上宝観測所より宇治市の防災研究所へ転送され、0~±5V・6打点記録計（横河電機製）2台に記録（25mm/hour）されるとともに、毎日0時にタイプライターで日報印字出力され、紙テープにパンチされる。Fig. 4 に宇治防災研究所で得られたアナログ記録の1日分の例を示す。

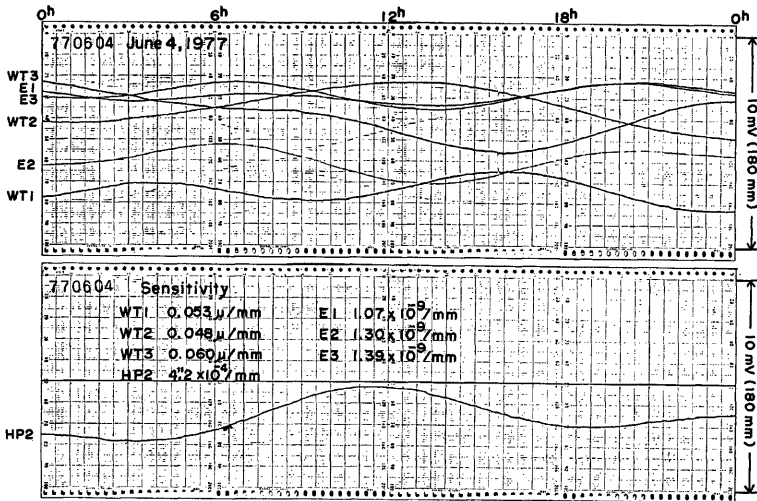


Fig. 4. Examples of crustal tilt and strain records. WT1, WT2, WT3: tilts from water-tube tiltmeters, E1, E2, E3: strains from silica-tube extensometers, HP2: tilt from horizontal-pendulum type tiltmeter.

(1) 水管傾斜計

水管傾斜計は3つの検出部、WT1, WT2, WT3を持ち、それらは内径16mmの硬質塩ビパイプでつながれている。この内径の値は臨界制振が得られるように選ばれている。検出部の水槽はガラス製で内径13.3cmである。フロートは直径8.9cmのガラス製で、アームを介して鋼板バネとステンレス線によりクロス吊りにしてある。トランスデューサとしてマグネセンサ（ソニーマグネスケール製）を用いている。マグネットはアームの先端についており、ヘッドは2枚の板バネを使用した検定台に取りつけてある。マグネットとヘッドとの間隔（クリアランス）は約1.5mmである。マイクロメータでヘッドに変位を与えることができるようになっており、これによりトランスデューサ自体の感度を検定することができる¹³⁾。任意の2つの水槽の水位変化量の差をとれば、その方向の傾斜変化量が求まる。感度は $5 \times 10^{-8} \mu\text{m}/\text{digit}$ に設定してある。

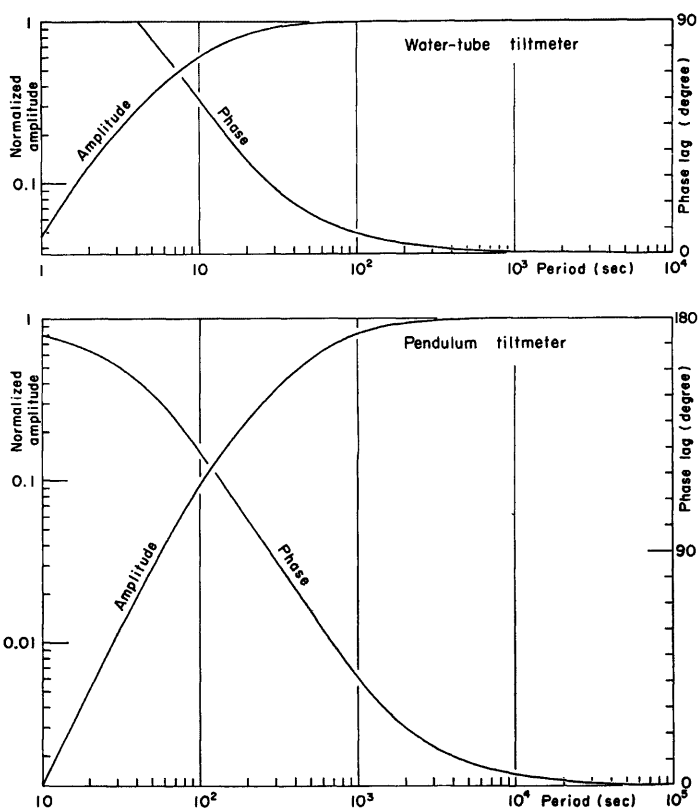


Fig. 5. Amplitude and phase characteristics of water-tube (upper) and horizontal-pendulum (lower) tiltmeters.

