

Back-slip 解析 (Dislocation model) への疑問 (その 2 : 東海の固着域)

A Question to the Back-slip Analysis (Locked Zone in Tokai, Japan)

松村 正三 [1]; 岡田 義光 [1]

Shozo Matsumura[1]; Yoshimitsu Okada[1]

[1] 防災科研

[1] NIED

Savage(1983) によって提案された dislocation model に基づく地殻変動データのインバージョン解析手法は、沈み込み帯におけるプレート間固着を推定するうえで、効果的な手段として広く受け入れられている。特に、GPS 観測の普及とあわせて、今では、将来の海溝型地震の震源域を評価するための標準的手法とまでの認知を受けつつある (Matsu 'ura and Sato(1989) による Back-slip 解析)。しかしながら、この手法には原理的な曖昧さが潜んでおり、適用の仕方によっては、誤解を招く結果を生ずるおそれがある。我々は、2005 年秋の日本地震学会において、この手法が内包する問題点を指摘した。今回は、具体的な事例に着目し、再度、問題点を明確化することを試みる。

東海地域では、きたるべき東海地震の震源域を推定するため、複数例の Back-slip 解析が実施された。ここで取り上げる 4 例で求められた back-slip 域の分布は、大きく二分される。落ほか (2005)、Yoshioka et al.(1993) では、back-slip 域は、ほぼ陸域に分布する。他方、木股ほか (2004)、Sagiya(1999) では、分布はトラフ側に寄り、その中心は海域に位置する。双方で異なるのは、解析に用いられたデータにあり、前者では水準測量に基づく上下動成分に、後者では、GPS 観測に基づく水平動成分を入力データとしての重みがかけている。そこで、沈み込み帯における Back-slip 解析には、結果の“ 偏り ”を生む素因があるのではないかと、という疑問を抱き、これを確認するためのモデル実験を行った。

まず、沈み込み帯を模した二次元有限要素法モデルを構築する。上盤プレートを模したプリズムの底面にひきずりの力を作用させ、このときの地表変位を上下動、水平動成分に分けて求める。次に、この変位を観測量とみなし、これに対して Back-slip 解析を施す。結果は添付図のとおりである。左図 (上下動)、右図 (水平動) で、上段の図は、有限要素法で求めた変位 (X,Y) を示す。これを囲う記号は、Back-slip 解析でフィッティングされた結果である。フィッティングに用いた入力データは、図でマークした範囲であり、実際の観測データの範囲が、ほとんど内陸部に限られていることを反映させている。下段の図は、得られた dislocation 分布を示す。上下動では、引きずり力を作用させた固着域 (矢印) 付近に分布する。これに対し水平動では、分布の中心は、固着域よりも手前側、すなわちトラフ側に位置する。この結果は、前述の実際に報告された Back-slip 解析結果の特徴と見事に符合する。

上記の結果が生じた原因は、上盤の up-dip 部分が、他からの拘束を受けないため、下盤の沈み込みと一緒に移動してしまうからである。すなわち、このモデル実験は、沈み込み帯における固着ひきずりが、dislocation model では適切に表現され得ない、ということを実証した。こうして問題の核心は、dislocation model を沈み込み帯に適用することの不適切さに集約されたかに見えるが、実は、問題の本質は、固着すべりに dislocation model を適用すること自体に在る。

二次元面で、線分状の固着域と固着すべりを想定したとき、これに dislocation model を適用したときに生じる矛盾点を以下に列挙する。

(A) 応力の載荷に際して、固着域延長上の切れ目の上では、垂直応力はあっても、接線に沿ってのシヤア応力は存在し得ないはずである。ところが、固着域を dislocation で表現した場合は、延長線上には接線に沿うシヤア応力が発生する。(B) 境界面を介してプレート間の相互作用が存在するのは、固着域のみである。しかるに、みかけの dislocation は、その延長上に“ 滲み出る ”。(C) 外力が作用する物体の中に dislocation が入って応力場の摂動が生じる場合 (co-seismic の場合) と、固着域の周囲に次第に応力が蓄積していく場合 (inter-seismic の場合) とは、単純な裏表の関係ではない。前者では、事象が一瞬で起きるため、観測量は、dislocation によって生じた応力の摂動分に対応する。すなわち、dislocation model が有効である。一方、後者では、固着域に起因する応力の摂動分のほかに、バックグラウンド応力場も同時に増加し続けており、観測量としてこれらを分離して評価することは一般に不可能である。この場合の応力場を dislocation model で適切に表現することはできない。

これらの矛盾点は、相互に関連しあい、その要因は同一である。Savage(1996) は、Douglass & Buffett(1995) のクレームに対して、dislocation model は一種の近似である、と釈明した。近似に伴う誤差としてみるならば、dislocation の“ 滲み出し ”は大きな問題ではない。しかし、“ 偏り ”が生じるとしたら、誤差では済まされない問題となる。

