

6 - 10 水圧破碎法と応力解放法による地殻応力の比較測定および反復測定

— 六甲諏訪山実験坑 —

Comparative and Repeated Measurements of Crustal Stress by a Stress Relief Method and a Hydrofracturing Method — The Rokko-Suwayama Test Site, Kinki —

西日本地殻応力調査班

The Research Group for Crustal Stress in Western Japan

六甲諏訪山実験坑では、1983年8月～9月に、8素子ゲージを用いた応力解放法による応力測定を実施したが（連絡会報、32参照）、同じ地点で1985年6月、16素子ゲージによる応力解放法と、45mm径ボーリング3本による3次元水圧破碎法による応力測定を実施し、3方法による測定結果を比較した。さらに、同年8月、10、11、12月、1986年1月の5回にわたり水圧破碎により生じた縦亀裂を繰返し開口させ、開口圧を定常開口状態における流体圧を測定した。一つの縦亀裂は直交2成分の伸縮計に相当し、3本のボーリング孔に方向の異なる3つの縦亀裂があれば、時期をへだてて開口することにより3次元応力を再決定できる。

8素子と16素子の応力解放測定の結果は16素子が1点の測定であるにかかわらず、かなりよい一致を示した（第1表、第2図参照）。一方6月、8月における水圧破碎法による測定は、コンプレッサーによる水圧水量の脈動的変化が大きく、したがって精度が低く、十分な一致を示していない。10月以降は、アキュムレーターを導入して脈動をおさえ、精度はきわめて向上した。しかし3次元応力状態については応力解放法と、水圧破碎法の結果は主応力値はかなりよく一致しているものの、主応力方向一致しているとは言い難い。これは測定位置がやや異なるため水圧破碎法では測定点の節理と小断層により発生亀裂方向に影響を受けたものがあるためと考えられる。一方水平面内主応力については3方法による測定結果は十分な一致が見られる。

なお10月以降4回の繰返し測定結果は第3表に見られるように、きわめて良い再現性を示し、もし応力値が10%以上、主応力が 10° 以上変化すれば、応力変化として検出できる可能性が見出された。

第1表 応力解放法による測定結果

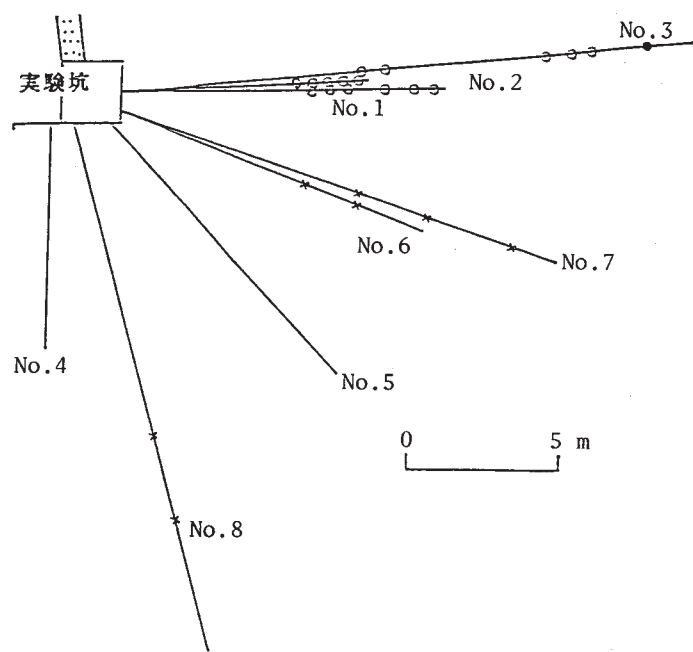
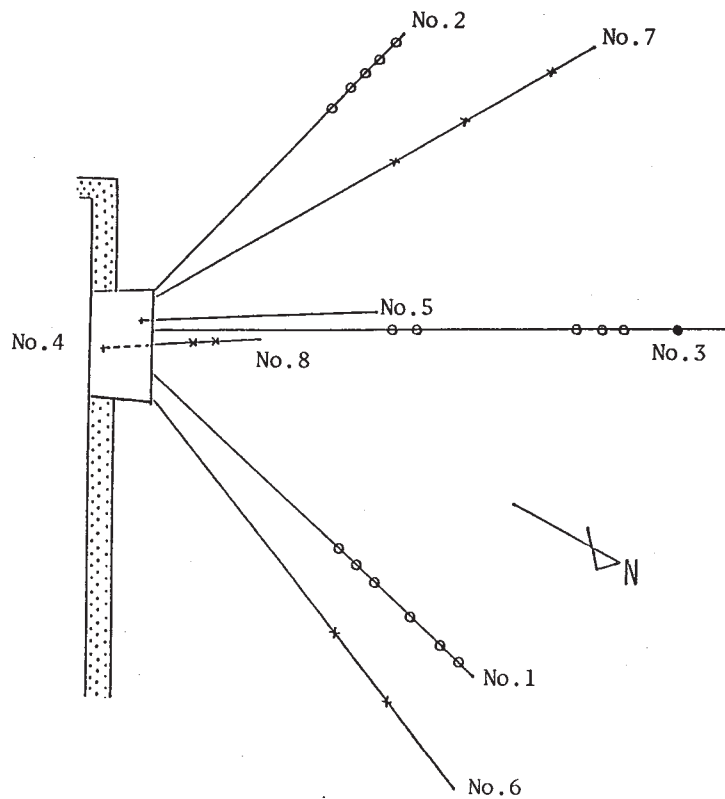
Table 1 Results of stress measurements by a stress relief method.
Left: 8-element gauge method. Right: 16-element gauge method.