Fig. 5 上部に短周期変動を除去するための filter の特性を示す。

(2) 水平振り傾斜計

土地傾斜の観測には、従来、水平振り傾斜計を用いて光学記録する方式が多く採用されてきたが、振子の周期を長くして感度を上げると機械的に不安定になりやすい欠点があった。テレメータ・システムで用いられている水平振り傾斜計¹²⁾はこのような欠点をなくし、高感度で安定に動作するように設計されたものであり、特に地球潮汐の観測に適している。振子の質量は 2.6kg で周期は約 6sec、トランスデューサとして差動トランス (リニア製) を使用している。感度は $1.5 \times 10^{-4} \mu \text{rad./digit}$ に達している。50cSt のシリコンオイルを用いたダンパにより、土地の雑微動による共振を減衰させているが、これのみでは制動が弱い。ため、さらに電気的な filter をもちいて短周期変動を除去している。filter の特性を Fig. 5 下部に示すが、地球潮汐の周期帯で位相に若干の遅れが見られる。今後、シリコン・オイルを高粘度のものに変更し電気的な filter による減衰効果を弱くして、位相遅れを極力小さくするよう計画している。将来は、水管傾斜計の検出部 WT1 と WT2 の中間点ならびに WT1 と WT3 の中間点にこの計器を増設して、水管傾斜計との比較

観測を行なう予定である。

(3) 伸縮計

長さ 28m の水晶管が 3 方向 (Fig. 3 参照) に設置されているが、各方向の伸縮計はそれぞれ複数個のト

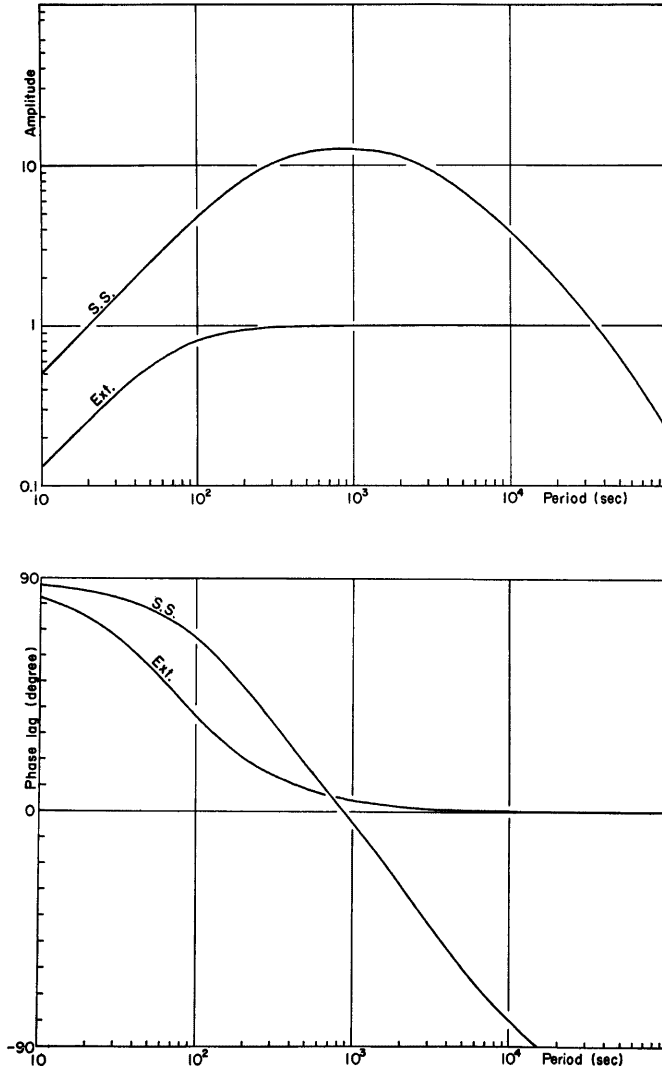


Fig. 6. Amplitude (upper) and phase (lower) characteristics of extensometers and strain seismographs.

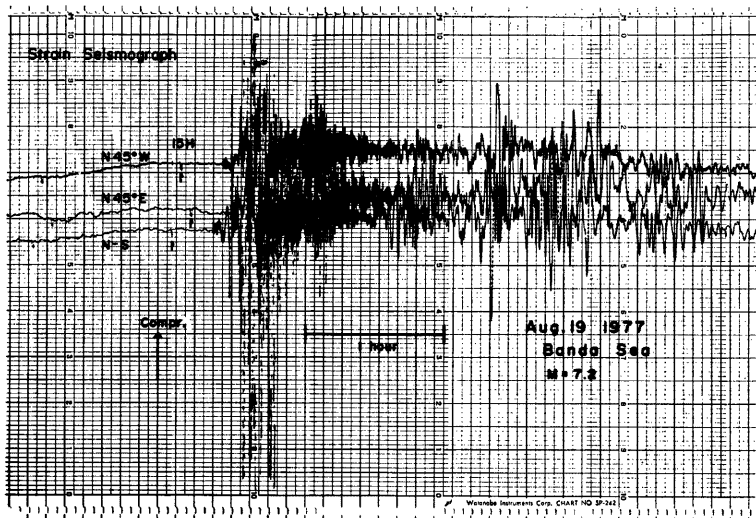
ランスデュースアを持っている。このほか 28m の先端部には拡大装置として水平振子を取りつけ、光てこを用いて光学記録もとられている。25m の地点では 2 組の差動トランスをトランスデュースアとして用いている。1 組はリニア製 (E1, E2, E3) であり、もう 1 組は米国 SCHAEVITZ 製 (E1', E2', E3') である。コイルは水晶管に固定されている。コアは地面に固定された検定装置のマイクロメータに直結されており、シンクロナス・モータによってマイクロメータを回転させることにより感度検定が行なえるようになっている。12.5m 地点ではマグネセンサ (EC1, EC2, EC3) をトランスデュースアとして用いている。マグネセンサの感度はクリアランスによって決まるので、これを一定に保つように設計されており、マグネットはステンレス線を介して水晶管に固定されている。感度検定は、シンクロナス・モータによってマイクロメータを回転させヘッドを変位させることによって行なわれる。これらの伸縮計の感度は、 $1 \times 10^{-10}/\text{digit}$ である。Fig. 6 にリニア製差動トランスを用いた検出部 (E1, E2, E3) に用いられている filter の特性を示す。

