

3-10 丹沢山地における応力解放法による現場応力測定 (2)

In Situ Stress Measurements by a Stress Relief Method in the Tanzawa Mountains(2)

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の測定と、応力解放法による絶対応力の現場測定を丹沢山地で行ってきた。絶対応力測定法としては、前回までは、東大式孔径変位計による孔径変化法を用いた。¹⁾

応力測定法は、どの方法もまだ完全に確立されていないので、測定の信頼性を確かめるため、東大式で測定されたA・B点の近くのD点で、電研式応力解放法²⁾による測定を行った(第1図)。母岩は同じ石英閃緑岩体である。

電研式も、東大式と同じ孔径変化法の一つである。東大式では、ボアホール孔壁にバネで測定端子を接触させて、孔径の変位を測る。電研式は第2図のような多軸ひずみ計を、ボアホール内にセメントミルクで固着する。電研式は地下発電所地点等で多くの測定実績がある。

電研式は、ボアホール内が複雑になり、応力分布を理論的に求められない。そこで、オーバーコアリング後の岩芯を、ひずみ計を埋設したまま取り出し、実験室内で等方圧を加えて検定する。

測定結果は第1表にまとめてある。D1深度では、鉛直方向の圧縮応力は29 kg/cm²であった。D2深度では、割れ目のため、鉛直方向の検定が行えなかった。東大式による結果に比較して、かなり応力値が低くなっている。今回測定のD地点の岩石は、かなり破碎され、全体的に軟弱であるため、応力値が低くなったのではないかと思われる。特にD1深度の岩石はきわめて軟弱であり、明らかにその影響が出ている。

応力方向はほぼ一致している。最大水平圧縮応力は、D1を除き、最小水平圧縮応力の約3倍となっている。応力の絶対値は異なるが、相対的な応力状態としてはよく似た測定結果が得られている。すなわち、現場測定そのものはかなりの信頼性があるが、むしろ検定方法と見かけ弾性係数に問題があると思われる。今後、この点をさらに検討する必要がある。

今回の測定値でも、深度15mにおける水平応力としては非常に大きい。もっとも急しゅんな斜面を含むN57°E方向の地形の影響を有限要素法で推定すると、深度15mで水平圧縮応力は23 kg/cm²であった。最小水平圧縮応力はほぼ地形の影響で説明できるが、最大水平圧縮応力は地形では説明できない。北北東-南南西方向の、おそらくテクトニックな原因による、地殻の水平圧縮を反映したものと考えてよいと思われる。

両測定方式を比較すると、東大式は迅速な測定を多数行える長所があり、電研式は軟質岩盤でも確実な結果が得られる。岩盤が良好であれば、もっと一致した結果が得られるであろう。

前回報告したように¹⁾、応力変化観測のために、D地点のオーバーコアリング後の大孔径ボアホールを利用して、多軸孔径変位計を地下15mの深さに埋設してある。多軸孔径変位計には、孔軸に平行な鉛直方向の1本と、水平方向に3本のひずみセンサーが入っている。鉛直方向は、応力変化の影響をあまり受けないので、ダミーと考え、鉛直方向センサーの指示値からの差を水平方向のひずみ測定値とする。第3図中の1は水平南北方向（磁北に対し）、2は東西方向、3はN45°E方向の孔径のひずみをそれぞれ示す。単位はマイクロストレイン（ 10^{-6} ひずみ）で、伸張を正とする。おおよそ、 0.1 kg/cm^2 の応力変化があると、 10^{-6} の孔径ひずみがあると考えられる。埋設は54年12月末であるが、セメント硬化のための見かけ変化が小さくなってきた55年4月下旬からの変化を示してある。N45°E方向の収縮率が、7月頃からしだいに大きくなる傾向が注目される。第4図は各10日間の水平方向の平均ひずみ（M）と最大剪断ひずみ（S）の推移を示す。1日の測定値を平均し、10日前の値との差から、ひずみを求めたもので、ひずみ率の移動平均と見ることもできる。10日間の水平最大収縮方向（O）は、図の下半は北西、上半は北東方向の収縮を示す。最大収縮の方向は、5月までは北北西-南南東であったが、7月頃から北北東-南南西方向に変わり、絶対応力測定の最大水平圧縮方向と一致してきた。それと共に、収縮率がしだいに大きくなり、最大剪断ひずみも8月中頃から大きくなってきたことが注目される。これは、地殻応力の増加傾向を示している可能性が大きい。（小出 仁・星野一男・楠瀬勤一郎・井波和夫・金川 忠・林 正夫・北原義浩）

参 考 文 献

- 1) 地質調査所：丹沢山地における応力解放法による現場応力測定，連絡会報，**24**（1980）
99 - 103.
- 2) 金川 忠，他：地圧の計測法と応用，電力土木，**163**（1979），1 - 12.

