

6-32 平木鉱山の3次元地殻応力の再測定と応力変化

Remeasurements of 3 Dimensional Crustal Stress and Stress Changes at Hiraki Mine in Hyogo Prefecture

西日本地殻応力調査班

The Research Group of Crustal Stress in Western Japan

1992年12月、平木鉱山（第1図参照）において、小口径水圧破碎法により3次元応力測定を実施した。測定場所は1978年12月に応力解放法により3次元応力測定を実施した同じ坑道で、地表下108mである。平木鉱山では今回の測定を含めて5回の応力測定が行われている。前4回の測定については、予知連会報第44巻で報告した。今回の目的は、3次元絶対応力を水圧破碎法により決定し、1978年の応力解放法による結果と比較すること、今後の応力変化測定のためのボーリング孔を確保すること、電子式スペックル・パターン干渉法を用いた応力測定装置の現場実験に基礎資料を提供することにある。

平木における過去の応力測定状況は第1表に示す。今回の測定結果を過去2回の3次元応力測定結果と共に第2表および第2図に示す。1978年応力解放法による測定結果と比較して、 σ_1 と σ_2 の方向が入れ替わっている。これは、1978年の測定では主応力差が少ない状態であったが、1992年の測定では水平最大応力が増加したためと考えられ、鉛直応力は2回の測定でほとんど変わっていない。つまり15年間で水平応力がかなり増大したことを示している。第3図に水平最大主応力方向と平均応力に対する剪断応力の比 μ_m の時間的変化を示した。鉛直応力勾配測定の結果も含めて過去5回の測定による μ_m の変化と水平最大主応力方向の測定結果を第3図に示した。 μ_m の変化は、測定点の浅い（25m）1989年4月の測定を除くと暫増している。水平面内主応力方向はやや誤差が大きいが、7～9年周期の主応力方向変化が存在しないとは言えない。1977年、1984年は山崎断層の地震が活発化し、山崎の基線測量網に地殻変動の周期的変化があらわれた年でもある。

第1表 平木における地殻応力測定の実施項目

θ : 水平面内最大主応力方向

μ_m : 水平面内平均応力に対する剪断応力の比

Table 1 Operation items for crustal stress measurements at Hiraki site

θ : azimuth of max. horizontal stress.