(4) その他の計器

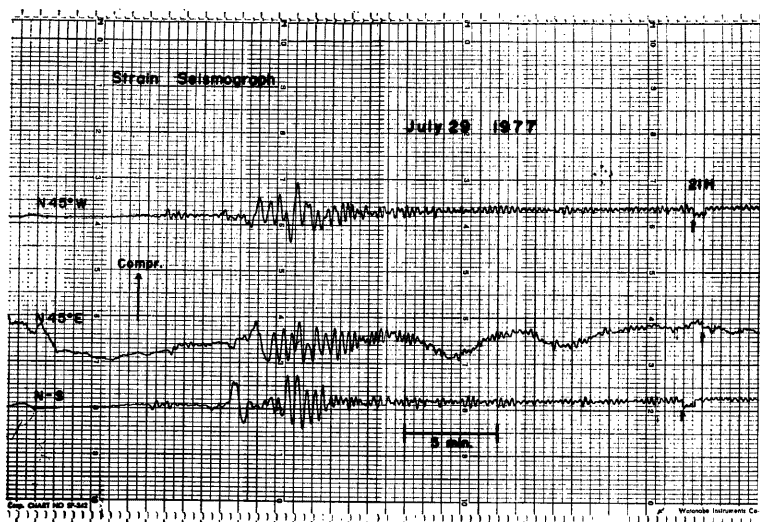
降雨・湧水量の測定には転倒ます型雨量計が用いられ、転倒回数をアナログ電気量に変換して記録させている。気圧はペローパイプの変位を差動トランスで検出している。気温はサーミスターを用いて測定している。

3.2 ひずみ地震計システム

差動トランスの出力 (E1, E2, E3) の長周期成分は 3.1.3 で述べたように伸縮計出力として用いられるが、これより短周期成分はさらに 20db 以上増幅された後、ひずみ地震波データとして利用される¹³⁾。Fig. 6 にひずみ地震計の振幅と位相特性を伸縮計のそれと一緒に示してある。周期 15 分の付近に振幅のピークがあり、地球潮汐の周期帯では伸縮計の振幅と同じになっている。位相は周期 15 分より短い側で遅れ、長い側で進みになっている。テレメータへの入力電圧は 0~10mV であり、電気信号としては地殻変動データと同じように扱われる。従ってサンプリング周波数も 0.83Hz で同じである。観測所本所では、0~±5V で 3CH のペンレコーダ (渡辺測器製、MC641-3L) に記録 (75mm/hour) される。Fig. 7 (a) および (b) にこのシステムによって観測されたひずみ地震波の例を示す。(b) は 300mm/hour の早送りの記録であり、数



(a)



(b)

Fig. 7. Examples of strain seismograms.

(a): Aug. 19, 1977, Banda Sea, $M=7.2$.

(b): July 29, 1977.

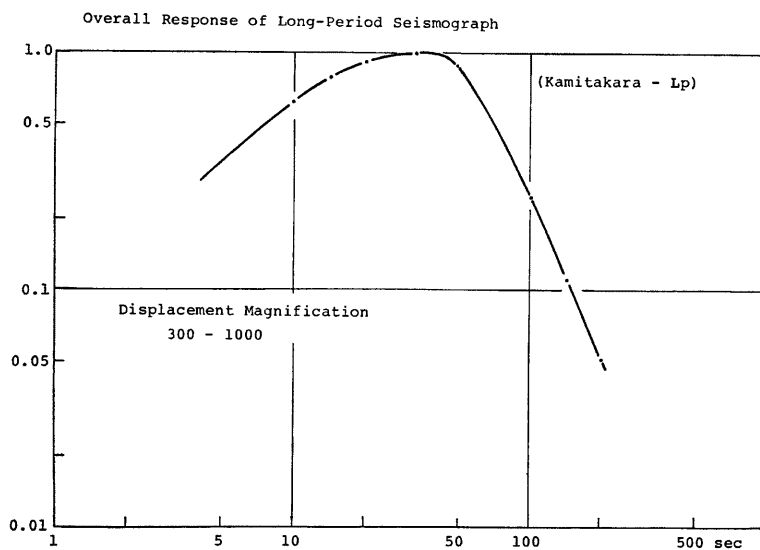
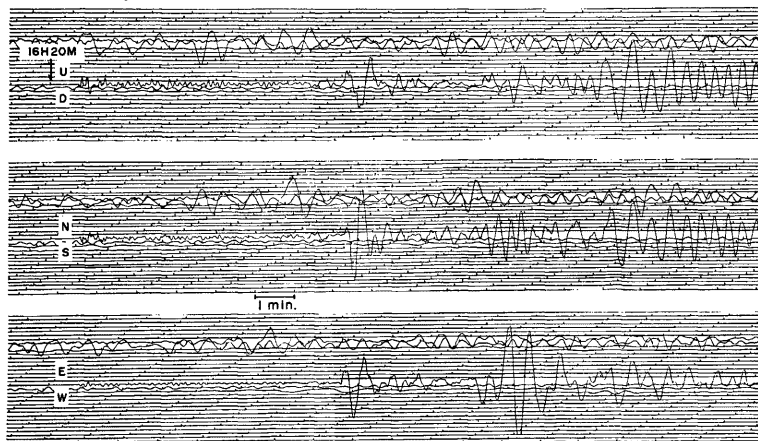


