

7 - 11 野島小倉での地殻応力測定

Crustal stress measurements at Nojima Ogura

信州大学 理学部
東北大学 理学部
防災科学研究所
野島断層解剖計画グループ
Faculty of Science, Shinshu University
Faculty of Science, Tohoku University
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention
The Research Group for Nojima Fault-Zone Probe

兵庫県南部地震発生から約 1 年後，地表に現れた断層の近傍から断層に向かってボーリングがなされた(北淡町小倉)。ボーリングコアを用いて，変形率変化法により地殻応力を測定した。また，さらに 1 年後，水圧破壊法により同一のボーリング孔で地殻応力を測定した(1996 年 12 月)。M7 以上の地震発生後，震源断層のごく近傍で地殻応力が測定された例は今までない。

ボーリングは，地表の主断層から南東 483m の地点から断層に向かって実施された。ボーリング孔底 1739m では断層のごく近傍まで到達したことは確かであるが，断層に到達したかどうかは確認できていない。地層は，地表から孔底まで花崗閃緑岩である。

ボーリングコアは亀裂が多く，変形率変化法による応力測定に適したものは少なかった。方位の不明なコア(311m)，方位の分かっているコア(415m)それぞれ一個ずつデータを得ることができた。結果を第 1 表に示す。

測定用ボーリング孔内は亀裂や変質帯が多く，水圧破壊法で測定のできる場所は限られていた。信頼できる測定値の得られたのは，1496.5m と 1543.5m の 2 箇所であった。新しくできた亀裂の方位は検出できなかった。それぞれの測定値を第 1 表に示す。

応力方位は，ボーリング孔のブレイクアウトの方位からも推定できる。ブレイクアウトの発達する方位は，孔芯から見て，最小圧縮応力が作用している方位である。深度 1400m から 1600m までの 200m 間にブレイクアウトが連続して観察され，その方位は $N45^{\circ} \pm 10^{\circ}$ (時計回り)であった。したがって，最大圧縮応力方位は $N135^{\circ} \pm 10^{\circ}$ である。深度 1400m 以浅，1600m 以深では孔壁状態が悪く，孔壁の観察ができなかったため，ブレイクアウトの存否は不明である。

野島小倉の応力状態の特徴

(1) 断層面に垂直な最大水平圧縮応力方位

野島断層を含む淡路島周辺を支配している広域の地殻応力最大水平圧縮応力方位はほぼ東西であることが知られている。しかし，今回の測定によると，それとは 45° 違って， $N135^{\circ}$ であった。断層面に垂直であり，断層面上ではせん断応力が現在ゼロということを示している。

(2) 他地域と比較して非常に小さい最大水平圧縮応力値

得られた最大水平圧縮応力値は，非常に小さい値であった(第 1 図)。この図には，深成岩類中で測定された他地域の最大水平圧縮応力値も示してある。足尾(+), 足尾ブレイクアウト(曲線)は，栃木県足尾群発地震地域での測定データとブレイクアウト発生条件から算出した応力値であ

る¹⁾。今回の測定データと比較して、非常に高い値であることが分かる。Cajon Pass (×) はサンアンドレアス断層から 4km はなれたボーリング孔で測定されたものである²⁾。これは比較的小さな値である。また、Cajon Pass での応力方位は、サンアンドレアス断層が横ずれ断層であるにもかかわらず、最大圧縮力は断層にほぼ垂直であった。応力値が小さい点、最大圧縮方位が断層に垂直である点が今回の測定結果と類似している。

(3) 過去の応力を記憶しているコアのデータ

変形率変化法でコアから検出される応力は、そのコアが比較的長いあいだ受けて記憶していた過去の応力を示している。したがって、得られた結果は地震直前の応力状態である可能性が高い。変形率変化法で得られた最大圧縮応力方位はブレイクアウトから得られた方位とは 20° 弱の違いがある。地震前の最大圧縮応力は、N118° 前後であった可能性がある。だとすると、地震前は断層面にせん断応力が作用していたことになり、せん断の方向は断層が地震時にずれた方向と調和する。

(塚原弘昭, 池田隆司, 山本清彦)

