

静岡大学地殻活動観測所の概要

檀 原 毅*

An Epitome of the Crustal Activity Observatory of Shizuoka University

Takeshi DAMBARA *

Some installations have been equipped during the period from 1978 to 1980 in the newly established Crustal Activity Observatory of Shizuoka University. The object of the observatory is to investigate synthetically seismic activity and crustal movements obtained with geodetic survey, with continuous observation of ground tilts, and with geological survey.

There are many fundamental problems which must be clarified before practical application of the crustal activity to the earthquake prediction. For example, a relation among vertical and horizontal movements of the earth's crust at a station, a local region and a large area is not always clear. If a proportional relation exists among them, which is apt to be accepted by intuition, it should be proved by observational facts. The observatory mainly aims at investigation of such basic problems.

The main installations are as follows. (1) A highly sensitive seismograph of electro-magnetic type with 3 components, and a long-period seismograph with 2 components which is used in substitution for a tiltmeter are installed on the bottom of the observation hole with 16 meters depth. (2) This hole and observation cabin for distance measurement by electro-optical distance measuring instruments (Geodimeter 6 of AGA and Range-Master III of K & E) were established in the highest place of the university's campus. (3) Specially planned bench marks were established at 5 points in the campus, which form 2 levelling circuits with 2.6km length respectively. An automatic level NI002 of Carl Zeiss, Jena is used for levelling survey.

1981年1月22日受理

* 静岡大学理学部地球科学教室 Institute of Geosciences, School of Science, Shizuoka University, Shizuoka 422.

1. 観測所の目的

最近大学および官庁研究所等において、主として地震予知を目的とする地殻活動の観測が各地で行われている。ここにいう地殻活動とは、いわゆる地殻変動や地震活動その他を包含した広義の地殻変動を意味する。さらに狭義の地殻変動は、時間スケールは違っているが、地質学的、測地的、地球物理学的（連続観測による傾斜・伸縮・ひずみ等）な観測手法によるものをすべて含むものとする。

現在行われている観測の大部分は 国の定める年次計画下にあるために、一定のフォームの資料を大量に生産する利点はあるが、一方において実験的な試みをする機会に乏しいように思われる。地殻活動、特に地震の前兆現象としての地殻活動には、未知の問題点が数多く残されており、それらについての基礎的研究は非常に重要である。

日本の測地測量は、明治時代にドイツ方式を導入した。そして、その実行法を忠実に守ることによって、種々の気象学的影響その他の誤差が取除かれるものと信じられてきた。しかし現実には、例えば水準測量による地殻の上下変動で、山地地形に相似した変動や、前回と逆対称な変動等がしばしば見られる。地形図の基準点としての三角点や水準点に与えられる x 、 y 座標や標高は、地形図に使用するという目的に関するかぎりは、30~40年間隔の反復測量で充分である。それは、微小な年間地殻変動量が十分に大きく累積するに足る年数であり、そして、そのように大きな変動総量は、観測上の多少の誤差を問題にする必要がなかったからである。

しかしながら、地震予知を目的とすると、当然のことながら短期間の反復測量が要求され、異常に大きな地殻変動が現われる特殊な場合を除けば、変動総量は極めて小さくなるのが一般である。従って、従来見逃がしていたような誤差も、厳密に追求されなければならないことになる。

精密経緯儀による三角測量は、光波測距儀の出現によって、三辺測量あるいは放射基線観測の手段に変ってきている。しかし、ある地域の水平ひずみが、配点

間の距離の大小またはそれらの方位の違いによって、合理的な結果を示さないこともしばしば見られる。合理的とは何かというと、小地域とそれを包含する広い地域の水平ひずみが、それぞれの距離に応じて比例関係にあるであろうとの、実証に裏付けされていない直感に頼った性格のものであるが、果たしてそのとおりであろうか。

傾斜・伸縮その他の地殻活動連続観測においては、気象学的要素の変化が大きく影響することは、よく知られている。気象学的要素は広範にわたり、たとえ気温の日変化や季節変化の影響を受けない観測坑内に計器を設置したとしても 降雨の影響等が大きく現われる。このような状況下の日常記録をながめて、常とは異なる変化が地震の前兆の変化であると確信するに足る資料分析は、全く不足しているのが現状であろう。