Fig. 8. Overall amplitude response of the long-period seismograph system.

Long-Period Seismograph K T J

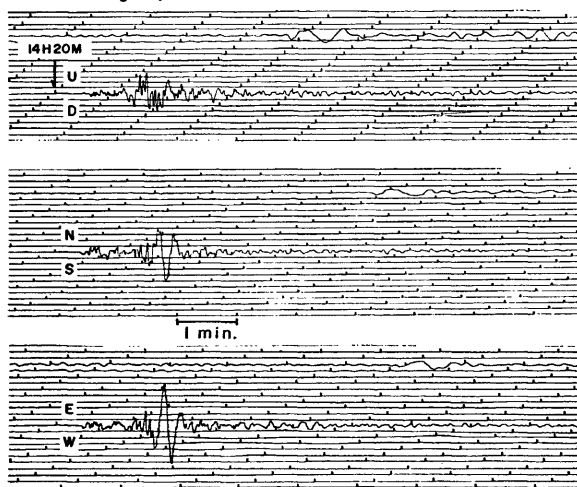
Aug. 27, 1977 Banda Sea M=7.2



(a)

Long-Period Seismograph K T J

Aug. 21, 1977 E off Chiba Pref. M=5.4



(b)

Fig. 9. Examples of long-period seismograms.

(a): Aug. 27, 1977, Banda Sea, M=7.2.

(b): Aug. 21, 1977, E off Chiba Pref., M=5.4.

10秒周期の波形が容易に追跡される。記録紙上の感度は、ほぼ $1 \times 10^{-10}/\text{mm}$ である。

3.3 長周期地震計システム

蔵柱観測室に設置した長周期地震計は、通常の Press-Ewing 型上下動及び水平動電磁地震計 3 成分であって、moving-coil 型換振器を有し、それ自体の電圧感度は 1.5volt/kine である¹¹⁾。振子の器械的固有周期は 12sec の状態で使用しているが、RC 積分回路のコンデンサーにより周期は 45sec まで伸びている¹¹⁾。センサーからの出力信号は 2 段の前置増幅器により 80db まで増幅された上、 6.67Hz 毎のサンプリングにより A/D 変換される。テレメータによって観測所本所へ搬送された信号を D/A 変換の後さらに主増幅器を通じ一段増幅 (20db) し、 0.5V/cm の感度でペン・レコーダ (3cm/min) 上にアナログ記録を行なっている。地震計の検定用コイルに既知の入力電圧を与える方法¹¹⁾ によって得られた、地震計—増幅器—記録系の総合周波数特性 (変位倍率曲線) を Fig. 8 に示す。最高変位倍率は周期 35sec 付近で $300 \sim 1,000$ 倍になるように調整されているが、この特性は 1976 年までの観測に比べて若干長周期側での相対感度が高くなっている。Fig. 9 (a) および (b) はこのシステムによって観測された遠地及び近地地震の長周期地震波の 1 例を示す。いずれの場合にも、かなり長周期の S 波が観測され、また前者では Rayleigh 波と Love 波の分散が見られる。なお将来、センサーとしては、ここで用いている Press-Ewing 型地震計に代り可搬型小型長周期地震計¹⁴⁾ を使用することを検討中であり、この場合は、換振器、RC 回路などの変更のため、総合周波数特性は若干変るはずである。

3.4 短周期地震計システム

このシステムにセンサーとして使用しているのは、通常の微小地震観測に使われる固有周期 1sec の上下動および水平動地震計 (勝島製作所 PK-110 型) であって、センサーの電圧感度は 3.35volt/kine である。このセンサーからの出力は前置増幅器により 66db (楡原観測点のみ 60db) まで増幅され、A/D 変換器への入力レベルは土約 5V になっている。広ダイナミック・レンジを確保するため圧伸処理が行なわれており、入力レベルでのダイナミック・レンジは 78db に達している。この信号は 11bits の分解能を有する A/D 変換器により 100Hz のサンプリング周波数で符号化された上、各衛星観測室より専用回線によって観測所本

