

## 6-15 岡山市万成における地殻応力深度勾配の測定（続報）

### In Situ Measurements of Depth Distribution of Crustal Stress - Mannari Site, Okayama City - (Continued Report)

西日本地殻応力調査班

The Research Group of Crustal Stress in Western Japan

1990年11月に、地震活動度の低い地域の応力状態を調べることを目的とし、岡山市内の白亜紀後期の万成花崗岩体で、200mの鉛直ボーリングを行った<sup>1)</sup>。その結果、深さ90mに破碎帯があり、それ以深の170mまでは、きわめて均質でありながら応力値が低く、静岩圧的状态であることがわかった。しかし、170m~200m間はボーリング中に高応力を示すディスクング現象が現れ、とくに189m付近で固結した断層らしい層が認められ、応力値は急に高くなった。そこで、200m以深の応力状態を知る必要が生じ、1991年11月に、深度300mまでボーリング(60mmφ)を延長し、9点で水圧破碎法による応力測定を実施した。ボーリングの結果、200m以浅と異なり、アプライト岩脈や花崗閃緑岩が多く見られたが、きわめて均質な部分もあり、長さ3mのコアが採取できる位で岩盤状況は良好であった。

#### 1. 水平面内主応力方向

水圧破碎による亀裂が生じにくい岩質のため、 $\pm 20^\circ$ のバラツキがあるが、第1図に示すように主として $N50^\circ W - S50^\circ E$ 方向で、岡山県中部に発生する $M=4$ 程度の地震のP軸とほぼ一致している。

#### 2. 応力の深度分布

第1図、第2図に示すように、深度200m~300m間は応力値が急激に増加する。しかし、岩盤がきわめて均質な部分で応力が低下している傾向があり、2つのレベルが分かれるように見える。292mの最深点で応力がやや落ちるが、以深でさらに低下するのか、この勾配で増加するかは不明である。平均応力、剪断応力においても同じ傾向があり、全体を通じ均質部で応力値が低く、アプライト岩脈の多く貫入している部分で応力値が高い。

#### 3. 平均応力に対する剪断応力の比 $\mu_m$

深度180mまでは、最大0.25という低い値をとる。それ以深は0.3~0.4の間に収まり(最小二乗法によれば0.33)、剪断応力はそれほど高くない。

#### 4. 考察

最大限 $\mu_m=0.4$ であるとすれば、静水圧的間隙水圧を仮定しても、深部ですべり破壊が発生する応力状態ではない。かなりの高圧で水を圧入しても誘発地震が発生するとは考えられない。

岡山市付近は、深部で高応力状態であるが、剪断応力はやや小さい。過去100年の測地測量の結果、この地域は歪変化量が $5 \times 10^{-8} / \text{yr}$ と小さく、地震の発生もほとんどないことから、応力の変化も小さく、高応力でありながら安定した状態にあるのではないかと推定される。

