

## 6 - 17 高塚山断層付近の地殻応力集中度の調査

### Surveys on Stress State around the Takatsukayama Fault

京都大学近畿京阪神地域総合研究グループ

Research Group for Earthquake-Prediction in the Kinki-Keihanshin Area

Kyoto University

有馬高槻構造線の活動度を地殻物理学的に推定するため、この構造線の両端を限るように南北に走る高塚山断層を調査対象の一つとした。高塚山断層は西落ちの断層であるが、逆断層と考えられており、付近の応力集中度は、有馬高槻構造線の活動度を判定する指標として興味深い。この断層の東約 200m の伊川の河床沿いに白亜期後期の六甲花崗岩の露頭があり、岩盤も強固であると思われた。この川岸の神戸市水道局布施畑ポンプ場は約 7m の盛土があるが、その下部は同じ岩盤であることを確認したので昭和 59 年 6 月よりボーリングを実施し、各種の測定観測を行うこととした。今回は 7 月に実施した応力測定結果について報告する。

鉛直ボアホールは従来通り大口徑 146mm / m により 20m まで掘削し、その間 15m ~ 18m 付近で応力解放法により応力測定を実施した。

ただし今回は比較的貼付けの容易な球状 16 素子ゲージを使用した。これは熊本大学資源工学教室の開発になるもので、球面上にゲージを配置するため孔軸方向の測定精度が 8 素子ゲージに比べて向上し、3 次元応力の決定精度が良い。20m 以深は 48mm / m 小口径のボーリングで延長し 33m まで掘削し 23m ~ 29m 間で 4 回の水圧破碎を実施した。また地表から斜下方にそれぞれ約 40m の 2 本の小口径ボーリングを行ない 20 ~ 30m 間で各 3 回水圧破碎測定を実施した。方法は山口大学工学部の開発になる 3 次元水圧破碎法によるもので同学部の研究協力を得た。ボーリング方向と測定点は第 2 図に示す通りである。ボーリング孔の後利用のため 3 本の孔の先端が水平面内で正三角をなすよう施工した。また地形の南北、東西断面は第 3 図の通りで地形影響は少ないと思われボーリングの先端部は断層の西側の沖積平野のレベルに達している。

第 1 表に測定結果を示す。左側は水圧破碎による結果で 10 回の測定データを一括処理し 3 次元応力を求めたものである。右側は応力解放法による結果であるが岩石試験を完了していないのでヤング率を 0.04TPa、ポアソン比を 0.25 として求めたものである。オーバーコアリングの際、花崗岩によく見られる水平方向の微小亀裂が開き見掛け上大きな解放ひずみを示すことになったらしく、 $\sigma_1$  が鉛直でかなり大きな値となった。またゲージが球面上にあるので、水平の 8 つのゲージ以外はやはり微小亀裂が開く影響を受け相対的に大きな値となった。そこ