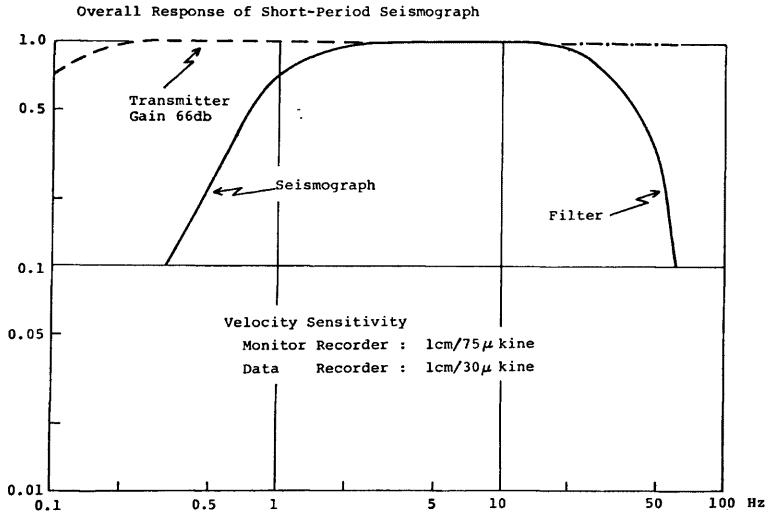


Fig. 10. Overall velocity response of the short-period seismograph system.

所へ搬送され、ここで再び D/A 変換されてアナログ信号に変換される。この出力信号は、1) 最高 0.5V/cm の増幅度を持つ長時間レコーダ (三栄測器製) にモニター記録 (4mm/sec) するとともに、2) 遅延回路 (遅延時間 13.5sec 可変) およびトリガー回路 (いずれか 2 観測点または 3 観測点全部での記録信号が一定レベルを超えた場合に作動する) を通じて 3 観測点の上下動成分をペン・レコーダに直接記録 ($1.0\sim 2.5\text{cm/sec}$) し、さらに 3) 全成分をアナログ・データ・レコーダ (TEAC R-275 型) に収録 ($1.825\sim 3.75\text{inch/sec}$) し、これを適時再生記録するという 3 通りの記録方法を採用している。地震波によってシステムがトリガーされた時刻は別にデジタル・プリンターに印字出力される。このうち、各観測点の上下動のみ計 3 成分を宇治の防災研究所へ転送し、ここでは 1) と同様な方法でモニター記録を行なっている。

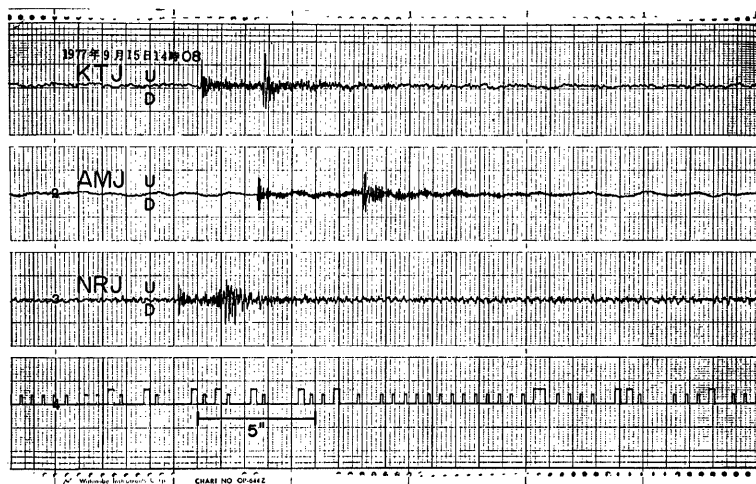


Fig. 11. Example of short-period seismograms from three stations recorded by the triggering system.

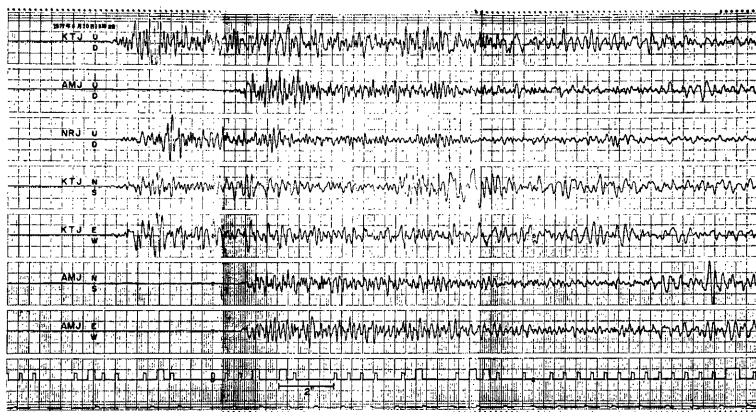


Fig. 12. Example of short-period seismograms played back from an analog data recorder.

Fig. 10 はこの短周期地震計システムの総合周波数特性（速度振幅）を示す。センサーの速度特性は 2c/s より低い側で減少（ 1c/s で -3db ）するが、高周波側で一定である。直流増幅器および伝送回路の特性は、high-cut filter のため 20c/s より高い周波数帯で減少（ 30c/s で -3db ）するが、 0.2c/s まではほとんど一定である。これらの総合特性は図中の実線で示した通りであって、最高速度倍率はモニター・レコーダ（ 0.5V/cm ）上で $1\text{cm}/75\mu\text{kine}$ 、データ・レコーダの場合 $1\text{cm}/30\mu\text{kine}$ である。Fig. 11 は 2) の方法によって得られた観測網内に発生した微小地震の記録例、Fig. 12 は 3) の方法によりデータ・レコーダより再生した松代付近の小地震の記録例であって、前者の場合には明瞭な P 波、S 波、後者の場合は全波形が追跡可能である。

