

5 - 4 応力解放法による地殻応力測定

(1) 四国・佐々連鉱山

Absolute Measurements of Crustal Stress by a Stress Relief Method : (1) the Sazare Mine, Shikoku

西日本地殻応力調査班

The Research Group for Crustal Stress in Western Japan

西南日本の地殻応力分布の調査を目的とし、1979年6、7月に、愛媛県伊予三島市の佐々連鉱山（第1図参照）で、第1回の絶対応力測定を実施した。測定地点は中央構造線の南8kmにあり、佐々連鉱山金砂鍾の稼働現場または採鉱跡から可能な限り離れた2点A、Bが選ばれた。この鉱山は三波川結晶片岩帯に属する緑色片岩を母岩とし、層理に整合的な層状含銅硫化鉄鉱床から成り、採鉱跡は厚さ1.5m長さ100mで南西方向に $35^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の傾斜を持つ細く薄い板状であり、応力場の乱れは広範囲には及んでいないと思われる。A、B両地点を通る地形断面図は第2図に示す通りで、Aは24番坑道（24Lと略す）にあり、地表面下1,220m（海面下36m）、採鉱跡との距離は約50mである。Bは39Lにあり、地表面下は1,550m（海面下535m）、稼働現場までの最短距離は約200mである。したがって、深度も十分で、地形による影響もないものと考えられる。測定点はいずれも母岩の緑色片岩中にあり、A（24L）は異方性が大きい、B（39L）では異方性は小さい。

A、B両地点で、坑道の壁面から水平でほぼ直角な2方向に約5mの水平ボーリングを行い、その孔底に8素子ゲージをはりつけ、応力解放時の孔底ひずみ変化を測定した。それぞれのボーリング孔で4～5回のオーバーコアリングを行ったので、最後の測点は坑壁から約10mの位置に達している。

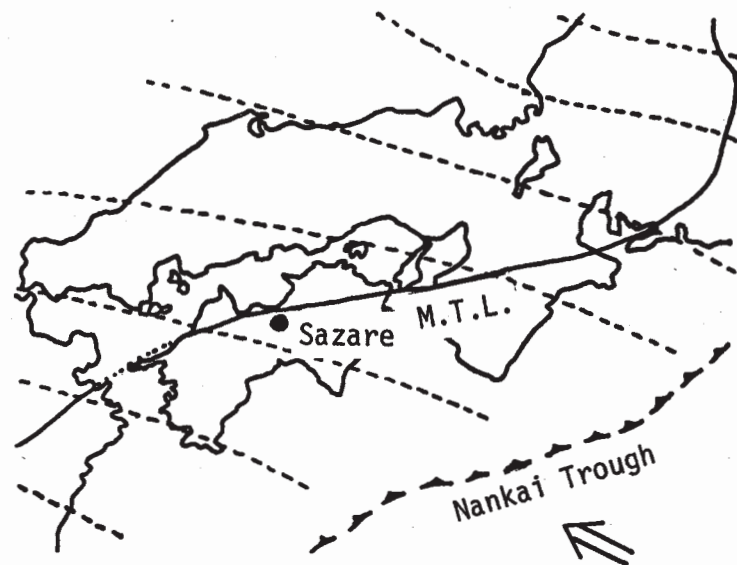
測定結果は第1表および第3図、第4図に示す通りである。 σ_1 、 σ_2 、 σ_3 はそれぞれ最大圧縮応力、中間主応力、最小圧縮応力を示す。B（39L）は異方性が小さく、岩石の一軸圧縮試験の結果、ヤング率は平均 $0.9 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$ と求められた。一方A（24L）は岩石の異方性が大きく、とくに鉛直方向のサンプルでは水平方向の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ の値となっている（第1表参照）。8素子のゲージから得られたひずみ変化値から6つの応力成分値を求める観測方程式の係数のマトリックスは、等方均質の仮定に基づき理論的に計算されているので、異方性の大きい場合の処理には不適当で、今後の研究課題である。24Lの鉛直方向の応力値 σ_v は、 $\rho=2.7$ と仮定した場合の静水圧計算値 329 kg/cm^2 に比して大きいのはこの異方性による計算上のものと思われる。そのため σ_1 がみかけ上鉛直に近くなっているものであろう。第3図の斜線部分は、各測定値か

ら主応力を求めるに際し、結果の標準偏差が小さくなるように処理した場合の主応力方向の移動範囲を示す。しかしこの範囲では第4図の水平面内主応力軸にはほとんど影響を与えない。

