

プレート間滑りの地震挙動シミュレーションにおける境界条件等の影響

東北工業大学 正会員 ○ 秋田 宏、小出 英夫 非会員 沢田 康次
フェロー会員 神山 眞 正会員 千葉 則行

1. まえがき

巨大地震の予兆に関する知見を得る目的で、プレート間の滑り現象をシミュレーションにより検討することとした。既往のシミュレーションに用いられている滑り応答関数では、大陸プレートの変形は考慮されるが、海洋プレートの移動が位置によらず一定速度としているため、海洋プレートを剛体と見なしたことになる。そこで、海洋プレートも弾性体と見なし、両プレートの相互作用により、固着（スティック）か滑り（スリップ）かが決まるとの仮定でシミュレーションを行なった。プレートを弾性体と見なしたシミュレーションは、剛体と見なした場合に容易に拡張できるので、両方の場合について実施した結果に基づき、両者の相違点および関連するいくつかの知見について報告する。

2. シミュレーション概要

図1が本シミュレーションで採用した有限要素モデルで、大陸プレートと海洋プレートの一部を東西方向の断面から見た2次元解析とし、節点数847、要素数755である。両プレートの形状と寸法は既往の知見に基づいており、節点1が奥羽山脈に、節点11が志津川（南三陸町）に、節点286が日本海溝に対応している。ただし、海洋プレートを円弧とみなし、材質は全体を花崗岩（密度 2.65g/cm^3 、ヤング係数 $5.2 \times 10^4\text{N/mm}^2$ 、ポアソン比0.25）とみなして単純化した。プレート間の相互作用を考慮するため、両プレートの境界面にはそれぞれに対応する節点を設けている。固着するか滑るかの差は、境界面の法線力に対する接線力の比で判定し、最大静止摩擦係数として0.02を、動摩擦係数として0.01を採用した。相互作用によって両プレートに対応する節点が、固着している場合は同一変位を取るように、滑る場合は境界面の法線方向のみ同一で接線方向は自由とし、再固着した場合はその時点での変位差を保つとした。

大陸プレートの境界Aは、x方向拘束支点であり、奥羽山脈に対応させたのは神山らのGNSSデータ解析結果に基づいている。海洋プレートを剛体と考えれば、単に一定の駆動力を与える存在であり、それをモデル化する必要はない。したがって図1で、境界Dをローラー支点で支えるか、マントルからの浮力で支えるかの区別も不要である。ここでは浮力を採用した。y方向拘束支点は節点256と847であるが実は不動ではない。浮力を採用したからには両支点が働かない状態が本来の釣り合いの位置である。両プレートの自重による下向き力と浮力による上向き力の差が全体の0.12%程度であるが、図2のように若干沈下した位置で釣り合う。意外な結果であるが、両プレートが変形するからである。

海洋プレートの年間移動量8cmを、B境界のみで与えるか、C境界のみで与えるか、B、C両境界で与えるかの違いも剛体では区別する必要がない。ここでは、3つの場合を比較の対象とした。10年間隔で5000年間にわたる変動を計算したが、個々の時刻における静的釣り合いを時系列的に求め、滑る際に運動方程式を解く時刻暦応答解析によった場合と、滑る際も静的釣り合いを時系列的に求めたものも比較の対象とした。