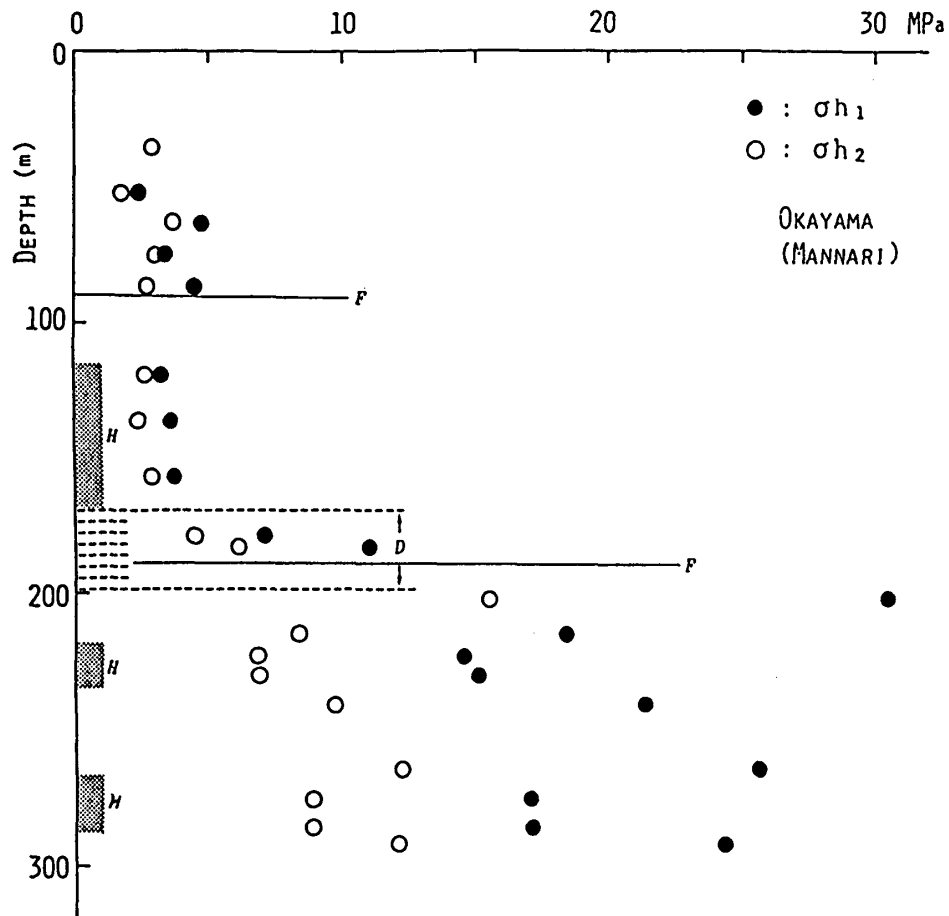
参 考 文 献

- 1) 西日本地殻応力調査班：岡山市万成における地殻応力の深度分布，連絡会報，46，(1991)，430.

第1表 万成において，水圧破碎法により求められた各深度の水平応力値及び最大主応力方位

Table 1 Horizontal stress values and azimuths of principal stress at different depths obtained by hydrofracturing measurements at Mannari site.

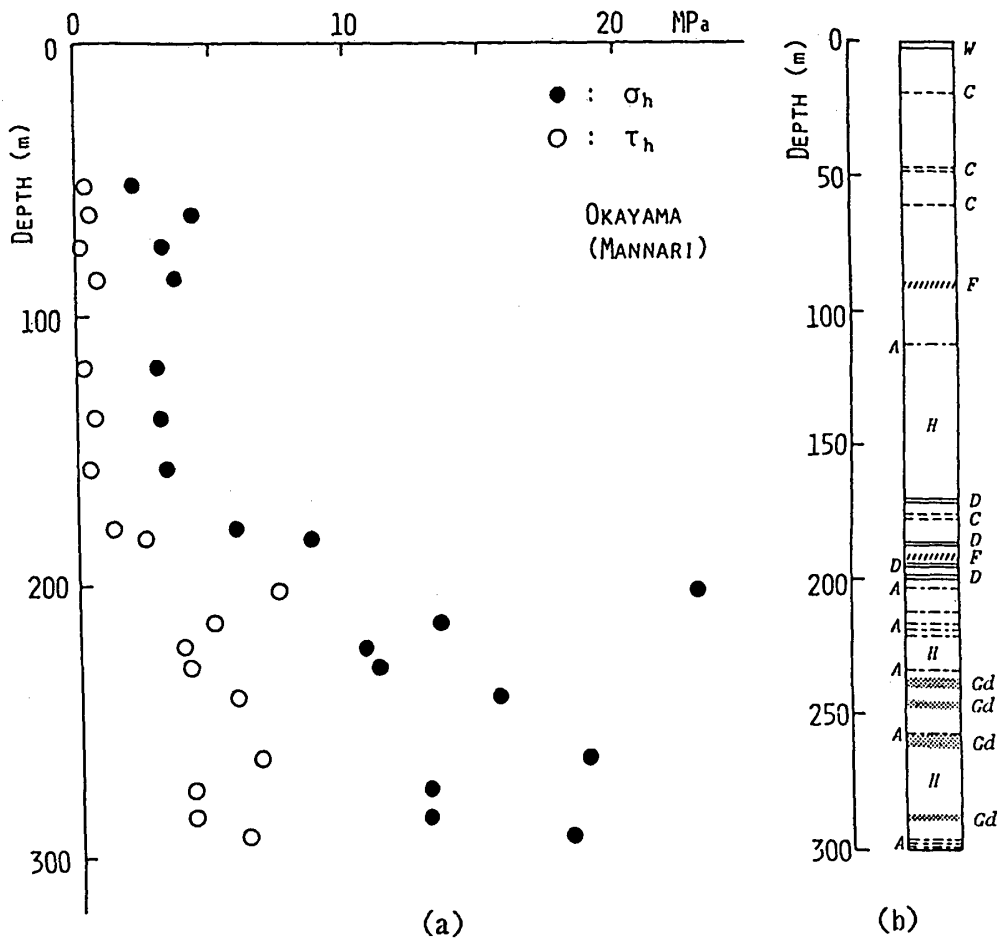
Depth(m)	$\sigma_{h1}$ (MPa)	$\sigma_{h2}$ (MPa)	Azimuth of $\sigma_{h1}$	$\sigma_h$	$\tau_h$
35.5	-	2.90	N21.9° E	-	-
52.0	2.45	1.82	N16.4° E	2.14	0.32
63.0	4.80	3.78	N22.2° W	4.29	0.51
74.7	3.42	3.03	N46.7° W	3.23	0.20
86.5	4.49	2.83	N40.2° W	3.66	0.83
119.0	3.26	2.74	N43.5° W	3.00	0.26
138.0	3.65	2.42	N84.2° W	3.04	0.62
157.0	3.75	2.89	N58.5° W	3.32	0.43
179.0	7.18	4.57	N10.2° W	5.88	1.31
183.5	11.12	6.08	N64.8° W	8.60	2.52
202.3	30.35	15.53	N16.9° W	22.94	7.41
214.4	18.40	8.45	N51.2° W	13.43	4.98
223.0	14.50	6.73	N57.6° W	10.62	3.89
230.0	15.16	6.96	N57.3° W	11.06	4.10
240.8	21.31	9.70	N71.3° W	15.51	5.81
264.0	25.51	12.20	N34.9° W	18.86	6.66
275.3	17.09	8.83	N48.7° W	12.96	4.13
285.4	17.06	8.82	N61.1° W	12.94	4.12
292.2	24.31	12.13	N44.7° W	18.22	6.09