以上の結果はなお暫定値であるが、39 Lの σ_v はほぼ静水圧として期待できる値 419 kg/cm^2 に近く、測定に関しては信頼性の高いものと考えられる。また水平主応力の平均値 ($\sigma_{H1} + \sigma_{H2}$) / 2 もまた世界各地の測定値、とくに造山帯における従来値¹⁾と一致した結果を示し、佐々連における応力値が特に大きくも小さくもない正常な値であることを示している。一方主応力軸方向、とくに水平最大圧縮軸方向はほぼ東西であり、測地測量より得られている四国地方の定常的な圧縮軸方向 (NW - SE) に対し約 45° ずれている。しかし、中央構造線をまたぎ佐々連鉱山を含む一等三角網に限り、過去約30年間に東西に近い最大圧縮を示し²⁾、周辺と異なる傾向を示していること、また四国地方の浅発地震の起震応力がほとんど例外なく東西方向であること³⁾ などと一致し、中央構造線付近の測定として興味ある結果が得られたといえよう。

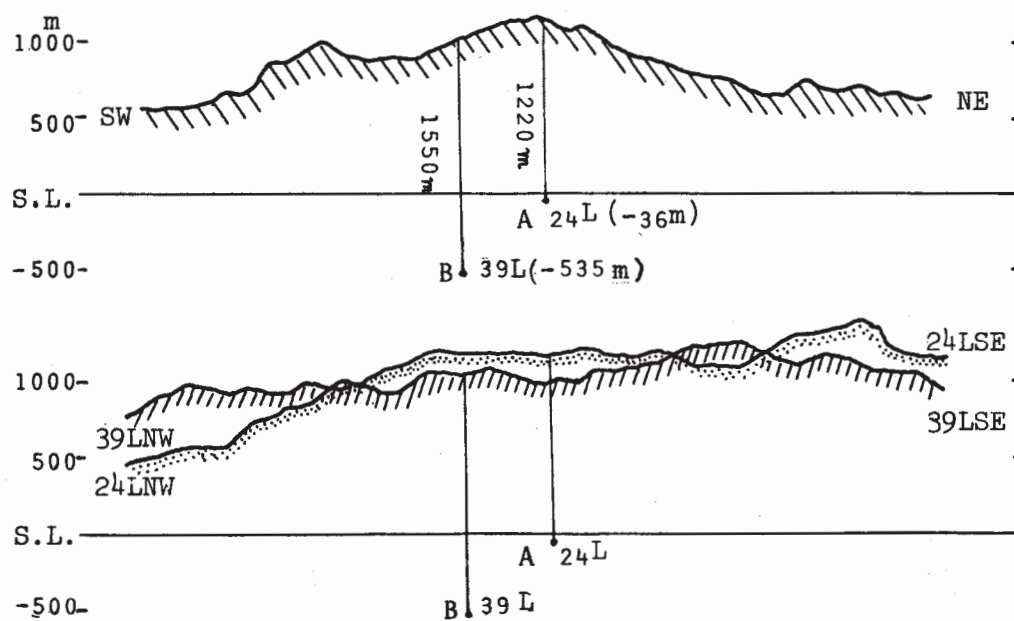
参 考 文 献

- 1) Ranalli, G.: Geotectonic relevance of rock - stress determinations, *Tectono - physics*, **29** (1975), 49 - 58
- 2) 国土地理院 原田健久・志村迪吉：一等三角測量による西日本の地殻の水平変動，連絡会報，**19** (1978)，155 - 161
- 3) 岡野健之助，木村昌三，中村正夫，許斐直：四国地方における起震応力，地震学会講演予稿集 **1** (1979)，14



