

体積ひずみ計および面積ひずみ計による 地殻ひずみの観測について

高 田 理 夫

ON THE CRUSTAL DEFORMATION OBSERVED BY NEWLY CONSTRUCTED VOLUME AND AREA DILATATION METERS

by Dr. Sci. Michio TAKADA

Synopsis

For the purpose of studying the forecast of earthquakes, the observation of crustal deformation is being carried on by the super-invar-bar extensometers consisted of 6 components at Ide observatory.

The volume dilatation and the area dilatation may be calculated from the observation by 3 components extensometer which are set up in the direction along the rectangular co-ordinate axes.

For this reason, new volume dilatation meter and area dilatation meter were designed.

In this paper the general results observed by these instruments and the M_2 -constituent of the earth-tide obtained by use of harmonic analysis from the datum are discussed.

1. 京都大学防災研究所井手観測所においては、1951年創設以来、地震予知の研究を行なうため、種々の観測計器を使用して、地殻ひずみの観測を続けている。

これらの観測のうち、創設当時より、引き続き観測を行なっているものは、6成分のスーパー・インヴァー棒伸縮計と Zöllner 吊りの水平振子型傾斜計とであり、この6成分伸縮計は、垂直方向成分・N88°E と N2°W 方向の水平2成分の3つの直角座標軸方向に設置されている直交3成分と、これらの2成分とたがいにかつたがいに設置した斜成分2・水平成分1の合計6つの方向の伸縮変化を測定するようにしたものである。

2. この6成分の伸縮計のうち、直交3軸方向に設置された伸縮計を用いると、これらにより観測された3方向の直線ひずみを加えることにより、体積ひずみを求めることができる。いま垂直方向・N88°E 方向・N2°W 方向の成分1・2・3の3伸縮計で観測された直線ひずみをそれぞれ ε_1 , ε_2 , ε_3 とすれば、体積ひずみ e は、

$$e = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

で与えられる。

同様に、たがいに2つの直線ひずみの和 $\varepsilon_1 + \varepsilon_2$, $\varepsilon_2 + \varepsilon_3$, $\varepsilon_3 + \varepsilon_1$ を求めると、これらの方向を含む面での面積ひずみを示すこととなる。

従来は、このように、それぞれの直線ひずみを求め、これらを適当に加えて、体積ひずみや面積ひずみを求めていたのであるが、このような手数を除き、直接これらの観測ができるように、筆者は次のような計器を試作し、観測を行なつてきた。

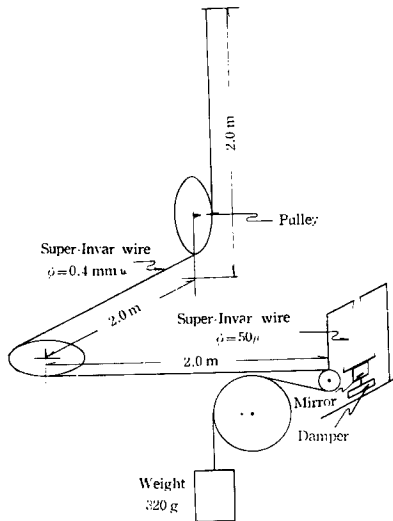


Fig. 1 Sketch of the volume dilatation meter

まず、体積ひずみ計として、Fig. 1, 2 に示すように、スーパー・インヴァー線を岩盤に固定した2個の滑車で垂直・水平・これと直角に水平と三方向を向くように曲げ、一端を岩盤に固定し、他端を岩盤に固定した拡大装置に連結すれば、両端固定点間の伸縮変化を直接拡大する。したがって、固定点—滑車間、滑車—滑車間、滑車—拡大装置間の距離を同じにすれば、この伸縮変化は体積ひずみを示すこととなる。

同様な方法で、中間に一つの滑車を用い、直角2方向にスーパー・インヴァー線を張り、伸縮変化を測定すれば、その変化は、面積変化を示す。

いま、これらの計器の諸常数を示すと次のようである。

スーパー・インヴァー線	: 0.4 mmφ
一方向の測定区間長	: 2.0 m
滑車の直径	: 5.0 cm
感度 { 体積ひずみ計	: $2.5 \sim 1.6 \times 10^{-8} / \text{mm}$
面積ひずみ計	: $3.3 \sim 1.4 \times 10^{-8} / \text{mm}$

また、これらの計器により得られた観測記録を示すと

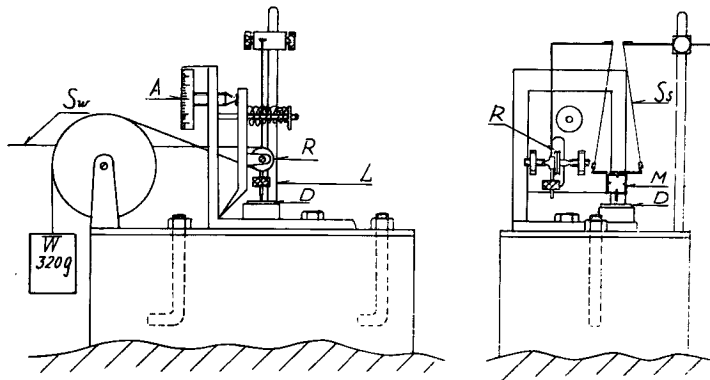


Fig. 2 Magnifying-device of the volume and area dilatation meters

S_w : super-invar wire (0.4mm in diameter)

