

### 3 - 10 丹沢山地における応力解放法による現場応力測定

#### In Situ Stress Measurements by a Stress Relief Method in the Tanzawa Mountains

地質調査所  
Geological Survey of Japan

地質調査所では、X線法による残留応力測定を行ってきたが、昭和53年度にその検定を兼ねて応力解放法による現場応力測定を丹沢山地で試行した。さらに昭和54年度にも測定地点を東北東に約2.5kmずらして、現場応力測定を行い、ほぼ満足できる結果が得られたので報告する。

従来、応力解放法は鉾山の坑道やトンネル等から、水平ないしはやや上向けのボーリングを行って実施されてきた。しかし、坑道やトンネルのある地点は限られており、実施時期も制約されるので、地震予知を目的とした応力測定には別目的の地下施設を利用しないで応力測定を行う方法を開発する必要がある。地震予知には水平方向の応力が重要であることを考慮し、鉛直下方へのボーリングにより応力測定を行うことにした。鉛直ボーリング孔内では湧水がさけられないので、鈴木光によって開発されたボアホール孔径変位計を水中でも使用できるよう改良（第1図）して使用した。<sup>1)</sup>

地形・高度・深度・測定時期の相違にもかかわらず、応力解放法による測定はほぼ一致した結果が得られた（第2図、第1表）。図2のTZQ点から得られた石英閃緑岩のX線法による残留応力も、最大水平圧縮応力は100 kg/cm<sup>2</sup>、最小水平圧縮応力は31 kg/cm<sup>2</sup>、最大水平圧縮応力の方位はN14°Eであって、応力解放法による結果と一致している。

南のTWE点の足柄層砂岩のX線法による残留応力はN24°E方向に266 kg/cm<sup>2</sup>の最大水平圧縮応力があり、N66°W方向には12 kg/cm<sup>2</sup>の最大水平引張応力が検出されたが、神縄断層にごく近いために、その影響が出ているのではないかと考えられる。

以上のように丹沢山地では南北からN30°E以内の方向で地表付近でも100 kg/cm<sup>2</sup>を越える最大水平圧縮応力が現場応力測定および残留応力測定で観測される。だいたい南北方向の広域的な大きな水平圧縮応力が作用している（あるいはごく最近作用していた）と考えてよいであろう。最大剪断応力は地表付近でも40 kg/cm<sup>2</sup>程度になる。測定地点の北西10～20 km付近を中心として山梨県東部地震群が発生しており、地下深部では破壊強度にかなり近い応力が作用していると思われる。

丹沢山地は地質学的・地形学的証拠から、新第三紀以後の急激な隆起が明らかであり、東西走行の神縄断層の存在等も南北方向の水平圧縮を示している。伊豆半島が北上して、本州に衝

突しているというモデルも、丹沢山地の南北圧縮と調和的である。相模トラフ－国府津・松田断層系の右ずれによって、神縄断層－丹沢地区に応力集中が生じるため、特に応力が高いのではないかと考えられる。

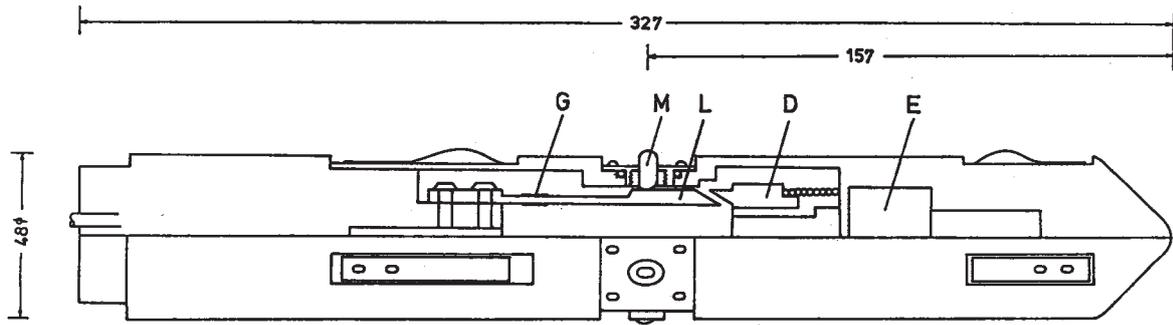
昭和54年末より、丹沢地区D地点に多軸孔径変位計（第3図）を地下約15mに埋設し、その後の変化を観測している（第4図）。センサー1は水平南北、2は水平東西、センサー3は水平N45°E方向に入れてある（磁北西偏6°40'）。センサー0は孔軸方向に入っており、孔径歪の影響はほとんどないので温度の影響等の補正のため各センサーの指示値からセンサー0の指示値を引いたものを各センサーの測定値とする。