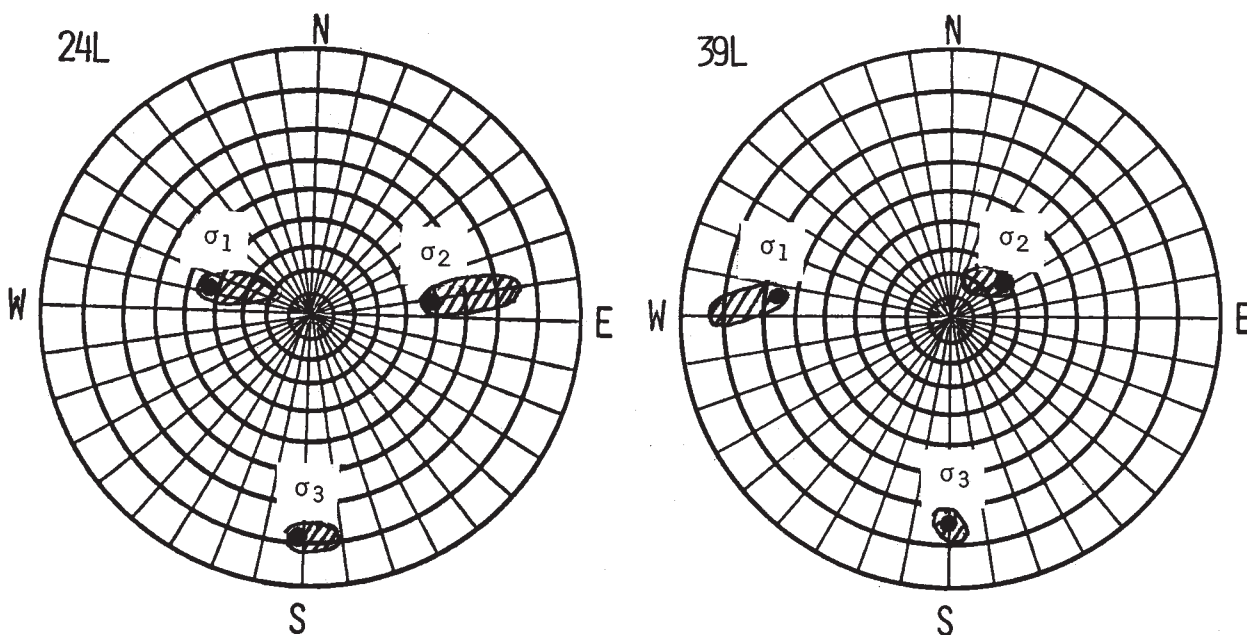
第1図 佐々連鉱山位置図（点線は活断層系より推定される地殻主応力方向線を示す）

Fig. 1 Location of the Sazare mine.
Dotted lines show the trajectory of supposed crustal stress based on active fault system.



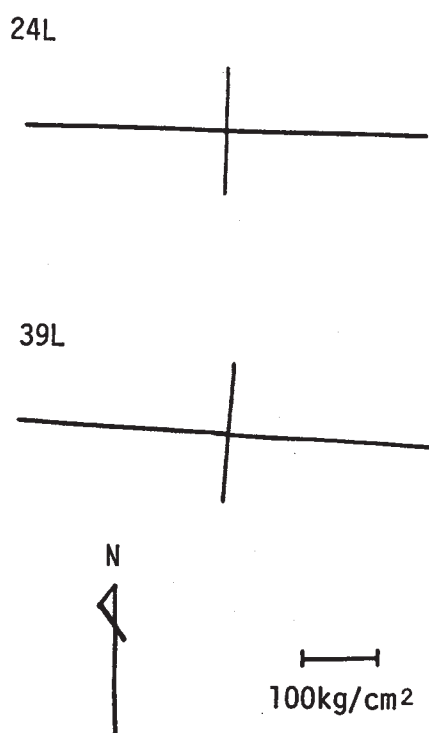
第2図 応力測定点 A, B を通る地形断面図

Fig. 2 Topographic sections at the measuring points of A and B.



第3図 主応力軸方向（下半球ステレオ投影）

Fig. 3 Directions of principal stress shown on stereographic net of the lower hemisphere.



第4図 水平面内主応力軸

Fig. 4 Principal axes of horizontal stress at 24L and 39L.

第1表 応力測定結果および現場岩石のヤング率

Table 1. Results of stress measurements and Young's modulus of the rock of measuring sites.

Young's modulus : E ($\times 10^6 \text{ kg/cm}^2$)			
	vertical 0.27		vertical 0.78
24L	E - W 0.78	39L	NW - SE 0.78
	N - S 0.96		NE - SW 1.07
Principal stress			
24L ($E=0.67 \times 10^6$)			
σ_1	623 kg/cm^2	Azimuth	Dip
		N77°W	48°
σ_2	455	N81°E	41°
σ_3	148	S 1°W	11°
σ_v	535	-	90°
σ_{H1}	529	N88°W	0°
σ_{H2}	162	N 2°E	0°
39L ($E=0.88 \times 10^6$)			
σ_1	595	N83°W	23°
σ_2	312	N58°E	62°
σ_3	183	N-S	16°
σ_v	345	-	90°
σ_{H1}	552	N86°W	0°
σ_{H2}	193	N 4°E	0°