S_s : super-invar wire (50μ in diameter)

M : mirror W : weight L : lamp D : damper

R : roller A : adjuster

Photo. 1 のようである。

このような記録を整理し、図示すると Fig. 3 のようになる。図中(1+2+3), (2+3)と記してあるのは、1, 2, 3の直角成分ひずみより算出したものである。この場合、体積ひずみ・面積ひずみの観測に用いた方向と算出に用いた方向とは全く同一の方向であり、いずれの方法を選ぶも結果は同じであり、完全

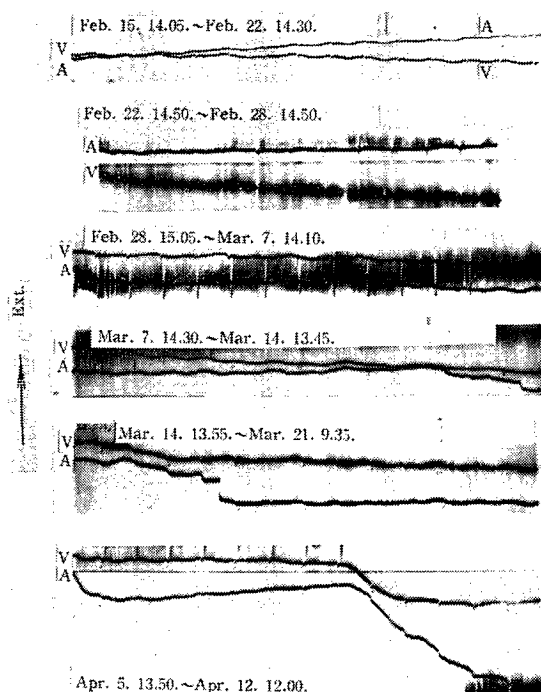


Photo. 1 Records observed by the volume and area dilatation meters

に一致するはずである。しかしながら、両者を比較すれば、合致してない。特に後の方において、その傾向が著しい。一般に、この種の観測では、局所性がひどく、完全な一致を望むことは困難である。このような通例から両者を見れば、よく合っていると思われる。特に永年変化はよく合っている。

3. 前掲 Photo. 1 の観測記録を見ると、1日2回の周期的な変化が認められる。これは、おそらく、earth tide の半日週潮の影響による変化だろうと考えられる。したがって、この半日週潮、すなわち M_2 -成分が如何ほどであるかを求めることとした。この場合、まず最初問題になるのは、O-線であり、これを正確に求めるためには、急激な変化のある期間を除く必要がある。今迄の観測より見ると、このような変化は降雨時に生じる。Photo. 1 の下段に示した Apr. 5 ~ Apr. 12 の期間の記録は降雨の影響により大きく変化している。又年間を通じて変化の大きい期間は Apr. ~ Sept. の多雨期間である。このような諸条件を考慮

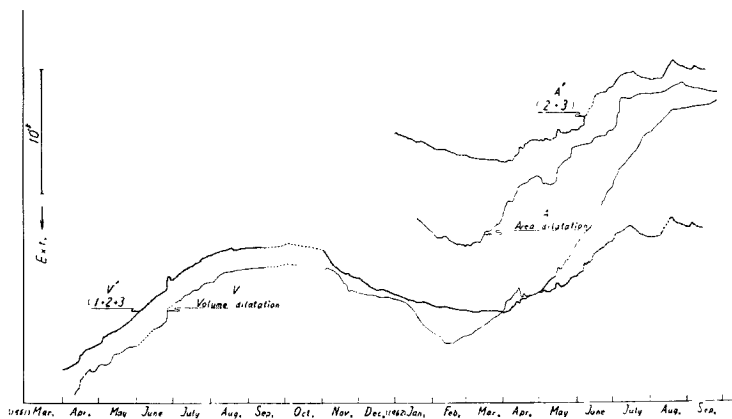


Fig. 3 Variations of the volume and area dilatations

V : volume dilatation observed by the volume dilatation meter

V' : volume dilatation calculated from the linear strains

A : area dilatation observed by the area dilatation meter

A' : area dilatation calculated from the linear strains

して記録を選ぶ必要があるが、幸い1962年の冬は降雨も少なく、適当な時期だと思われるので、Feb. 15~

Mar. 16 の約1か月間の記録を用いることとした。

前述の O-線を求める方法としては、最近一般に用いられている B. P. Pertzev の考案した 15 hours selected mean を取る方法を採用した。これは、連続記録の毎時の観測値を読み取り、ある時の値を決定するのに、その時の観測値とその時間を中心に前後 2・3・5・8・10・13・18時の観測値の合計15の観測値の平均値を取る方法で、各時毎の値を順次求めて行けば、O-線が求められる。したがって、観測値とこの O-線との差を求めれば、earth tide により生じた変化を示すこととなる。このようにして求めた各時毎の値を Darwin's method で調和解析し、 M_2 -分潮を求めた。その結果

$$\text{Volume dilatation} : 0.86 \times \cos(2t - 14.4^\circ) \times 10^{-8}$$

$$\text{Area dilatation} : 1.29 \times \cos(2t - 15.1^\circ) \times 10^{-8}$$

(+ : 伸張)