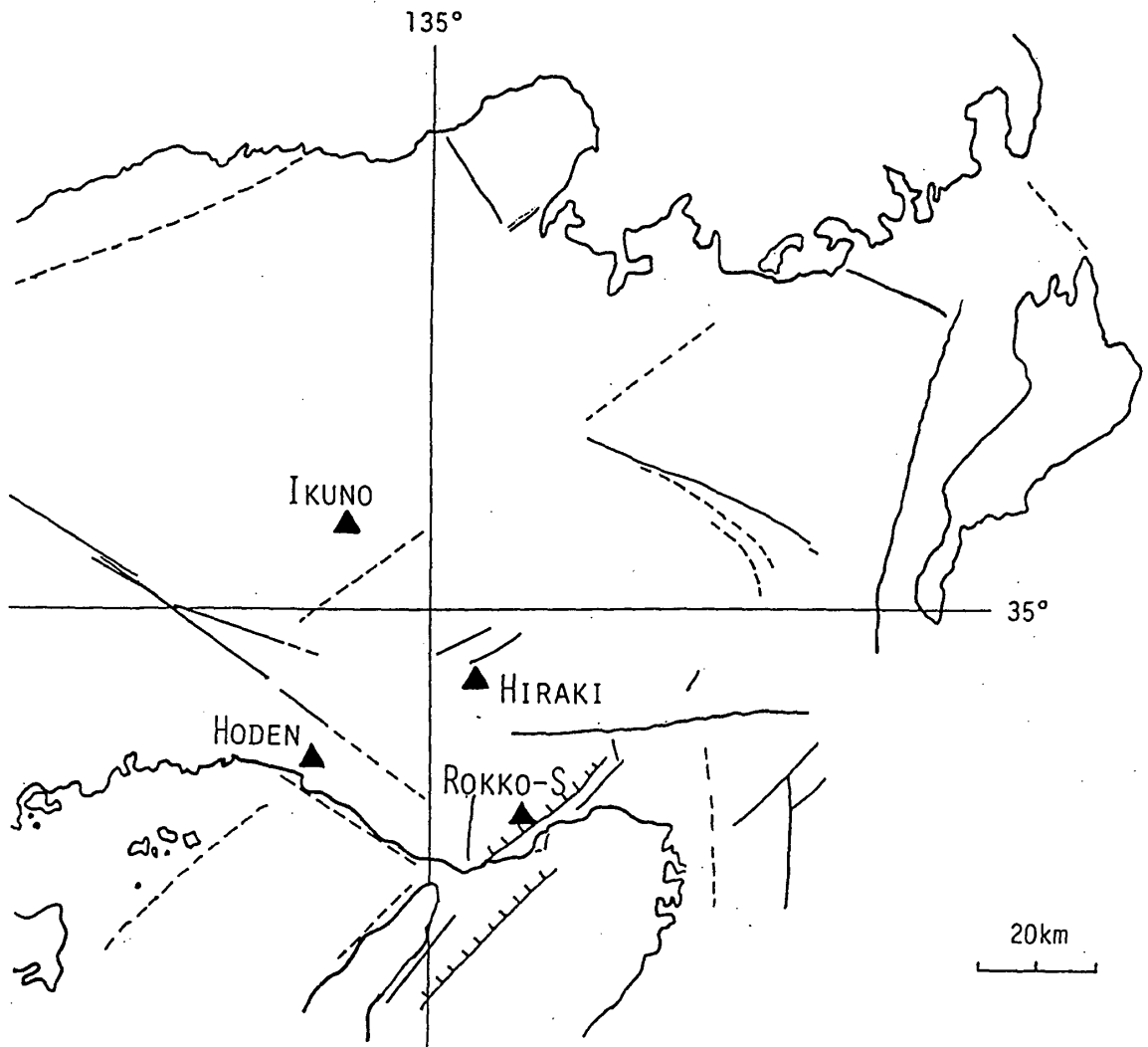
μ_m : ratio of max. shear stress value to mean stress value.

No.	Date	Method	Item	Depth(m)	θ	μ_m
1	1978 Dec.	Stress Relief	3 Dimensional	108	N29° W	0.16
2	1985 Sep.	Hydrofracture	Depth Gradient	200~240	N15° W	0.35
3	1989 Feb.	Hydrofracture	Depth Gradient	23~65	N37° W	0.40
4	1989 Apr.	Hydrofracture	3 Dimensional	25	N34° W	0.21
5	1992 Dec.	Hydrofracture	3 Dimensional	108	N10° W	0.53

第2表 3次元応力測定結果

Table 2 Results of absolute stress measurements at Hiraki site.