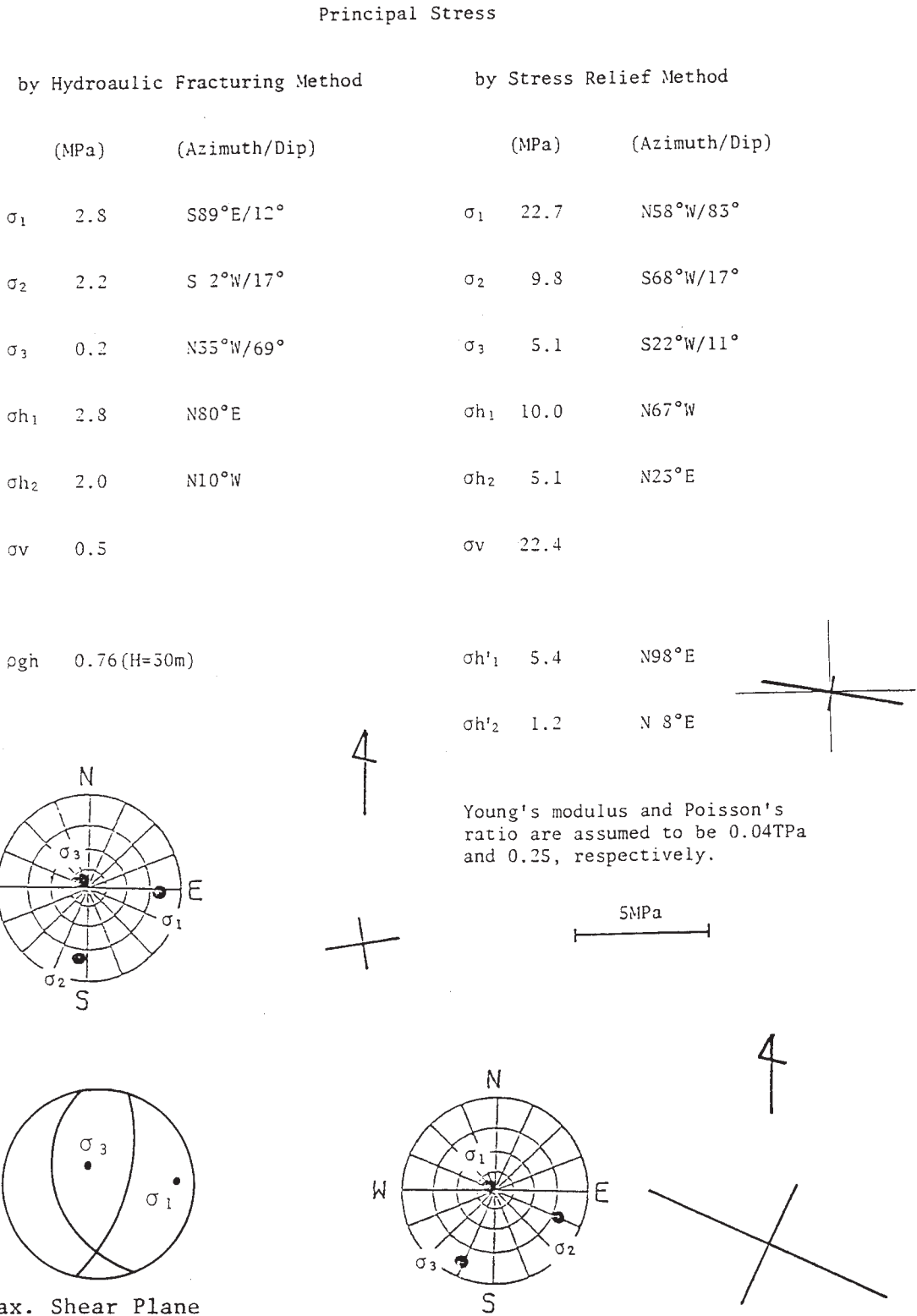
で微小亀裂開口の影響の小さい水平の8つのゲージの結果だけから水平面内主ひずみを求めたのが $\sigma_{h'_1}$ ,  $\sigma_{h'_2}$ である。この結果はほぼ誤差の範囲内で水圧破碎法の結果と一致する。第1表左下の図は下半球ステレオ投影により最大せん断応力面を示したもので、東西圧縮の逆断層型を示す。これは高塚山断層の運動の原因と期待される応力場と完全に一致する。

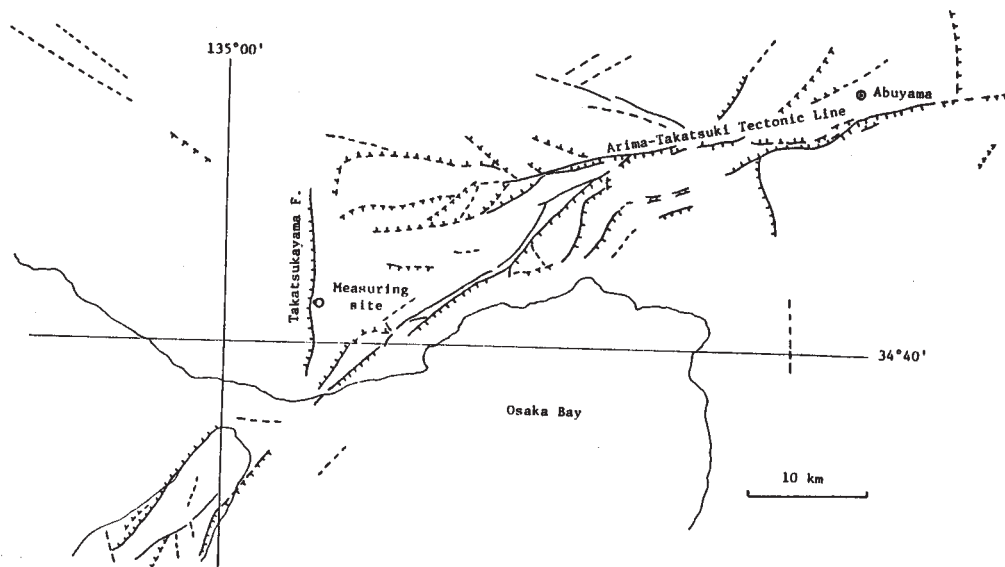
応力値を比較するため、過去6年間に中部地方北西部、近畿地方中北部で測定された9点の測定結果の $\sigma_{h_1}$ ,  $\sigma_{h_2}$ について最小自乗法により応力-深度関係を求めたのが第4図中の2式である。この深度勾配を開いて図中の6点について深度100mの値に換算し主応力軸で示したのが第4図である。大谷以外はとくに大きな主応力値、あるいはせん断応力値を示すものはなく、有馬高槻構造線の南西部において主応力方向の大きな異常も見出せない。ただしこれをもってひずみエネルギーの集中度の高い低いは、現在比較の対象がないので判断できない。