4. 観測結果

4.1 地殻変動

蔵柱観測室における1976年12月までの地殻変動連続観測結果については、すでに報告されている^{3),4)}。ここでは、テレメータ・システムによる観測が軌道に乗った1977年6月から12月までの傾斜・伸縮の永年変化について報告する。

Fig. 13 は伸縮計の毎日0時の値をプロットしたものである。図中の記号については Fig. 3 を参照された。3方向の伸縮計とも、25m 地点に設置された2組のトランスデューサはほぼ同じ永年変化を記録しており、電気的なドリフトは非常に小さいものと推定される。これに対して、28m の先端の水平振子拡大装置を用いた光学記録から得られた伸縮変化と 25m のそれとの間にはかなりのくいちがいが見られる。この原因としては、テレメータ化に伴ない 25m 地点のトランスデューサを複数化した際に検定台を一旦取りはずし再設置したことによる影響、水平振子拡大装置に起因するドリフトなどが考えられる。1973年3月より12.5 m 地点での観測を開始したので、データの蓄積を待って3種類の基線長での記録を比較検討する予定である。

Fig. 14 は傾斜計の毎日0時の値をプロットしたものである。2台の水平振子傾斜計 HP1 および HP2 は

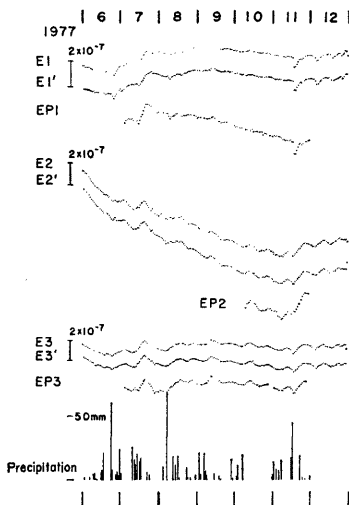


Fig. 13. Linear ground strains observed by extensometers in three directions, with the amount of precipitations.

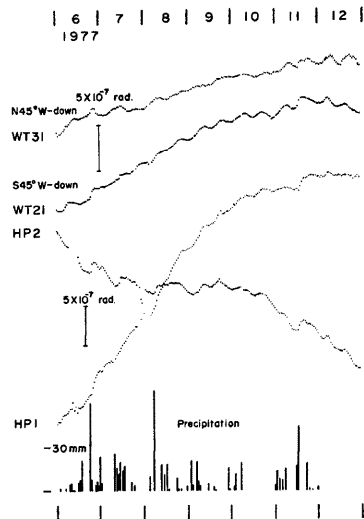


Fig. 14. Ground tilts observed by water-tube and horizontal-pendulum tiltmeters, with the amount of precipitations.

近接して同じ方向に並べて設置してあるにもかかわらず、ドリフトの傾向がかなり異なっている。この違いが、真の土地の傾動の違いによるものか、計器のドリフトによるものかは明確でなく今後の研究課題としたいが、傾斜変化のモードは両者かなりよく対応し、水管傾斜計によって得られた同方向の傾斜変化 WT21 ともよく対応しているように見える。

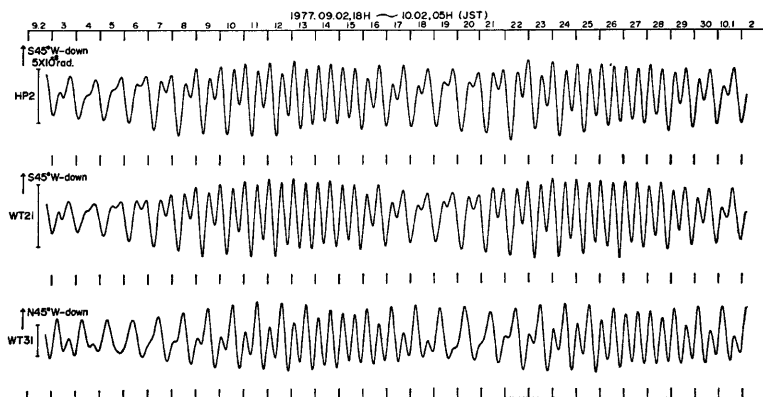


Fig. 15. Tidal tilts recorded with the horizontal-pendulum and water-tube tiltmeters.

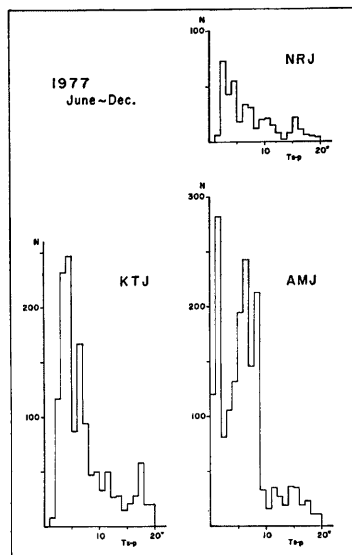


Fig. 16. Frequency distributions of S - P times observed at three seismograph stations, KTJ, AMJ and NRJ.