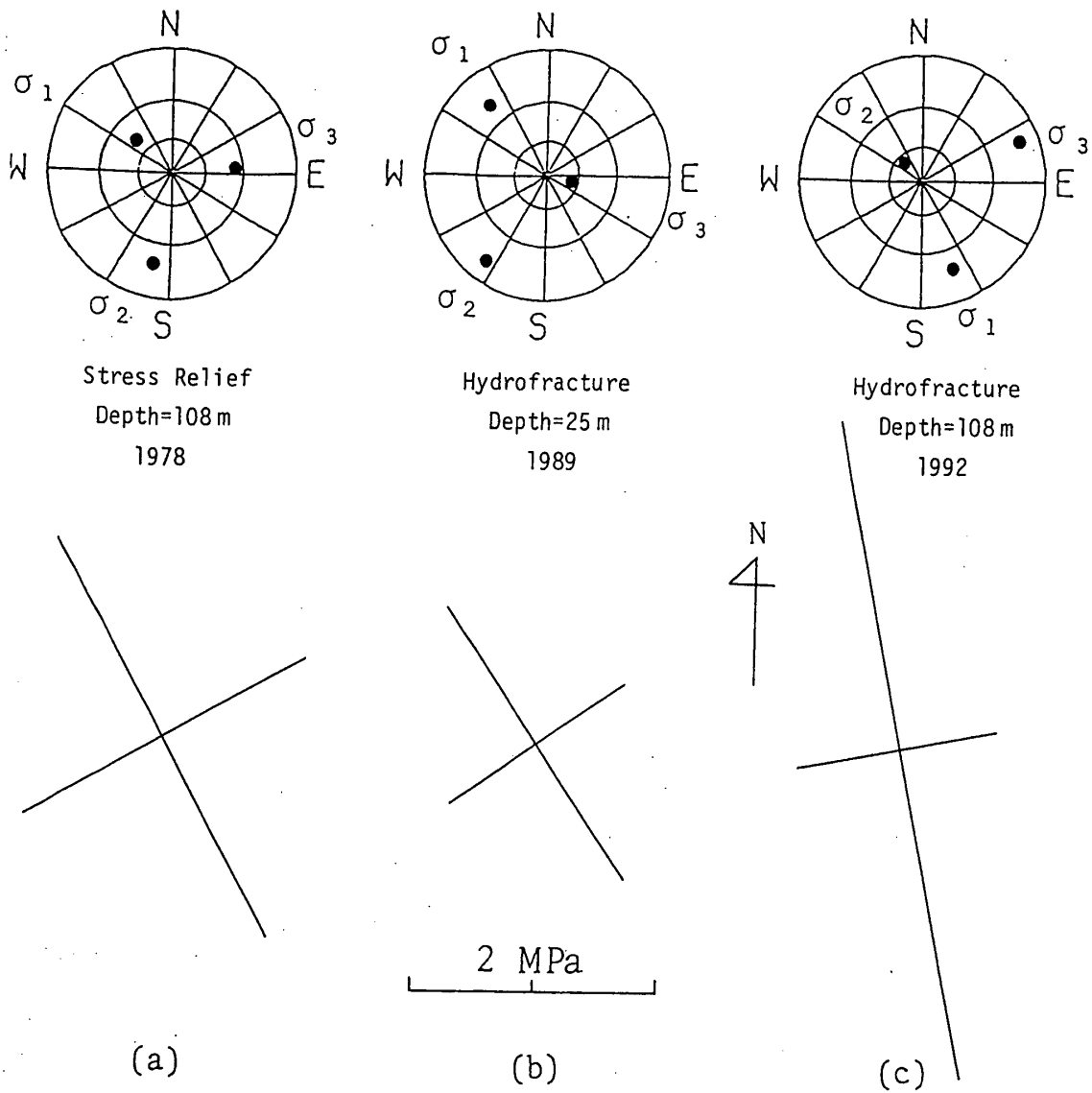
	December, 1978			April, 1989			December, 1992		
	Stress Relief Method		Dip	Hydrofracturing Method		Dip	Hydrofracturing Method		Dip
	MPa	Azimuth		MPa	Azimuth		MPa	Azimuth	
σ_1	4.9±0.5	N 53° W±15°	48° ±10°	3.0±0.4	N45° W±12°	25° ± 8°	5.9±1.4	S16° E	16.9
σ_2	3.1±0.7	N169° W±18°	21° ±20°	1.9±0.4	S39° W±12°	13° ±10°	3.2±0.8	N54° W	68.9
σ_3	1.9±0.5	N 86° E±25°	54° ±10°	0.2±0.6	S76° E±16°	61° ± 9°	1.3±2.1	N70° E	12.3
σ_{h1}	3.6±0.8	N 29° W±27°	-----	2.6±0.4	N34° W±18°	-----	5.4±1.5	N10° W	----
σ_{h2}	2.6±0.7	N118° W±27°	-----	1.7±0.3	N56° E±18°	-----	1.6±1.0	N80° E	----
σ_v	3.7±0.4	-----	-----	0.8±0.6	-----	-----	3.3±0.7	-----	----