第1図 水平面内最大主応力  $\sigma_{h1}$  と最小主応力  $\sigma_{h2}$  の深度分布

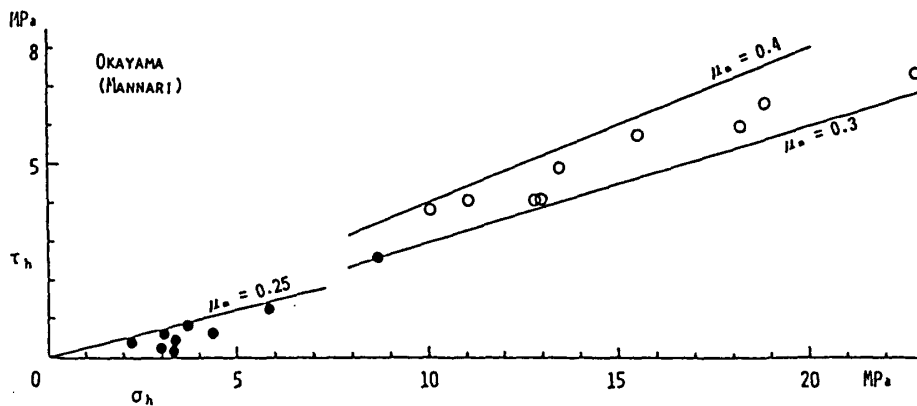
F: 破碎部あるいは固結した断層帯, H: 均質部, D: ディスキング現象発生部

Fig. 1 Depth distribution of maximum ( $\sigma_{h1}$ ) and minimum ( $\sigma_{h2}$ ) principal stresses in horizontal plane.  
F: fracture zone or concreted fault, H: homogenous part, D: discing



第2図 (a) 水平面内平均応力  $\sigma_h$  と剪断応力  $\tau_h$  の深度分布  
 (b) ボーリング柱状図。A：アプライト岩脈，D：デイスキング現象発生部，  
 F：破碎部，C：亀裂部，Gd：花崗閃緑岩，W：風化部，H：均質部

Fig. 2 (a) Depth distribution of mean stress ( $\sigma_h$ ) and maximum shear stress ( $\tau_h$ ) in horizontal plane.  
 (b) Columnar section of borehole.  
 A: aplite dike, D: discing phenomenon, F: fracture zone or concreted fault, C: crack, Gd: granodiorite, W: weathered part, H: homogenous part



第3図 平均応力に対する剪断応力の比 ( $\mu_m$ )

●：1990年測定，○：1991年測定

Fig. 3 The ratio ( $\mu_m$ ) of mean stress value and maximum shear stress value.  
 ●: measured in 1990, ○: measured in 1991