日本列島における地盤の構成単位は、過去の激しい地殻変動のために、極めて小さく、それらが複雑に重なっているであろうことから、連続観測用計器の有効範囲は局地的であることが予測される。このような局地的な地殻変動が、より広範な地域の変動と、どのような対応をもっているかということも、検討すべき重要な課題である。

巨大地震に伴う地殻変動は、100年間あるいは1,000年間にわたる微々たる変動の累積を、一挙にくつがえすに足る大きさである。そして、それもまた、10,000年以上を時間スケールとする地形学的または地質学的年代の変動のなかに埋没されていく。地殻活動は、地域的には局地から広域への場のなかで、正確に対応させて捕えるとともに、短期間から長期間への時間スケールのなかで、正確に対応させて捕えなければならない。

以上に挙げた幾つかの問題点は全くの2,3例であって、このような多くの基礎的な諸問題を 微小地震活動と対比させながら、ルーチンの観測結果としてのみではなく、実験的な種々の試みを行うことによって、最終的には地殻活動に基づく地震予知への貢献を図ることが、静岡大学地殻活動観測所の目的である。

静岡大学は、第四系に属する安倍川系河川の礫、砂、泥の堆積層が隆起してできた有度丘陵の西山腹に位置しており、その曲隆運動は何らかの形で現在もお継

続しているものと見られる。また広域的には、御前崎沖から駿河湾一帯を舞台とする巨大地震に関連する地殻変動の場のなかにある。

国土地理院4等三角点「片山」(標高103.34m)のおかれた静岡大学構内最高点からは、遠くは富士山、南アルプス(赤石岳等)、御前崎が見え、中距離、近距離では三角点のある山々が東、北、西方面に展開している。また、地震活動としては、東海地震の再発はもちろんのこととして、静岡、清水、焼津一帯は約10年に1回ほどの割合で繰返すマグニチュード6級の被害地震の巣でもある。

このような立地条件を背景とする静岡大学構内は、地殻活動に関する基礎研究の場としては、極めて好適な場所であるといえることができる。

2. 施設の配置と構造

静岡大学地殻活動観測所として現在までに整備した主な備品は、微小地震計、傾斜計、光波測距儀、オートレベルである。これらのうち、地震計と傾斜計のセンサーは、構内最高点の山上に設けた観測坑底に整置されているが、前者の電源、増幅、記録部は理学部C棟にあり、センサーとは地下ケーブルで連結されている。傾斜計の記録計は、観測坑の入口室内においてある。光波測距用の観測室は観測坑の南東に、また、水準点はほぼ大学構内を一巡するように5地点に設置してある。