第1図 平木鉦山位置図

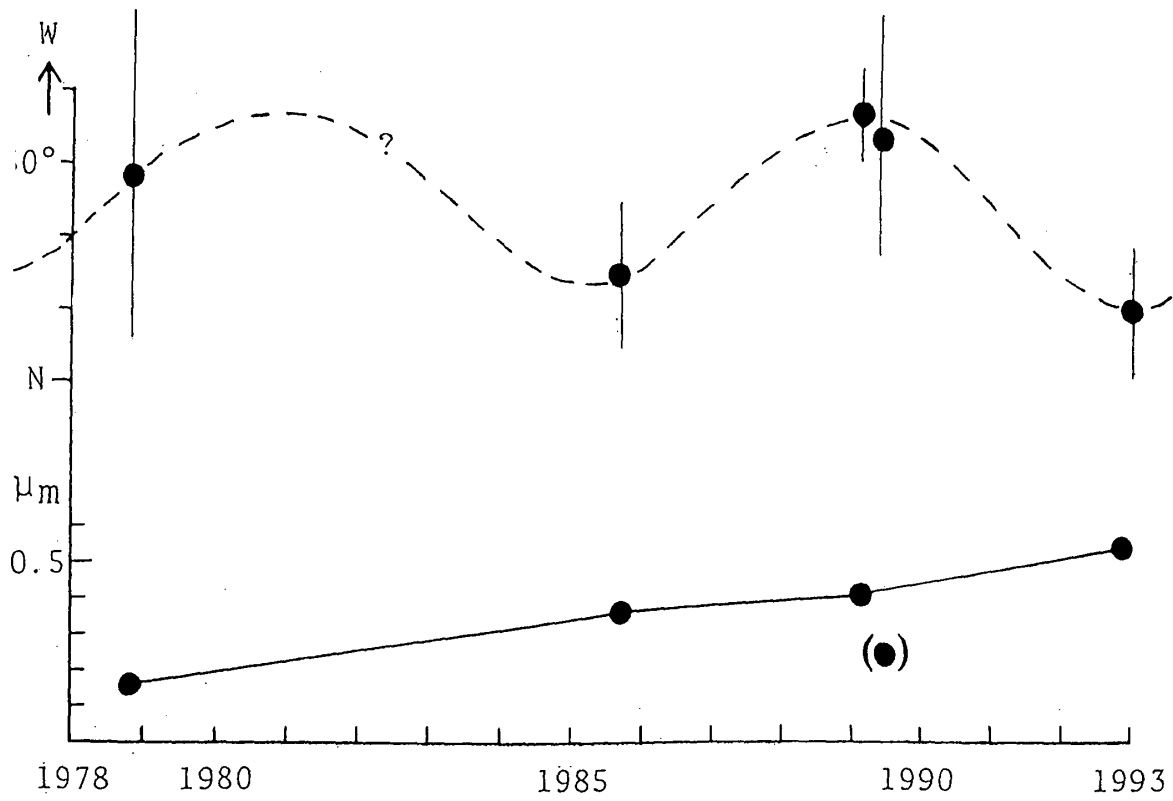
兵庫県下の地殻応力繰り返し測定点（生野，宝殿，六甲諏訪山）と主な活断層

Fig.1 Location of Hiraki, Ikuno, Hoden and Rokko-Suwayama measuring sites for repeated absolute crustal stress, and distribution of active faults in Northern Kinki.



第2図 3次元応力測定結果
 上： 主応力軸方向
 (下半球ステレオ投影)
 下： 水平面内主応力軸

Fig.2 Results of absolute stress measurements.
 Upper: directions of principal stresses shown on
 stereographic net of lower hemisphere.
 Lower: the principal axes of horizontal stress.



第3図 水平面内最大主応力方向の変化と $\mu_m = (\sigma_{h1} - \sigma_{h2}) / (\sigma_{h1} + \sigma_{h2})$ の変化

Fig.3 Variation of max. horizontal stress direction and change of $\mu_m = (\sigma_{h1} - \sigma_{h2}) / (\sigma_{h1} + \sigma_{h2})$ with time.