のような各分潮の値を得た。

かつて、小沢教授は逢坂山観測所の三方向のひずみを合成して、Volume dilatation や Area dilatation の M_2 -分潮を求められたが、それによると、

$$\text{Volume dilatation} : 1.58 \times \cos(2t - 16.5^\circ) \times 10^{-8} \quad (1954)$$

$$\text{Area dilatation} : \begin{cases} 2.22 \times \cos(2t - 12.3^\circ) \times 10^{-8} & (1954) \\ 2.15 \times \cos(2t - 6.6^\circ) \times 10^{-8} & (1959) \end{cases}$$

の値が得られている。

この両観測所における値を比較するに、両観測所は、わずか 20 km 位しか離れておらず、位相差は両者とも10数度であり、大体一致している。しかし振幅の方は、井手では逢坂山の約半分になっているが、体積と面積の振幅の比は同じ位である。このようなことを考慮すれば、本計器は、土地の体積あるいは面積の伸縮を観測する目的としては充分役立つものと思われる。

4. そのほか、井手観測所においては、創設以来、6成分伸縮計や水平振り型傾斜計を用いて、地殻の変動を観測しているが、それらの観測結果より、annual な変化を除き、secular な変化だけを求め示すと Fig. 4 のようになっている。これを見ると 1957 年頃を境にして、その前後で変化の様子が異なっており、このような変化は逢坂山にも見られ、京都付近でこのような地殻の変動のあったことを意味している。しかもこのような変化を見て注意をひくことは、伸縮計・傾斜計いずれの観測でも、1957~1961の間に異常な変化をしており、1961年の中頃に元の状態にもどっていることである。このような変化は、今まで、大地震の震源の近傍でよく観測されたことであるが、その期間京都近くに震源を有する大きい地震を探すと、1960年12月26日の大台ヶ原地震（井手よりの震源距離は約 100 km）

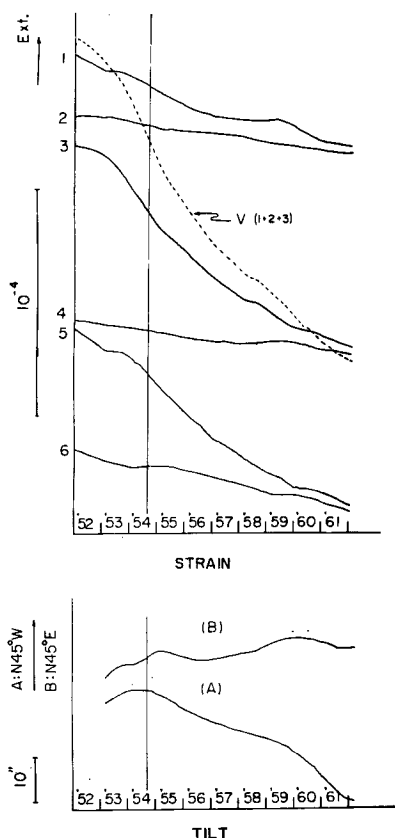


Fig. 4 Secular variations of the linear strains(—), volume dilatation (---) and the ground-tilts

であるが、この長い期間にわたる異常な変化がこれと直接関係があるかどうかは今後の観測結果を見て、さらにくわしく分析しなければならないが、ともかく原因が何であるかは別として、異常変化が時を同じくし

て、どの成分にも現われ、再び元の状態にもどっていることは興味ある所である。

最後に本研究を続けるに当り、終始御指導・御教示を賜わった 佐々憲三教授に深甚な謝意を表すると共に、御助言を頂いた小沢泉夫・吉川宗治両教授・中川一郎博士に厚く御礼申し上げます。又記録の整理や計算を手伝って下さった土屋祥子氏に謝辞を申し述べる。

参 考 文 献

- 1) 小沢泉夫：逢坂山における地殻変動の観測，京大防災研究所年報，第3号，昭34，pp. 148—153.
- 2) 高田理夫：井手における地殻ひずみについて，京大防災研究所年報，第5号A，昭37，pp. 64-72.
- 3) Takada, M. : ON THE CRUSTAL DEFORMATION AT IDE AND NEWLY CONSTRUCTED VOLUME AND AREA DILATATION METERS, 佐々教授退官記念論文集，昭38，(印刷中).