第1表 測定結果 左：水圧破碎法  
右：応力解放法

図は下半球ステレオ投影による主応力軸方向と  
最大せん断面および水平面内主応力軸

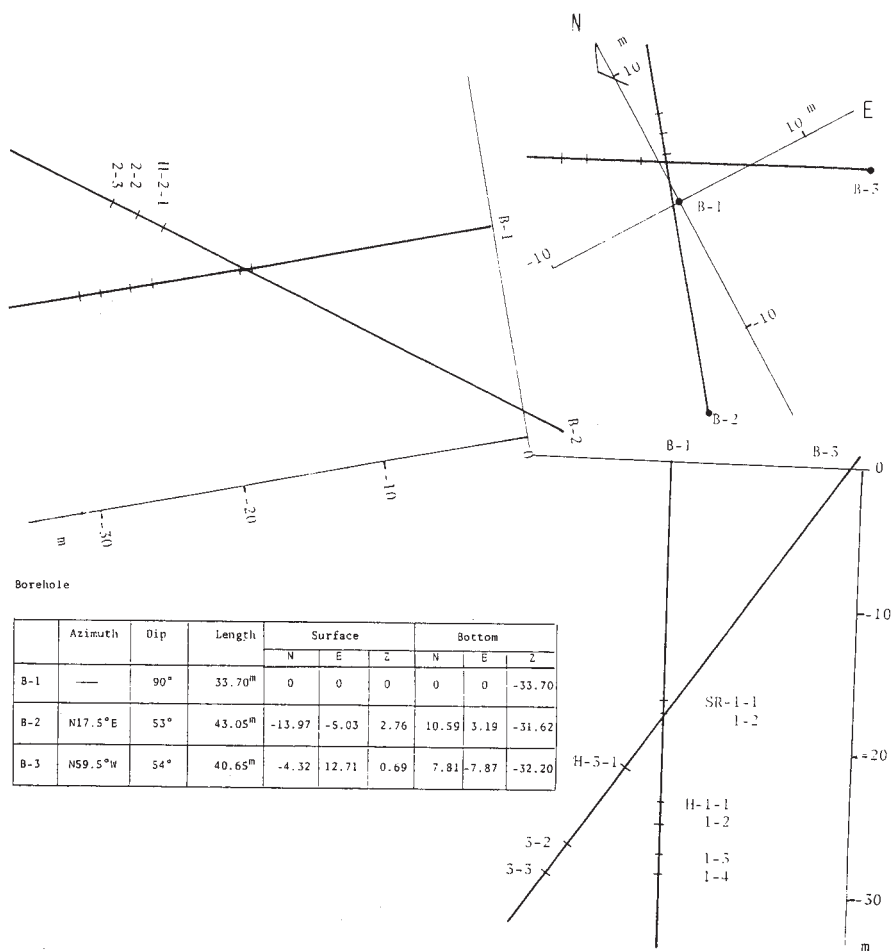
Table 1 Results of in-situ stress measurements. Attached figures show the directions of principale stresses and maximum shear planes on the stereographic net of lower hemisphere.





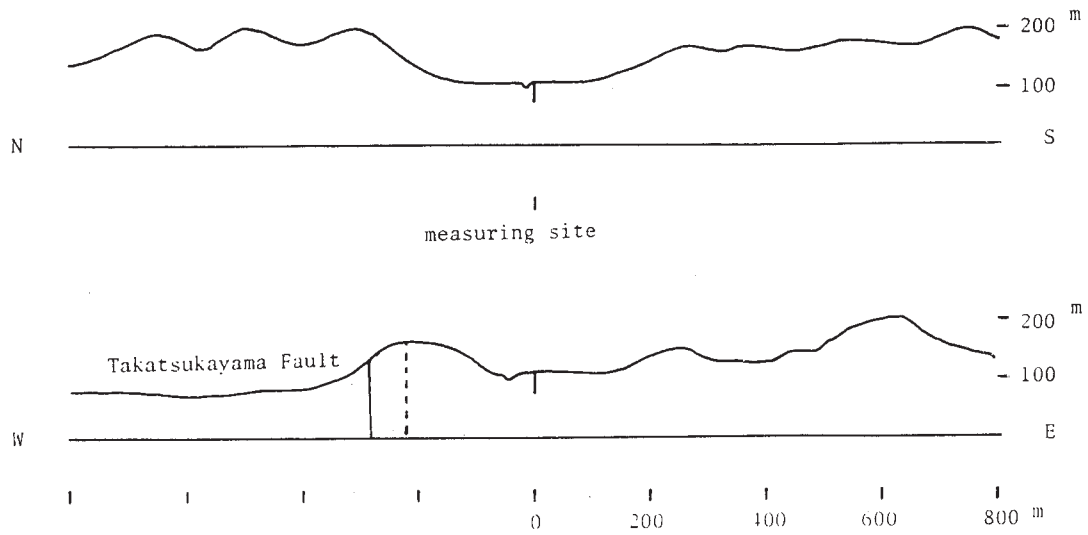
第1図 有馬高槻構造線，高塚山断層および周辺の活断層，白丸は調査地点

Fig. 1 Arima-Takatsuki Tectonic Line, Takatsukayama Fault and their surrounding active faults. Open circle indicates the measuring site of in-situ stress.