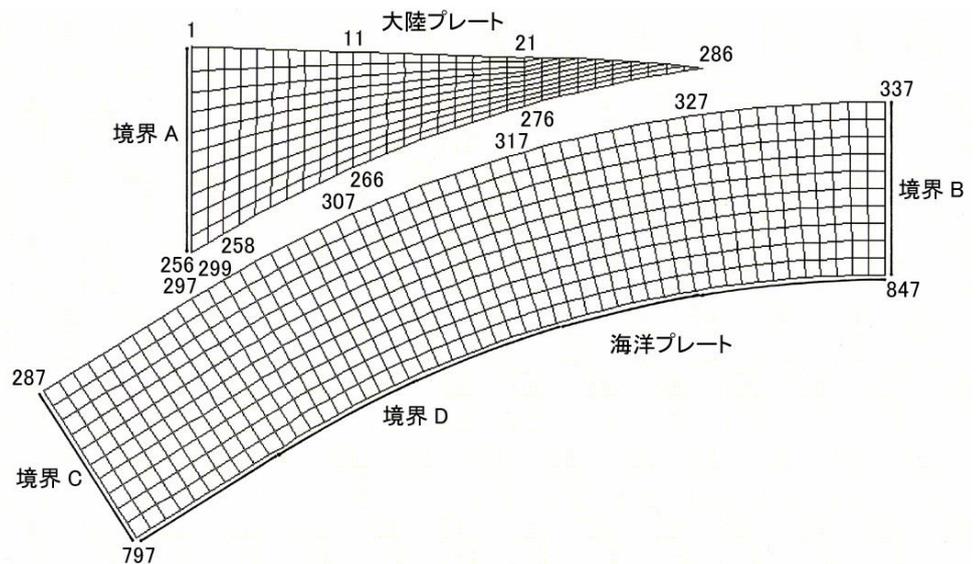


図1 有限要素モデル

3. 滑り点の時間的分布

図3~4は境界面(大陸プレートでは節点 258~286)における固着・滑りの時系列変化で、海洋プレートが剛体の場合(図3)と、弾性体の場合(図4)についてそれぞれ2500年分を示している。境界Bで変位を与えた場合であり、剛体と弾性体の違いがもっとも顕著に現れた例である。

赤丸が、その時刻で滑った節点である。剛体の方が早く滑り始め、剛体

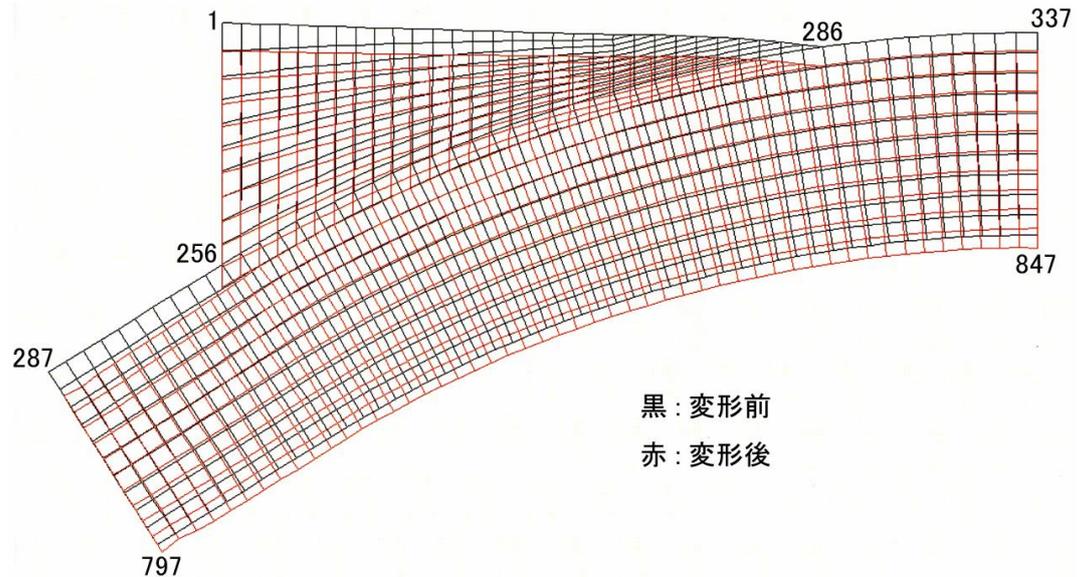


図2 自重と浮力による変形

は西側(節点258側)から、弾性体では東側から滑っている。また、剛体では1500年ぐらいから定常的な繰り返し滑りになっているが、弾性体ではまだまだである。これは弾性体では境界Bで与えた変位の影響が西側まで届くのに時間を要するのに対し、剛体では瞬時に伝わることで説明できると思われる。