Fig. 15 に水平振りならびに水管傾斜計によって得られた潮汐傾斜記録を示す（永年変化成分は取りのぞいてある）。同方向の傾斜 HP2 と WT21 はよく対応している。詳細については別の論文¹³⁾に述べられている。

4.2 地震活動

この地域の地震活動は、1971年より開始した3点観測によってかなり明らかになり、1973年12月までの結果はすでに発表されている⁹⁾。

1977年5月より上記のテレメータによる集中記録方式が完成し、この地域の地震活動状況をさらに詳細に調査することが可能となった。このための衛星観測点は、隣接観測網との位置関係を考慮した上、既設の蔵柱観測室 (KTJ) の他、跡津川断層をはさむ2点、天生 (AMJ)、檜原 (NRJ) に配置した。これらの位置は次の通りである。

KTJ $36^{\circ}16'25''$ N, $137^{\circ}19'37''$ E

NRJ $36^{\circ}30'49''$ N, $137^{\circ}14'18''$ E

AMJ $36^{\circ}14'50''$ N, $137^{\circ}01'42''$ E

Fig. 16 は1977年6月より12月までに上記の3観測点で観測された地震（遠地震を除く）の S - P 時間の分布を示す。檜原観測点の観測個数が少ないのは、こ

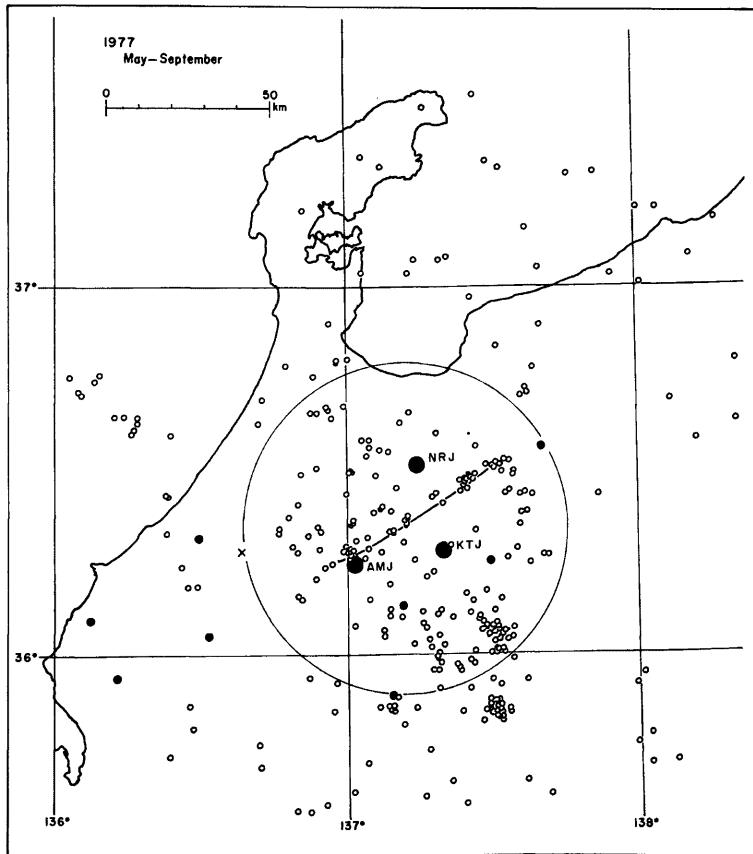


Fig. 17. Epicentral distribution of earthquakes in and around the present network, determined by the Kamitakara Crustal Movement Observatory.

の付近のノイズが比較的高いため観測感度を約1/2低下させていることによるものである。注目されるのは天生観測点 (AMJ) で S-P 時間が 2sec 以下の地震が多数観測されていることであって、跡津川断層西半部の地震活動が活発であることを示している。Fig. 17 には1977年5月後半から9月までにこの地域および周辺で起った約300個の地震の震央分布¹⁵⁾を示した。これらの地震の震源は、第1近似としてこの地域の地殻構造を均質一様 ($V_P=5.7\text{km/sec}$, $V_S=3.3\text{km/sec}$)⁹⁾と仮定して、3観測点のP波着震時およびS-P時間から求めたものである。図中の円外(半径50km)の地震については、この仮定のために精度は低い。円内の地域については、さらに詳しい地殻構造を考慮に入れて震源の再決定を行なった。この結果から得られた跡津川断層位置との関連、深さ分布などについては別の論文で詳細に述べるが、すでに指摘されている⁹⁾ように、断層沿い、乗鞍岳周辺などに地震活動の高い場所が見られる。

5. あ と が き

全国的な地震予知研究計画が発足して10数年を経過した現在、国内の主要地域においては高密度の微小地震観測網が完成し、観測された地震波信号の大部分がテレメータ・システムにより中心観測所に搬送されて集中記録が行われ、また一部では地殻変動観測もテレメータ化され、特定の地域の地殻ひずみ・傾斜変化などの常時監視も可能な状態となった。