(1) 観測坑

観測坑は上部で内径3m、外径4m、底室で内径4

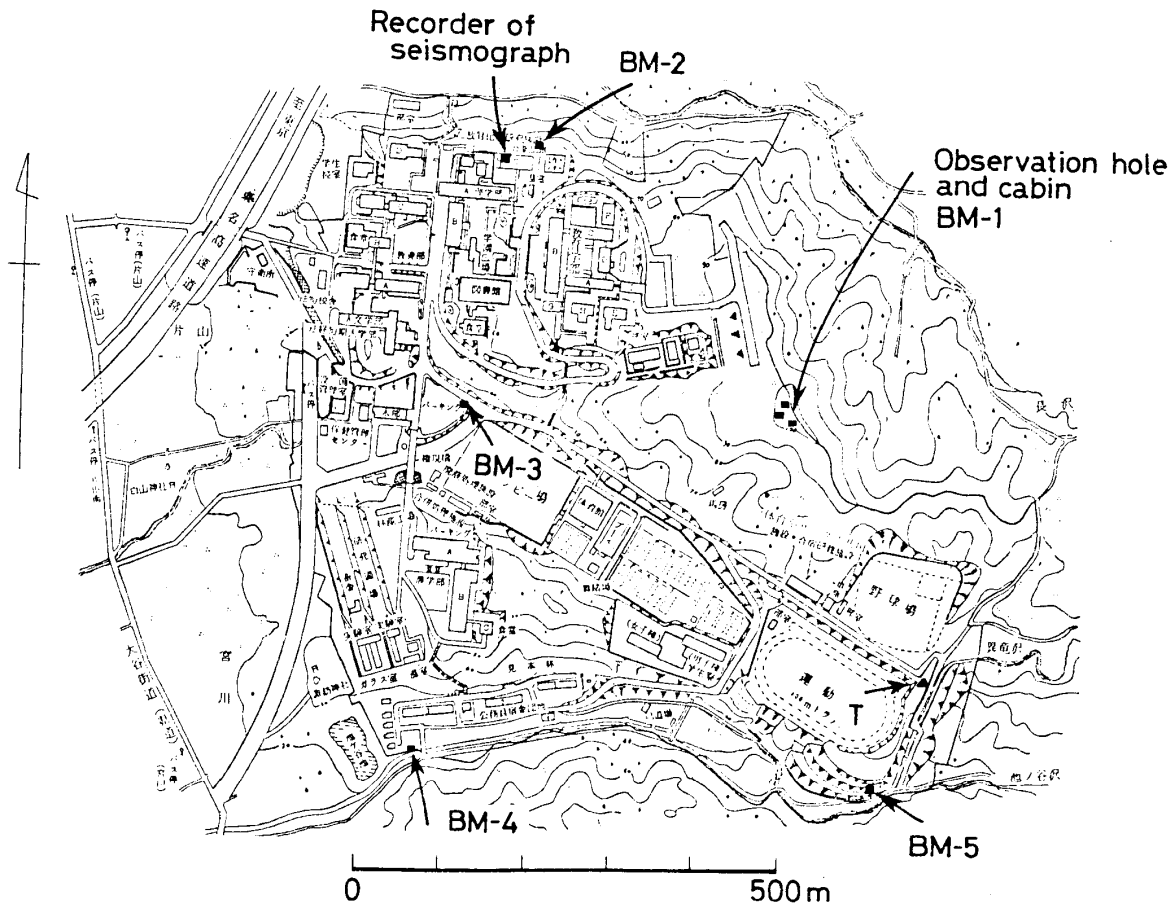


Fig. 1. Locations of installations of the Crustal Activity Observatory of Shizuoka University. BM means bench mark of levelling.

図1 静岡大学地殻活動観測所施設の配置図。BMは水準点

m, 外径5mの鉄筋コンクリート壁で, 地表面から垂直に16mの深さがある. 4mごとの潜函工法で仕上げたが, 4階の各仕切りは中央床の両側を厚い木板でおおい, これをはね上げれば垂直梯子で上下できる. この断面略図を図2に示してある.

底部には幅1.8m×1.5m, 厚さ20cmの陶石盤を置き, この上に地震計3成分と傾斜計2成分のセンサーがある. この盤石長辺の方位はN16°5E, 中心の座標は次のとおりである.