8素子ゲージ法			16素子ゲージ法		
1983年8~9月			1985年 6月		
	[MPa]	(azimuth/dip)		[MPa]	(azimuth/dip)
σ_1	5.5±0.5	S23°E / 48°	σ_1	4.7±0.4	S41°E / 42°
σ_2	3.2±0.6	S85°W / 16°	σ_2	3.2±0.4	N61°W / 46°
σ_3	1.3±0.6	N 8°E / 37°	σ_3	1.3±0.4	N40°E / 10°
σ_H	3.7±0.6	N56°W	σ_H	4.0±0.4	N48°W
σ_h	2.5±0.7	S34°W	σ_h	1.4±0.4	S42°W
σ_v	3.8±0.5	($\rho_{gd} = 2.1$)	σ_v	3.8±0.4	($\rho_{gd} = 2.1$)

第2表 水圧破砕法による測定結果

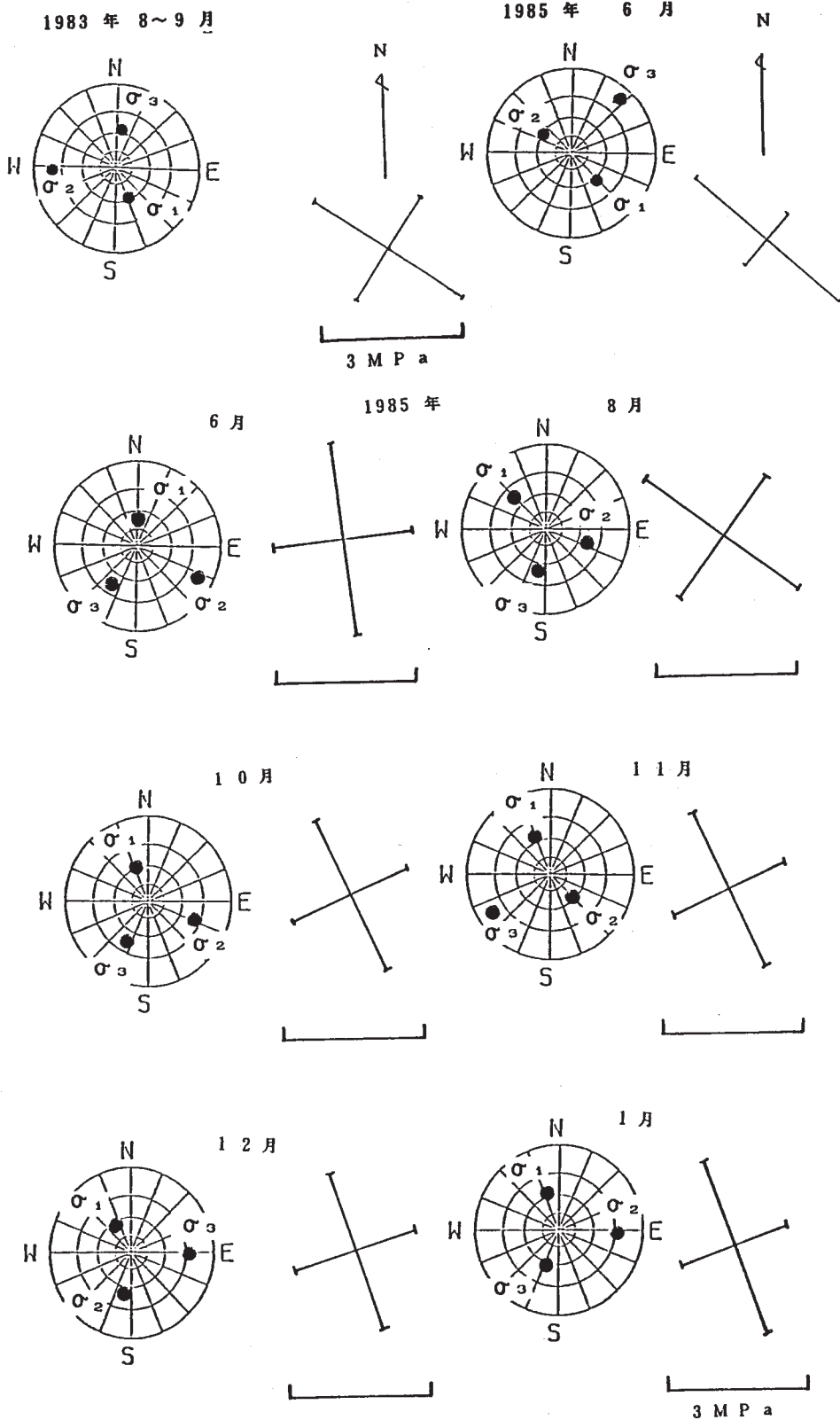
Table 2 Results of stress measurements by a hydrofracturina method.