第1表 丹沢山地における応力解放法による地殻応力測定結果

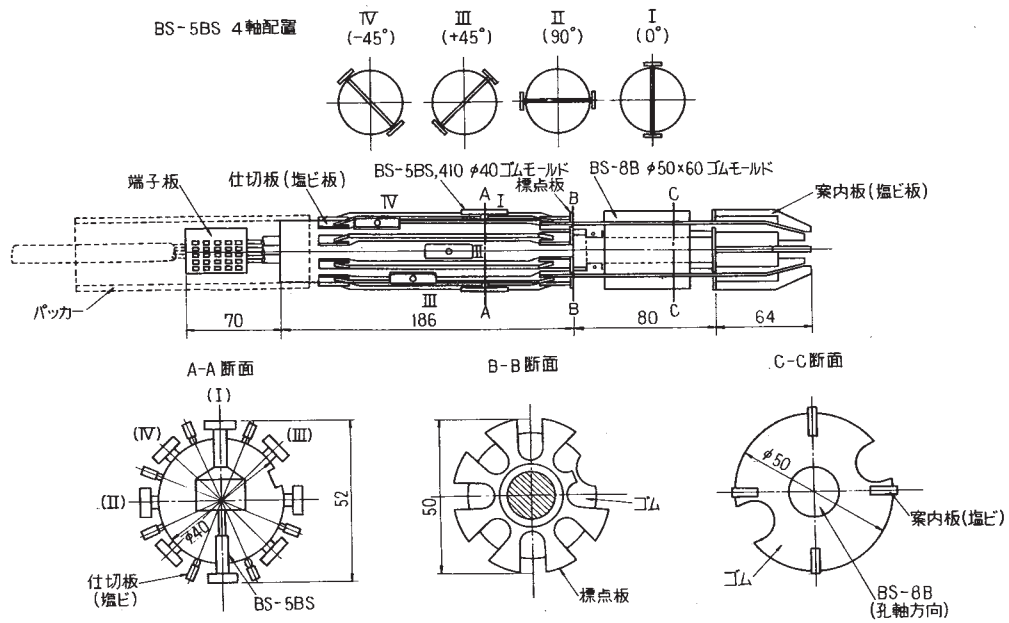
Table 1 Results of stress measurements from overcoring method.

測定地点	A点	B点	E点	D点(D1)	D点(D2)
地形	南北の谷	南北の谷	東西の谷	南北の谷	南北の谷
海拔	500m	500m	900m	500m	500m
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)	石英閃緑岩体 (中心部)	石英閃緑岩体 (中心部)
測定深度	5.73m	8.27m	11.25m	13.61~13.81m	14.78~15.00m
最大水平圧縮応力(σ_1)	119 $\%$	139 $\%$	125 $\%$	40 $\%$	76 $\%$
最小水平圧縮応力(σ_2)	33 $\%$	51 $\%$	46 $\%$	22 $\%$	27 $\%$
σ_1 の方位	N7°E	N26°E	N27°E	N28°E	N9°E
測定法	東大式孔径変化法	東大式孔径変化法	東大式孔径変化法	電研式孔径変化法	電研式孔径変化法
測定時期	昭和53年11月	昭和53年12月	昭和54年11月	昭和54年12月 (今回測定分)	昭和54年12月 (今回測定分)
センターボーリング孔径	49.7mm	49.7mm	49.7mm	56mm	56mm
オーバーコアリング孔径	167mm	167mm	167mm	218mm	218mm