10年間隔で表わしているため、一斉に滑っているように見えるが、ある点の滑りが引き金となり他の点が滑る連鎖になっている。

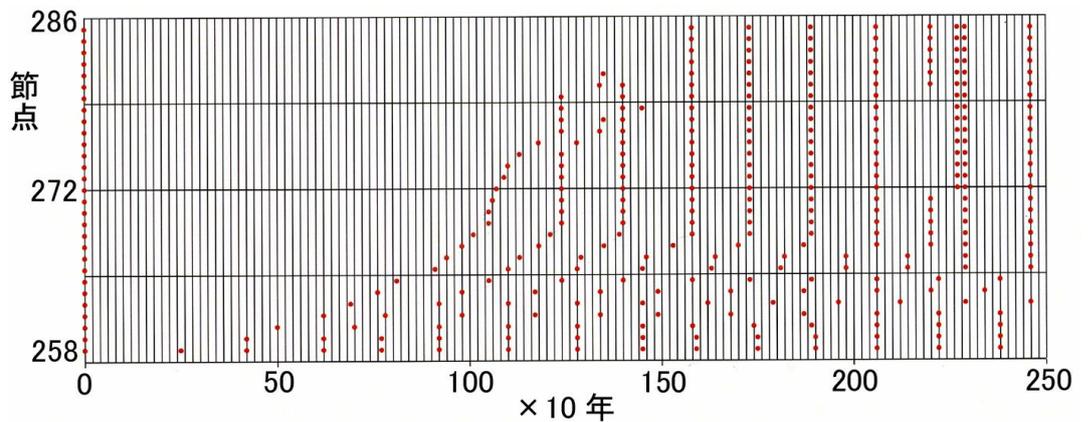


図3 プレート境界面の固着・滑り(海洋プレート剛体)

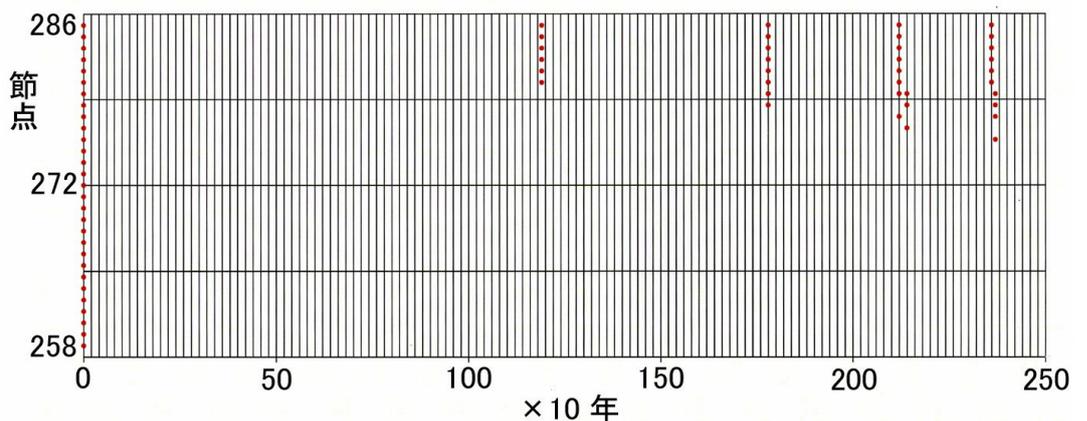


図4 プレート境界面の固着・滑り(海洋プレート弾性体)

4. あとがき

境界面全体に一律同一の摩擦係数を与えたため、全面滑りが頻繁に起こるといふ非現実的な結果になっているが、弾性体と剛体との違いや境界条件の違いなどに関して有益な知見が得られたものと解釈している。なお、本研究は平成25年度日本学術振興会科学研究費助成(課題番号25630197)のもとに行われたものであることを付記する。

参考文献

1) M. Kamiyama, M. Sugito & M. Kuse: Precursor of crustal movements before the 2011 great east Japan earthquake, Proc. Int. Sympo. Engineering Lessons Learned from 2011 G. E. J. E., March 2012, pp.226-237.