	1985年 6月		1985年 6月	
	[MPa]	(azimuth/dip)	[MPa]	(azimuth/dip)
σ_1	7.2±1.0	N 9°E / 53°	4.4±0.4	N44°W / 34°
σ_2	3.2±0.3	S65°E / 12°	3.4±0.3	N71°E / 31°
σ_3	2.1±0.7	S33°W / 34°	2.9±0.5	S11°W / 40°
σ_H	4.1±0.3	N 6°W	4.0±0.3	N53°W
σ_h	3.0±0.2	S84°W	3.2±0.2	S37°W
σ_v	5.5±1.1		3.5±0.1	
	1985年 10月		1985年 11月	
	[MPa]	(azimuth/dip)	[MPa]	(azimuth/dip)
σ_1	4.3±0.4	N19°W / 45°	4.2±0.3	N23°W / 39°
σ_2	2.8±0.3	S80°E / 26°	2.7±0.3	S44°W / 49°
σ_3	2.6±0.3	S29°W / 34°	2.6±0.3	S58°V / 11°
σ_H	3.5±0.2	H24°W	3.6±0.2	N24°W
σ_h	2.7±0.3	S66°W	2.6±0.3	S66°W
σ_v	3.5±0.1		3.3±0.1	
	1985年 12月		1986年 1月	
	[MPa]	(azimuth/dip)	[MPa]	(azimuth/dip)
σ_1	4.3±0.5	N25°W / 48°	5.2±0.6	N17°W / 42°
σ_2	3.0±0.5	S11°W / 36°	2.4±0.5	S88°E / 20°
σ_3	2.6±0.4	N87°E / 18°	2.2±0.6	S21°W / 41°
σ_H	3.5±0.2	N18°W	3.9±0.2	N20°W
σ_h	2.7±0.4	S72°W	2.4±0.5	S70°W
σ_v	3.7±0.2		3.6±0.2	



第1図 実験坑からのボアホール方向と測点
 上：平面図 下：N 28° W - S 28° E 方向の断面図
 ○：8素子ゲージ法による測点
 ●：16素子ゲージ法による測点
 ×：水圧破碎法による測点