緯度 34° 57' 39".38N
 経度 138° 26' 17".90E
 標高 86.91m

観測坑の付近一帯は, 1~1.5m厚の粘土最上層の下に, 未固結の厚さ約20mの礫層が表層部をつくり, それはさらに, 5~10cmの砂交じりまたはシルト交じ

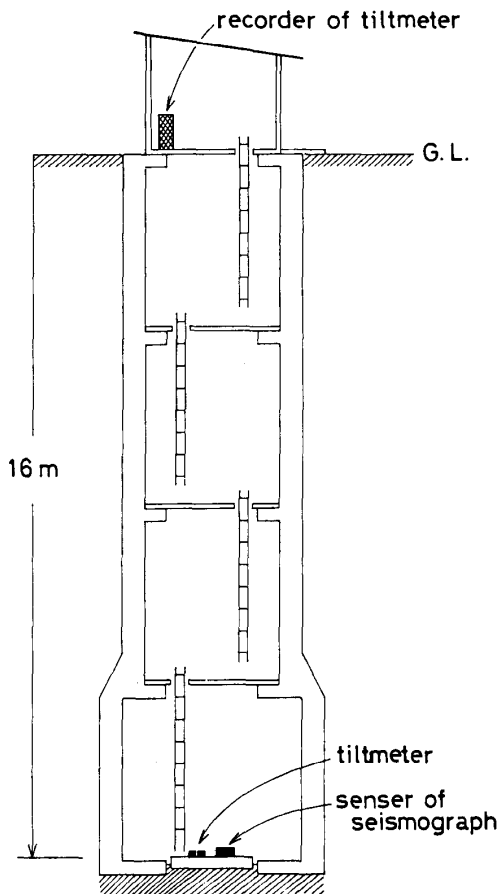


Fig. 2. A cross-sectional view of the observation hole (room of seismograph and tiltmeter).
 図2 観測坑(地震計および傾斜計用)断面図

りの薄い礫の互層からなっている. 礫の直径は10cmと大きいものもあるが, 直径2~3cm以下が大部分であった. 観測所の近辺に, 直径50cmほどの丸石が幾つか重なっている所があり, 古墳との説があるが, このように大きな礫は堀削した地下からは出なかった. 地層の傾斜はW方向に7°程度で, 降雨はほとんど表面粘土上を流れる. 地下水の出水箇所は, 大学構内の境界に当る運動場東端および農学部圃場西の諏訪神社周辺等に見られるが, いずれも標高約30m以下の崖の中腹である. これらは, 観測所のある山上からの地下水に, 標高50m以下にある野球場, 運動場, サッカー場, 農学部圃場などの降雨が加わって, その一部が礫層を抜けて, 下のシルト層上面を流れる地下水になると思われる. 従って, 観測所付近の地盤に対する降雨の影響はそれほど大きくはならないであろう. ただし, 東斜面は民有地の蜜柑畑なので, 考慮する必要があるかもしれない.

観測坑底室の気温は非常に安定していて, 15.1°Cを保つ. 湿度は, 掘削時に水が溜ったことや, コンクリート壁の未乾燥の結果, 93%と高かったが, 外温が15°C前後になる11月(1980年)に約10日間通風を行い, 約40%に低下させた.

(2) 光波測距観測室

光波測距観測室は3.20m四方の床面をもち, 室内および屋上に観測台がある. 室内観測台は地表面下約1.5mに基礎をおき, 建物とは分離してある. 観測台中心にはウイルド型整準台用の止めねじを埋込んであるからK&E社, AGA社の光波測距儀やセオドライト等に使える. 屋上観測台中心の止めねじは, 整準台を水平に整置したとき, 室内観測台中心に一致するようにした.

観測室の方位は, 室内観測の際の主な三角点方向に対する壁部分の死角を, できるだけ少なくするようにN14°5Eに曲げてある以外は, 特別な構造になっていない. 観測台中心の座標は次のとおりである.

緯度 34° 57' 39".19N
 経度 138° 26' 18".25E
 標高 105.83m (室内観測点)
 108.92m (屋上観測点)

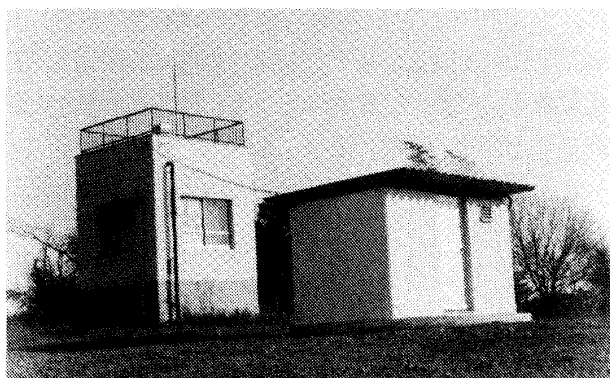


Fig. 3. An outlook of the upper part of the observation hole and the observation cabin for distance measurement.

