

巨大地震後の粘性緩和による地殻変動の特徴：
真の緩和時定数とみかけの緩和時定数の違い

Characteristics of viscoelastic crustal deformation following a megathrust earthquake:
discrepancy between the apparent and genuine relaxation time constants

○深畑幸俊・松浦充宏（統計数理研究所）

○Yukitoshi FUKAHATA, Mitsuhiro MATSU'URA (ISM)

The deformation due to viscoelastic stress relaxation of an elastic-viscoelastic composite medium is quite different from that of a pure viscoelastic medium. Here, we show that complicated viscoelastic relaxation after a megathrust earthquake can occur even in a very simple situation, in which elastic lithosphere is underlain by viscoelastic asthenosphere. Although the overall decay speed of the system is prescribed by the relaxation time constant of the asthenosphere, the decay time constant at each point is significantly different from place to place and generally much longer than that of the asthenosphere. It is also not rare that the sense of displacement rate is even reversed during the viscoelastic relaxation. Such complicated behavior can be explained mathematically from the characteristics of viscoelastic solution: for a layered elastic and viscoelastic half-space, the viscoelastic solution is expressed as superposition of some transient motions with different relaxation times that depend on wavelength.

1. はじめに

21世紀に入って以降、M9クラスの巨大地震の発生が相次いでいる。大地震後の地殻変動を考える際にアセノスフェアの粘性緩和を無視することはできないが、アセノスフェアの上に弾性的なりソスフェアが存在することもまた、忘れてはならない。純粋な（単一の）粘弾性物体と弾性体／粘弾性体の複合物体とでは、その応答特性が大きく異なるからである。

本研究では、表層弾性／下層粘弾性の平行成層媒質中で、弾性層を完全に断ち切る沈み込みプレート境界型の大地震が起こった時の応答を調べた。具体的には、走向方向に無限に長く伸びるプレート境界面上に、時刻ゼロで一様に5mの変位の食い違いを与えた。つまり、計算は島弧を切る二次元断面で行われている。粘弾性応答の計算は、Fukahata & Matsu'ura (2006, GJI)による半解析解を用いた。

2. 結果と議論

地震による変位の食い違い量が弾性層内のプレート境界で一様なので、粘性緩和完了後には、表層の弾性体はほぼ完全なブロック運動を実現する (Fukahata & Matsu'ura, 2016, GJI)。そのため、基

本的には地震時変動を打ち消す方向に粘性緩和が生じるが、その詳細は複雑である。

例えば、2011年東北沖地震時に東北地方は海向きに変位し、地震後も同方向に変位している。粘弾性のモデル計算結果も、これと整合的である。その一方、ブロック運動実現のため、長期的には水平変位はほぼゼロとなるので、どこかのタイミングで運動方向が逆転することが予言できる。

垂直変位は、地震直後から基本的に地震時変位を打ち消す方向であり、時間と共に速度が減衰もしていく。しかし、減衰のスピードは場所によって大きく異なり、細かく見れば運動方向の逆転も起こっている。

いくつかの地点の速度変化を試しに定数項付きの指数関数($a\exp(-t/b\tau)+c$)でフィッティングしたところ、一部を除き非常に良く再現できた (τ はアセノスフェアの本来の緩和時定数)。しかし、緩和時定数 (b) の値は場所毎にばらばらで、水平変位と垂直変位の間にも関係は見られなかった。 b の値は1よりも大きく、アセノスフェア単体の場合よりも顕著に緩和時間が長くなる。こういった複雑な粘性緩和は、表層弾性体／下層粘弾性体媒質において、波数に依存する3つの緩和時定数が現れることに起因している。