

Conditions for the existence of the propagation velocities for two forms of the slip fronts and their physical interpretations

*Takehito SUZUKI¹

1. Department of Physical Sciences, Aoyama Gakuin University

2つの媒質間の滑りの伝播は理学的・工学的に重要な問題であり、特にその伝播端の伝播速度の決定機構は長く興味を集めてきた。これにはもちろん断層面上の滑りの伝播速度の理解も含まれる。本発表では滑り速度に二次で依存する摩擦則を仮定した以前の我々の結果（Suzuki and Matsukawa, 2019）を拡張し、滑りにも依存する摩擦力を導入して、それらの伝播速度が物理的に存在できる条件を摩擦則中に現れるパラメータの観点から明らかにする。

解析には線形臨界安定性解析（Linear Marginal Stability Hypothesis, LMSH）を用いる。ここで伝播端には intruding front と extruding front の二通りがあることに注意する（Suzuki and Matsukawa, 2019）。その理解のため、1次元系を考え、ある物理量 s の伝播を考える。 s がゼロと正の定常状態があるとし、一方が安定、もう一方が不安定であるとする。この時、 $s=0$ が不安定で $s>0$ の領域が侵入していく場合を intruding front, $s>0$ が不安定で $s=0$ の領域が侵入していく場合を extruding front と呼ぶ。特に extruding front について着目したい。定義から明らかのように、通常 extruding front は「一定速度で相対的に滑っている媒質の運動を止めた時の滑りの伝播端」の形状である。

LMSHの仮定の下、intruding front速度として2つ、extruding front速度として3つが存在することが明らかになり、またそれらの解析解も得られた。これらのうち、intruding front速度のうちの一つ、extruding front速度のうち2つは光学モードであり非物理的な伝播速度であった。すなわち両frontsに対して一つずつが物理的な音響モードであったと言える。加えて、支配方程式中において摩擦則を $C_1 \dot{u} - C_2 u$ と書いた時（ u は変位、 \dot{u} はその時間微分） $C_1 - C_2$ 相空間でそれらの物理的伝播速度が存在し得る領域の境界を表す曲線の解析的表現も得た。これは伝播速度の存在の有無、すなわち定常伝播の存在の有無が C_1 と C_2 の値から予測可能であることを示す。

加えて、extruding front速度において、滑り速度の二次の依存性を仮定した摩擦則に基づいた以前の数値計算結果（Suzuki and Matsukawa, 2019）と調和的な結果が得られたことは重要である。LMSHで行われるような、変位 u やその微分が小さいという仮定では通常 intruding front しか現れない。しかしここでは（一般的に小さくない）ある基準となる滑り・滑り速度の点の伝播が extruding front として記述できるということが明らかになった。加えて強調すべきは、extruding速度の方が intruding速度よりも小さいということである。前者が高速地震、後者がゆっくり地震に対応することも示唆される。通常地震とゆっくり地震の存在する条件を示せたとも言える。