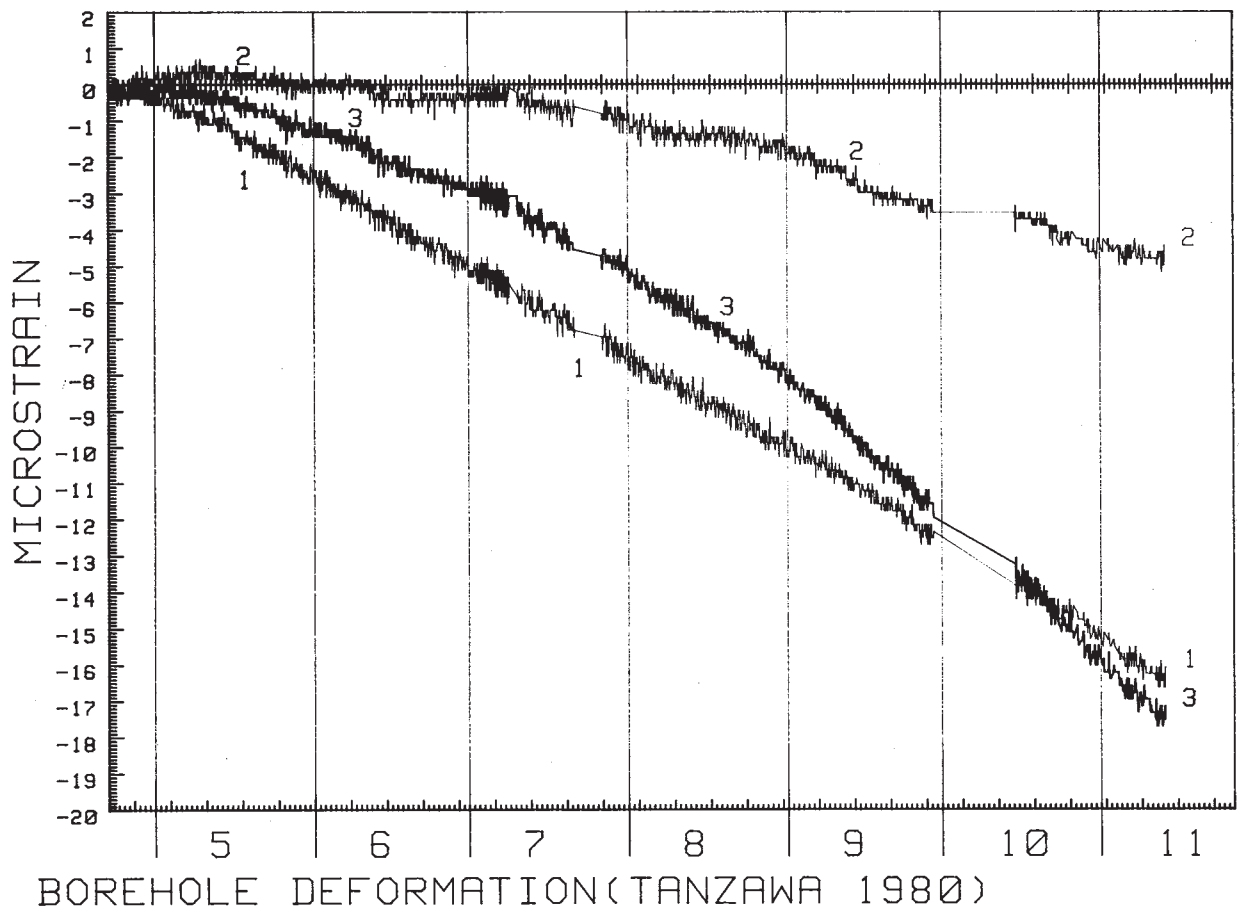
第1図 地殻応力測定位置図

Fig. 1 Location of the measuring sites.