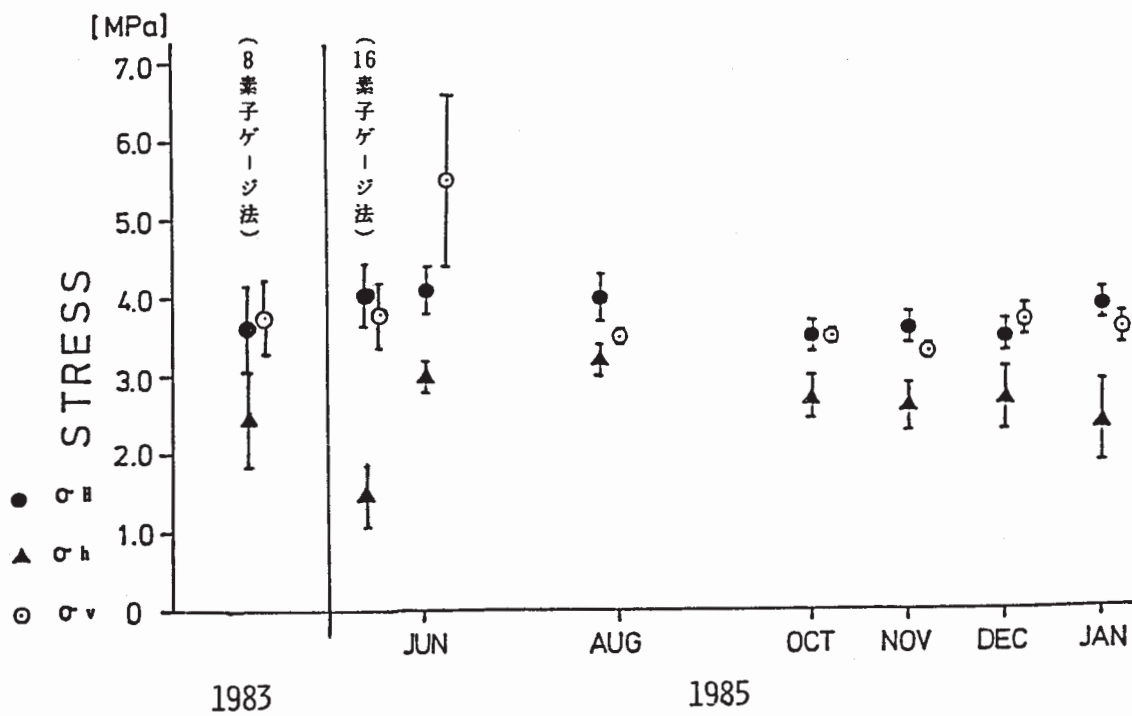
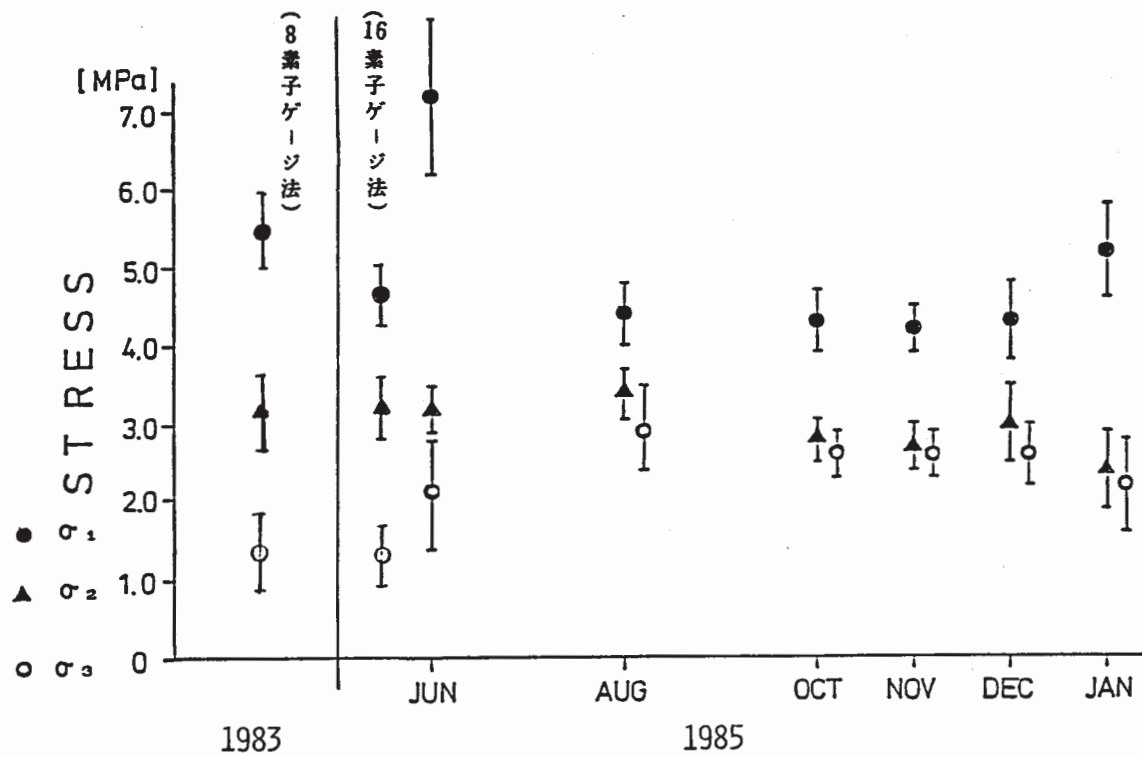
Fig. 1 Directions of boreholes at the Test Site and measuring points.
 Upper : Plan (Showing the directions of boreholes).
 Lower : Cross section shown on N28° W - S28° E.
 ○ : The measuring point by 8-element gauge method.
 ● : ibid. by 16-element gauge method.
 × : ibid. by hydrofracturing method.



第2図 主応力方向の下半球ステレオ投影と水平面内主応力
 上2：応力解放法，下6：水圧破碎法

Fig. 2 Directions of principal stress shown on stereographic net of lower hemisphere and principal axes of horizontal stress.

Upper 2: by stress relief method.
 Lower 6: by hydrofracturing method.



第3図 応力測定結果の比較

Fig. 3 Comparison among the results of stress measurements in Tables 1 and 2.