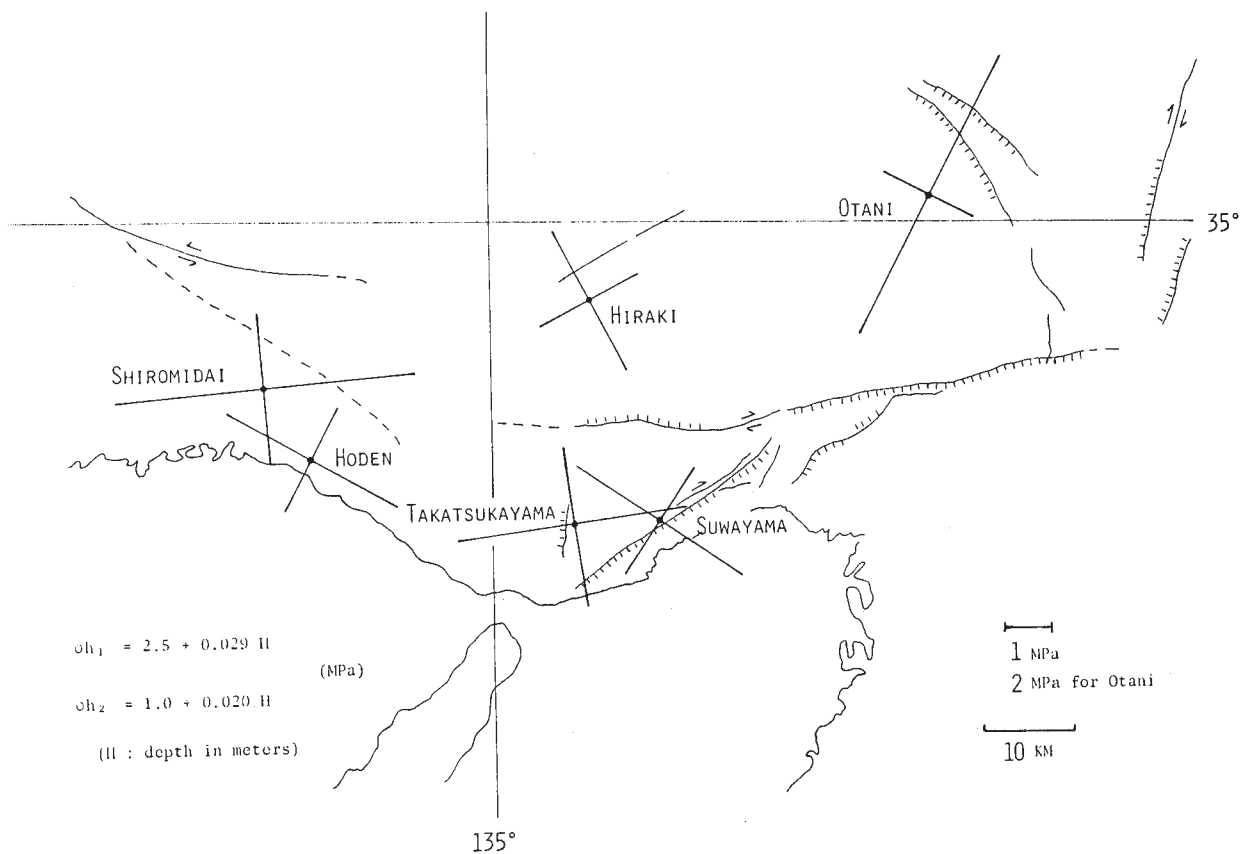


第2図 ボーリング孔の平面図，鉛直断面図および測定点番号，SRは応力解放法，Hは水圧破砕法を示す。

Fig. 2 Plan and vertical section showing the directions of 3 boreholes and measuring points.  
SR : by a stress relief method  
H : by a hydrofracturing method



第3図 測定地点を通る。南北および東西地形断面図  
 Fig. 3 Topographic sections through the measuring site.



第4図 有馬高槻構造線周辺の応力測定点における水平面図主応力軸の比較，応力値は100mの深度に補正してある。

Fig. 4 Distribution of principal axes of horizontal stress corrected to the depth of 100 m by gradient  $d\sigma_h/dH$  around Arima - Takatsuki Tectonic Line.