第2図 電研式多軸ひずみ計（共和電業製）

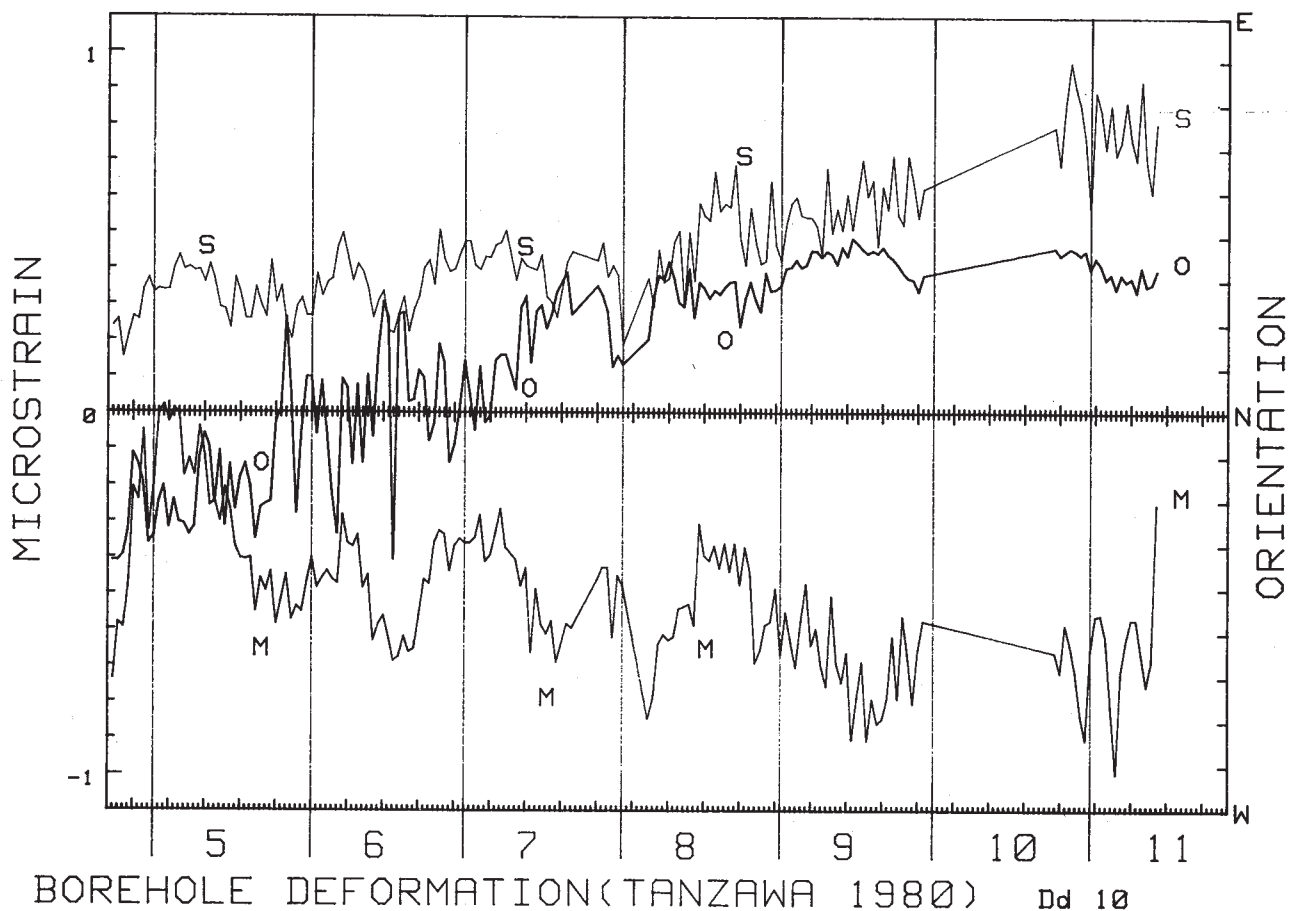
Fig. 2 Fivecomponent borehole deformation gage.



第3図 ボアホール径の変化 軸単位は 10^{-6} ひずみ（正は伸張）。横軸数字は月を示す。1は南北，2は東西，3は $N45^{\circ} E$ 方向の孔径のひずみを示す。

Fig. 3 Deformation of borehole diameter.

The ordinate denotes the strain of 10^6 (extension is positive). The abscissa is a day. The numbers beneath the lower end line denote months. In the diagram, the numbers 1, 2 and 3 indicate the strain of diameters in directions of north-south, east-west and $N45^{\circ} E - S45^{\circ} W$, respectively.



第4図 10日間の水平方向の平均ひずみ (M) および最大剪断ひずみ (S) の推移。
 単位は第3図と同じ。最大収縮方向 (O) は右端のように、図の上半は北東、
 下半は北西方向を示す。

Fig. 4 Change of horizontal mean strain (M) and maximum horizontal shear (S) for ten days. Units are shown
 in Fig. 3. The direction of maximum horizontal compression (O) is north-east in the upper half and
 north-west in the lower half as shown in the right end of the figure.