地殻変動連続観測は広域にわたる地殻ひずみの長期変動や、大地震直前の異常短期変動を検出する有力な手段と考えられるが、現在の観測所の分布はこの目的にとってまだ充分密ではない。しかし今後数年のうちに、現在の既設観測所を連結し、さらに新たに長測線水管傾斜計、ボア・ホール型傾斜計、体積ひずみ計などの観測計器を装備する観測点を15~20km 間隔に配置する地殻変動総合観測線(延長 150~200km)を全国に数カ所程度設定することが計画されている。この観測線は重要地域を縦断し、主要な活断層の長期的変位や海洋プレートの沈み込みの変動に起因すると思われる移動性の地殻変動の解明に役立つと思われる。観測データの伝送については、一部では既設テレメータ回線を利用し、その他の観測点では適当な時間間隔でサンプリングしたデータをデジタル・メモリーにため込み、観測センターからの定時自動呼出により公衆電話回線を利用してセンターへ搬送する方式などが考えられている。上宝観測所の観測網では、先に述べた地殻変動観測計器のほか、蔵柱観測室および跡津川断層西端付近の天生にボア・ホール型傾斜計(米国キネメトリクス社製、観測感度 $4\text{mV}/\mu\text{rad}$)を埋設して1978年より試験観測を開始した。また観測所本所(本郷)にも、この型の傾斜計および現在設計中の2流体水管傾斜計も埋設することを計画中である。これらの観測データも上記のテレメータ・システムに組入れる予定である。

地震観測については、現在各観測所ごとにまとめられているテレメータ観測網を、所属の大学の1つのセンターに結合して、すべての観測データをここで集中処理することが考えられている。次にこれら各大学のセンター間を高速専用回線で連結し、この伝送網を通じて隣接するセンター間、あるいは同一グループの観測所間で地震波形の原データを相互に交換し、さらに、必要な形に処理された二次データを全国の中心データ・センターへ搬送し、これをデータ・バンクに格納して集中管理することも計画されている。われわれの観測網では、跡津川断層周辺の地震活動や地震波速度の時間的变化をさらに詳細に調査するため、北陸微小地震観測所観測網との中間に1観測点を、また地震活動の比較的活発な断層東部に1観測点を新たに設置することを計画している。またこれとともに、隣接する名古屋大学高山地震観測所観測網との間でリアル・タイムでローカル・データ交換を行なう予定である。

上宝観測所のこのシステムの導入は第3次地震予知研究計画によって行われた。御協力を頂いた関係各位に感謝する。

参 考 文 献

- 1) 松田時彦: 跡津川断層の横ずれ変位, 地震研究所彙報, 第44号, 1966, pp. 1179-1212.
- 2) 宇佐美龍夫: 歴史的地震の震央位置について, 地震研究所速報, 第12号, 1974, pp. 1-29.
- 3) 土居 光・加藤正明・和田安男・三雲 健: 上宝における地殻変動の連続観測, 測地学会誌, 第22巻, 第3号, 1976, pp. 149-159.
- 4) 京大防災研究所上宝地殻変動観測所・地震予知計測部門: 上宝における地殻変動と地球潮汐歪の観測(2), 地震予知連絡会会報, 第18巻, 1977, pp. 88-90.
- 5) Mikumo, T., M. Kato, H. Doi, Y. Wada, T. Tanaka, R. Shichi and A. Yamamoto: Possibility of Temporal Variations in Earth Tidal Strain Amplitudes Associated with Major Earthquakes, J. Phys. Earth, Vol. 25, Suppl., 1977, pp. 123-136.
- 6) Mikumo, T.: Faulting Mechanism of the Gifu Earthquake of September 9, 1969, and Some Related Problems, J. Phys. Earth, Vol. 21, 1973, pp. 191-212.

- 7) 田中寅夫・細 善信・土居 光・加藤正明・小泉 誠・和田安男：跡津川断層における光波測量（第1報），京都大学防災研究所年報，第20号 B-1，1977，pp. 69-75.
- 8) 京大防災研究所上宝地殻変動観測所・地震予知計測部門：跡津川断層における光波測量結果（1971-1976），地震予知連絡会会報，第18巻，1977，pp. 91-94.
- 9) 和田博夫：跡津川断層附近における微小地震活動第2報，地震，第2輯，第28巻，1975，pp. 113-124.
- 10) 三雲 健・加藤正明・土居 光・和田博夫・細 善信・和田安男・小泉 誠：遠震の P 波走時偏差および地球潮汐歪振幅の時間的変化検出への試み（2），地震学会昭和51年度春季大会講演予稿集，1976，p. 78.
- 11) 三雲 健：RC 回路を用いた長周期地震計の特性，京都大学防災研究所年報，第13号 A，1970，pp. 121-132.
- 12) Kato, M.: Observations of Crustal Movements by Newly-Designed Horizontal Pendulum and Water-Tube Tiltmeters with Electromagnetic Transducers (1), Bull. Disast. Prev. Res. Inst., Kyoto University, Vol. 27, Part 4, No. 252, 1977, pp. 155-171.
- 13) 岸本兆方・尾池和夫・津嶋吉男：可変容量型ひずみ地震計について，京都大学防災研究所年報，第11号 A，1968，pp. 67-73.
- 14) 小型長周期地震計開発プロジェクトチーム：小型可搬長周期地震計の開発（その1），地震研究所速報，第13号，1974，pp. 17-22.
- 15) 和田博夫・三雲 健・小泉 誠・細 善信：跡津川断層附近における地震活動，地震学会昭和52年度秋季大会講演予稿集，1977，p. 21.

（文責：加藤正明・三雲 健）