第4図で曲線Mは水平平均歪（直交するセンサー1と2の平均）、曲線1, 2, 3はそれぞれのセンサーの測定値と平均歪の偏差値を示す（正は伸び、負は縮みを表わす）。

最初の大きな歪はモルタルの硬化膨張によるもので、見掛けのものであるが、現在次第に収れんしつつあり、5月では10日間の見掛け歪量は $4 \times 10^{-7}$ 以下に減少している。観測孔付近の岩石のヤング率はおよそ $1.8 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$ であるので、 $0.1 \text{ kg/cm}^2$ の応力変化があると約 $10^{-6}$ の孔径歪が期待される。したがって、 $0.1 \text{ kg/cm}^2$ 程度の応力変化は検知可能である。現在のところ、最大縮みの方向は南北から北西－南東方向の間で変動しており、絶対応力測定値と微妙な違いがある。（小出仁・星野一男・楠瀬勤一郎・井波和夫・西松裕一・小泉昇三）

#### 参 考 文 献

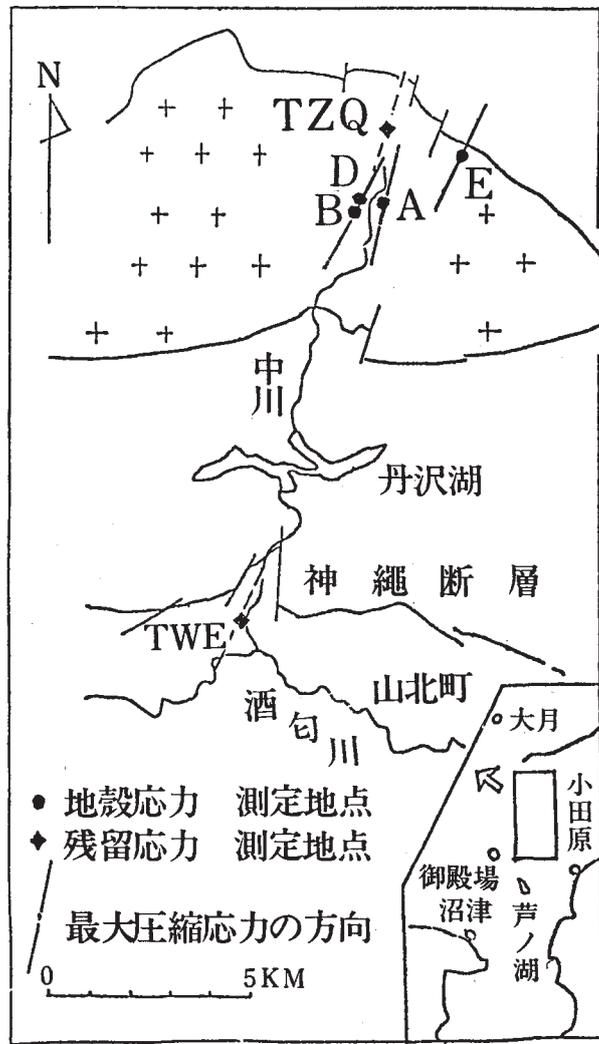
- 1) 西松裕一・小泉昇三・星野一男・小出仁・鈴木楊一（1980）、日本鉱業会昭和53年度春季大会講演集。



第1図 ボアホール孔径変位計, M:測定子, G:ストレイン・ゲージ, E:モーター, L:片持ばり, D:収縮ディスク

Fig. 1 Borehole deformation cell.

M: Measuring point, G: Strain gauge, E: Motor, L: Cantilever, D: Moving disc.



