

断層の剪断破壊強度 (V) : 地殻応力の配向と GPS Velocity の方向

Shear fracture strength of faults (V): The orientation of in-situ stress and the direction of GPS velocity

山本 清彦^{1*}, 矢部 康男², 佐藤凡子³

Kiyohiko Yamamoto^{1*}, Yasuo Yabe², Namiko Sato³

¹ なし, ² 東北大学大学院理学研究科, ³ なし

¹none, ²Graduate School of Sci., Tohoku Univ., ³none

1. はじめに: 佐藤・他 (2003) は兵庫県南部地震で運動した野島断層近傍で、山本・他 (2004) は北上山地の4地点で DRA (e.g. Yamamoto, 2009) による測定を行った。また、Tamaki and Yamamoto (1992) は日本海大和海盆の ODP Hole 794C で地殻応力を測定した。これらの測定によって、1) 最小水平応力の方向がほぼ GPS Velocity の方向に一致していること、2) ODP Hole 794C では、最小水平応力の方向が Okada et al. (1978) によって得られている日本海の上層マントルの P 波最大速度の方向にほぼ一致していること、3) 最大水平応力の方向がほぼ断層の走向に直交していること、が明らかになった。(2) は GPS Velocity が上層マントルの運動の反映であり、地殻応力が GPS Velocity に平行な変位によって生じている可能性と、(3) は断層の剪断破壊強度が極めて小さいということ、すなわち、weak fault であることを示唆している。

Yamamoto (準備中) は weak faults を説明する断層体模型を提案しているが、weak faults が断層の普遍的な性質であることを示すためには、地殻応力のデータが必要である。しかし、現場で測定されたデータは多くはない。山本・矢部 (2007) は (1) の結果に基づいて、最近発生した比較的大きな地震の発進機構から得られる断層の走向と GPS Velocity の方向を比較して、これらが 15 度以内の差で相互に平行あるいは直交することを指摘した。東北地方では、その後 DRA による測定が6点追加され (矢部, 2005)、10 地点の応力の配向が明らかになった。ここでは、これらの10 地点の測定結果を含めて、地殻応力の配向と GPS Velocity との関係をあらためて検討する。

2. 結果 岩石に記憶される地殻応力は長時間 (数年以上) にわたって印荷され続けた地殻応力の平均的な値である (Yamamoto, 2009)。したがって、DRA で測定された応力の配向は長期間の GPS velocity の平均的な方向と比較するのがよい。ここでは 1997/4 から 2007/5 の GPS velocity のデータを用いて、応力測定点の周囲 20km 以内にある GPS 測定点での GPS Velocity と比較した。最大あるいは最小水平応力の方位と GPS Velocity の方向との差は、脊梁地域の GNB をのぞいて、平均で約 10 度であり、太平洋岸北部 FDI の 22 から 24 度が最大である。

佐藤・他 (2003) のデータを参照すると、DRA による方位の精度は 5 度以内である。一方、同一孔で、深さにより最大約 25 度のばらつきがある。したがって、 ± 13 度程度の差は局所的なゆらぎとして解釈できる。1997 から 2007 の期間を '97 から '02 と '02 から '07 に分けて GPS Velocity の方向をみると、その差は北部の HSK、FDI では約 30 度 (± 15 度)、南部の ENS、SND で約 50 度 (± 25 度) の違いがあるが、中部の KGJ (Tono)、KMS、SNR ではおよそ 15 度 (± 8 度) 以内である。1997 から 2007 の期間には 2003 年十勝沖地震、2003 年宮城県北部地震、2004 年上越地震、2005 年宮城県沖地震、2007 年中越沖地震があり、GPS Velocity の方向が地震に伴って最大 50 度程度の短期的な変動が生じることを示している。しかし、応力の主軸方向が長期の GPS velocity との一致することは、地殻応力が長期的な平均の GPS Velocity に平行な変位によって生じていることを示している。

3. 結論 Yamamoto (準備中) は、破碎帯とアスペリティーからなる断層模型を提案し、剪断強度が地震での平均応力降下量と同程度であると推定した。山本・矢部 (2007) は最近発生した比較的大きな地震の断層の走向が最大約 15 度の差で GPS Velocity の方向に一致していることを示した。ここでは GPS velocity と応力の主軸方向が約 10 度の差で一致していることを示した。ここで、同一地点の応力にも ± 13 度程度の不確定さがあることを考慮すれば、これらの断層の断面は主応力面とほぼ一致していると考えて良い。以上から、これらの断層は weak faults であるといえる。

キーワード: weak faults, GPS velocity, 地殻応力, 変形率変化法 (DRA), 断層の走向, ODP Hole 794C

Keywords: weak faults, GPS velocity, in-situ stress, deformation rate analysis (DRA), strike of a fault, ODP Hole 794C