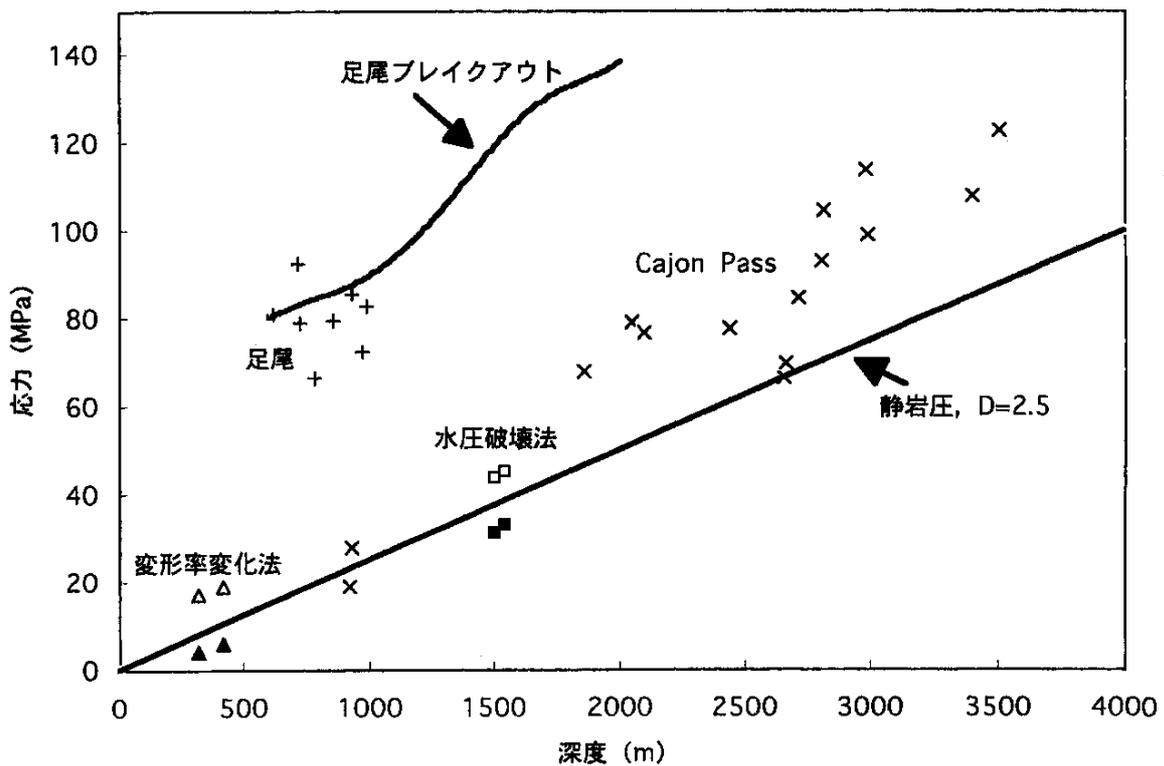
参 考 文 献

- 1) Tsukahara, H., Ikeda, R. and Omura, K. (1996) In-situ stress measurement in an earthquake focal area. *Tectonophys.*, 262, 281-290 .
- 2) Zoback M. D. and Healy J. H. (1992) In-situ stress measurements to 3.5 km depth in the Cajon Pass scientific research borehole: Implications for the mechanics of crustal faulting. *J. Geophys. Res.*, 97, 5039-5057 .

第 1 表 地殻応力測定データ

Table.1 Crustal stress measurement data

変形率変化法 (MPa)					
測定番号	深度(m)	最大圧縮応力	最小圧縮応力	鉛直応力測定値	最大水平圧縮応力方位
TSM311	311	17.3	4.1	-	-
TSM415	415	19.1	6.0	10	N118°
水圧破壊法 (MPa)					
測定番号	深度(m)	最大水平圧縮応力	最小水平圧縮応力	鉛直応力計算値(D=2.5)	最大水平圧縮応力方位
OG-1497	1496.5	44	31	37	-
OG-1544	1543.5	45	33	39	-
ブレイクアウト					
深度(m)	最大水平圧縮応力	最小水平圧縮応力	鉛直応力	最大水平圧縮応力方位	
1400-1600	-	-	-	N135°	



第 1 図 野島小倉の地殻応力と他地域の最大水平圧縮応力 (: 最大水平圧縮応力、 : 最小水平圧縮応力)

Fig.1 Crustal stress at Nojima Ogura and the maximum horizontal compressive stress measured at other sites (: maximum horizontal compressive stress, : minimum horizontal compressive stress)