図3 観測坑上部および光波測距観測室

図3は観測坑上部(右)および光波測距観測室(左)の全景である。

(3) 水準点

静岡大学構内の地盤は、前述したように礫と泥の互層で、水準点埋石の条件としては良いほうであるが、将来の保存性を考慮して、国土地理院とは違う設計にした。すなわち、図4に示すように、地下の礫層に基礎をおく1m×1mの基礎部に連結した鉄心入りのコ

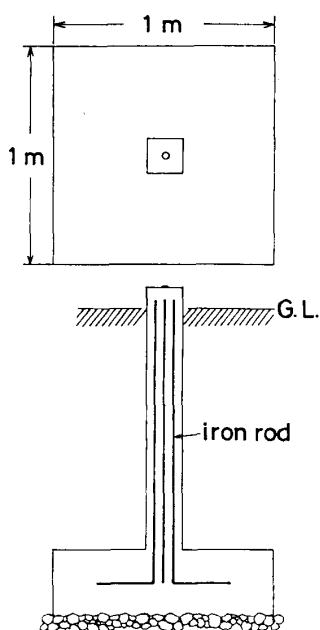


Fig. 4. Structure of a specially planned bench mark.

図4 水準点の構造

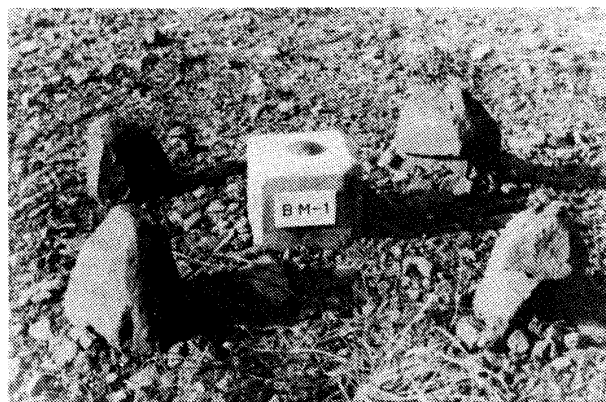


Fig. 5. The upper part of a bench mark.

図5 水準点上部

ンクリート角柱16cm×16cmをつくった。基底までの深さは場所によって異なるが、地表面から約1.5mである。

このような標識を5点設置したが、これらはそれぞれ約2kmの二つの路線環で結合される。設置した地点は1号から順に、山上観測所内、理学部C棟北側、本部パーキング場東端、職員宿舍入口の橋付近、運動場東南端である。このほかに、光波測距用に既設の三角点や大学の基準点のうち埋石のしっかりしたものは、水準測量に利用することができる。図5は今回設置した水準点の地表部分である。

3. 主な観測機械

初めに述べた目的に適する設備は、細かいものを含めて未だ完全ではないが、1978年以来整備できた主な観測機械について説明する。

(1) 地震計

地震計は明石製作所に一括発注した。センサーは速度計電磁型水平2成分(NSおよびEW)、上下1成分で、速度測定範囲は0.5micro kine~1 kine、振動数範囲は0.1~30 Hz、感度は減衰係数 $h = 0.7$ で1.4 v/kineであり、増幅器入力感度切換えとしては200, 500, 1,000, 2,000倍およびそれぞれの1/100減衰ができる。

記録はペン書きオシログラフのほかに、カセット式データレコーダーが使用できる。後者の起動レベルは

10micro kine~10m kineの範囲で可変, 遅延時間は約10secである. 遅延時間が多少短いのは, 静岡市を中心として半径数10km以内の地震活動を主な対象としているからである.

付属の水晶時計は多少温度効果が現われて, 年間で

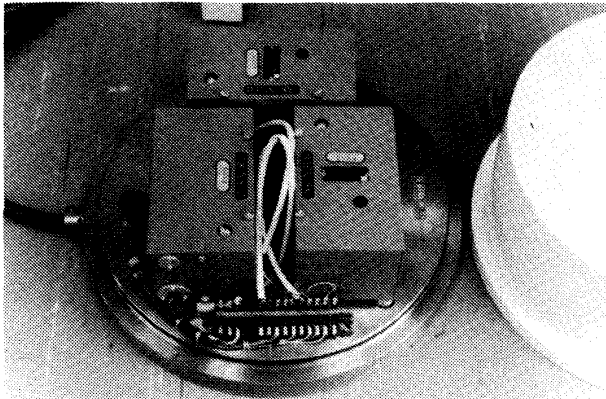


Fig. 6. A senger part of the seismograph.
図6 地震計のセンサー部

+2~-2 sec程度の幅がある. 調整はできるが, 現在は0.01secのストップウォッチで週に2回以上時報と比較して, 補正値を与えている. 図6にセンサー部, 図7に記録計(電源, 増幅, 記録器)を示す.