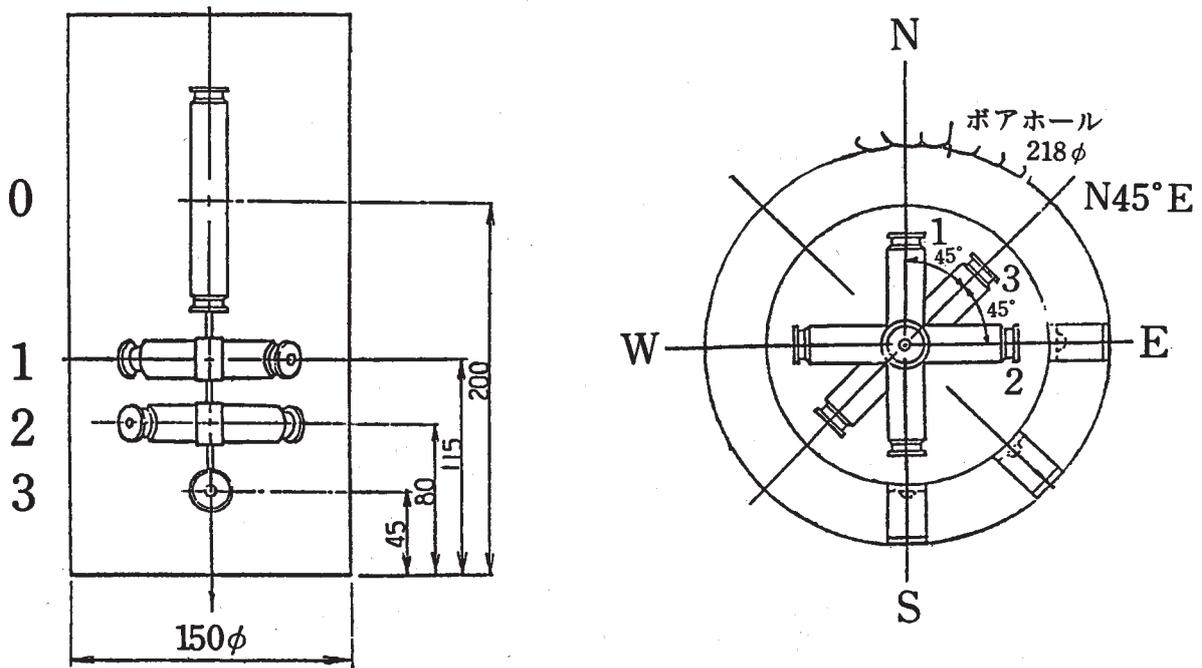
第2図 地殻応力測定位置図

Fig. 2 Orientation of maximum horizontal stress as measured from overcoring method (circle) and from X-ray method (rectangle).

第1表 応力解放法による地殻応力測定結果

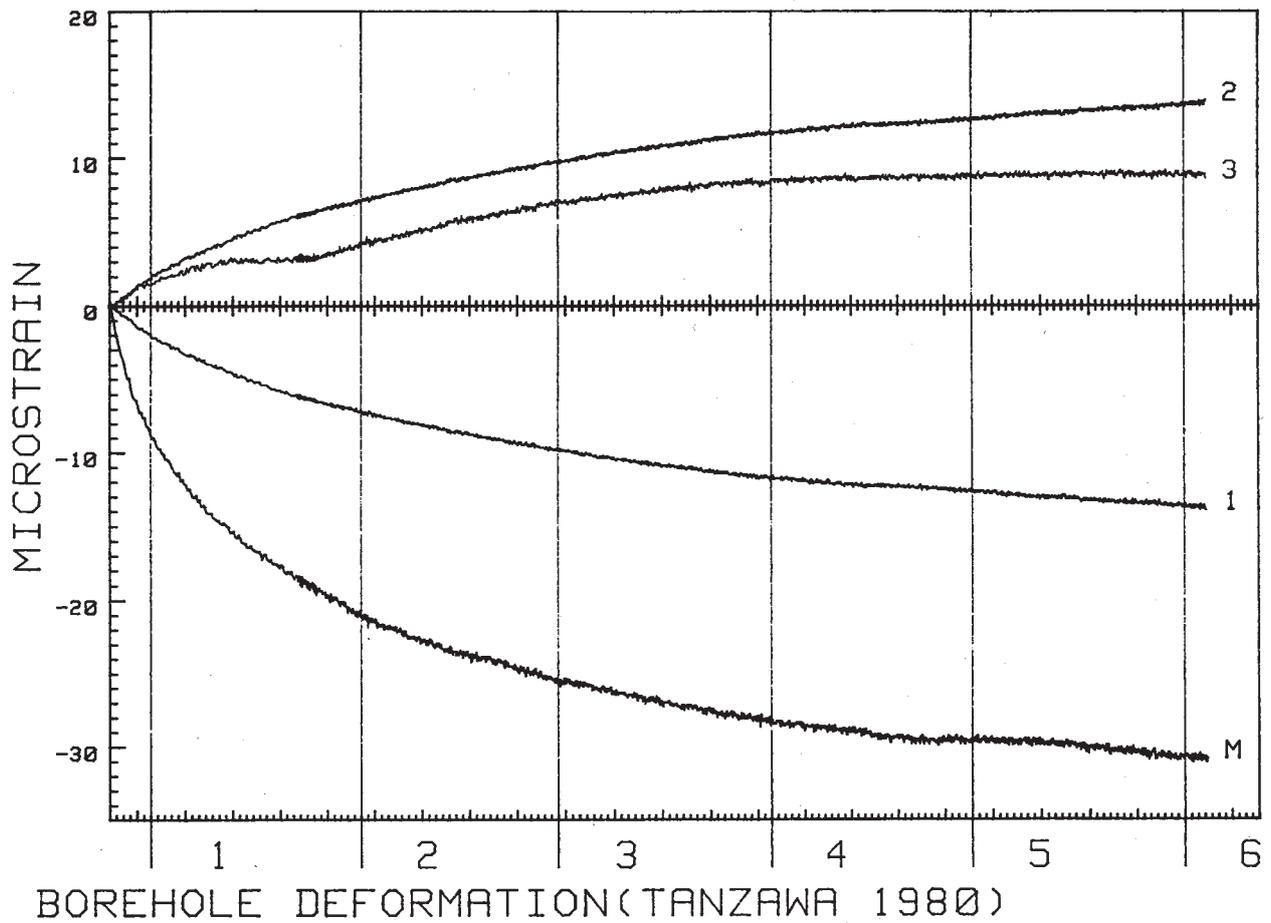
Table 1 Results of stress measurements from overcoring method.

測定地点	丹沢山地 A点	同左 B点	同左 E点
地形	南北の谷	南北の谷	東西の谷
海拔	500 m	500 m	900 m
地質	石英閃緑岩体 (中心部)	石英閃緑岩体 (中心部)	石英閃緑岩体 (北東縁部)
測定深度	5.73 m	8.27 m	11.25 m
最大水平圧縮応力( $\sigma_1$ )	119 kg/cm <sup>2</sup>	139 kg/cm <sup>2</sup>	125 kg/cm <sup>2</sup>
最小水平圧縮応力( $\sigma_2$ )	33 kg/cm <sup>2</sup>	51 kg/cm <sup>2</sup>	46 kg/cm <sup>2</sup>
$\sigma_1$ の方位	N 7° E	N 26° E	N 27° E
測定時期	昭和53年11月	昭和53年12月	昭和54年11月



第3図 埋込式多軸孔径変位計 (応力変化観測のためボアホール内地下15mの深さに埋設)

Fig.3 Multiaxial deformation cell buried at the depth of 15 m in a borehole for measurement of stress change.



第4図 ボアホール径の変化

縦軸単位は  $10^{-6}$  ひずみ (正は伸張)。横軸最小単位は1日, 数字は月を示す。Mは孔の水平平均歪; 1, 2, 3はそれぞれの方向の孔径の歪の平均歪からの偏差を示す

Fig.4 Deformation of borehole diameter. One unit along the ordinate indicates the strain of  $10^6$  (extension is positive). One unit along the abscissa is one day. The numbers beneath the lower end line denote months. M: Horizontal mean strain of borehole; 1, 2, 3: The deviation of deformation of diameter along each direction from the mean strain.