この地震計が設置された後, 1979年中は教育学部,

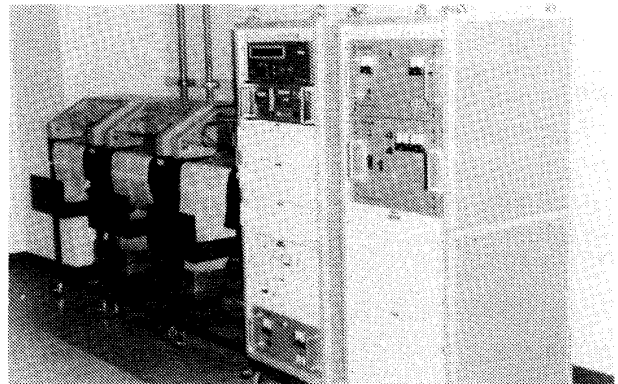


Fig. 7. Parts of power source, amplifier and recorder of the seismograph.
図7 地震計の電源, 増幅および記録部分

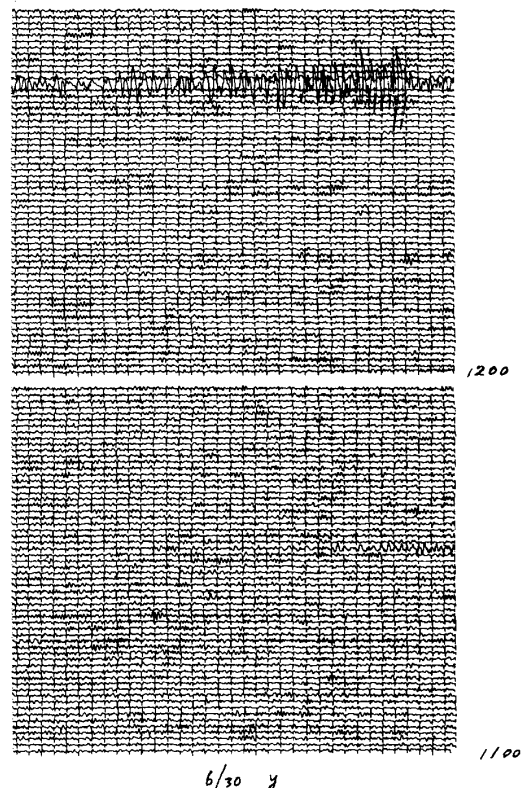
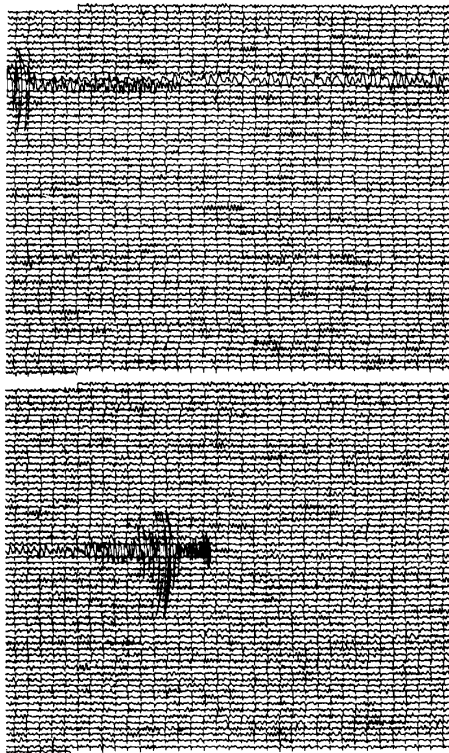


Fig. 8. An example of a micro-earthquake (lower) (June 30, 1980 near Kusanagi, Shizuoka City. Epicenter; latitude 34°59' N, longitude 138°26' E, depth 10km, magnitude < 3).

図8 微小地震記録例 (1980年6月30日, 静岡市草薙, 震央; 緯度34°59' N, 経度138°26' E, 深さ10km, マグニチュード<3)

