

ひずみ計データの重ねあわせ処理による検知力の向上 Improvement of detection level using composite of strain changes

宮岡 一樹^{1*}, 木村 久夫¹, 横田 崇¹, 木村 一洋²

Kazuki Miyaoka^{1*}, Hisao Kimura¹, Takashi Yokota¹, Kazuhiro Kimura²

¹ 気象庁, ² 気象研究所

¹Japan Meteorological Agency, ²Meteorological Research Institute

気象庁では東海地震の直前予知のため、静岡県から愛知県に体積ひずみ計、石井式の多成分ひずみ計 21 点（静岡県整備の 2 点を含む、この他に運用準備中の 6 地点あり）を整備し、常時監視を行っている。直前予知のためには、より早い段階で前兆現象であるプレート境界のゆっくりすべり（プレスリップ）を検知することが重要である。ひずみ計は地球潮汐、海洋潮汐、気圧変化、降水、地磁気などの影響を受けており、プレスリップによる微小な変化を検知するため、これらのノイズを除去するための様々な手法開発を行い、S/N比の向上に努めている。

今回、複数観測点（成分）のひずみ波形を重ね合わせることで S/N比を改善させ、検知力を一段と向上させる方法を考案したので報告する。

常時監視のターゲットはフィリピン海プレートと陸側プレートの境界におけるゆっくりすべりである。フィリピン海プレートの形状および運動方向については既にいくつかの研究があり、すべり発生場所を仮定すれば、これらのモデルを用いて各ひずみ観測点における理論変化量を見積もることができる。観測点の中には縮みのひずみ変化となる成分、伸びとなる成分があるが、これらを全て同じ方向（極性）の変化となるよう、必要な成分についてデータの極性を反転して重ね合わせることでシグナルが際立つことになる。

地震などの一般的な群列処理において、ソースから観測点までの距離は観測点の広がりに対して十分大きいことから観測点間の波形の相似性が高く、またシグナルレベルとノイズレベルは全観測点でほぼ同程度である。その場合、加算処理によってシグナルレベルは上がり、ホワイトノイズは打ち消し合うことから、観測点数の増加と共に S/N比は向上し続けることになる。しかし、プレート境界すべりをターゲットとしたひずみ観測では、上述のように極性が異なっている他、シグナルレベルおよびノイズレベルは観測点に依って大きな差がある。相対的に S/N比の低いデータをそのまま足し合わせた場合、総合 S/N比が低下することとなる。そこで本手法では以下のような手順により、最も S/N比の良い観測点の組合せを用いることとした。

- ・プレート境界のある点におけるすべりを仮定し、各観測点での理論ひずみ量を計算
- ・理論ひずみの極性で負（縮み）となった観測データの極性を反転（絶対値化）
- ・上記で絶対値化された理論ひずみ量を各観測点におけるノイズレベルで規格化
- ・絶対値化、規格化済み理論ひずみ量（ S_i ）の大きな順に、1 番目から k 番目までについて加算処理を行った場合の総合 S/N比は次式

$$\text{総合 S/N比} = (S_i(t) * C_i) / N_s * k \quad (N_s: \text{基準ノイズレベル}, C_i: \text{極性} \cdot \text{規格化係数})$$

この時、総合 S/N比は加算処理に従って改善されていくが、やがて総合 S/N比の改善は無くなり、S/N比の低い観測点データが加算されていくと総合 S/N比は逆に低下していくことになる。総合 S/N比が最も高くなる組合せでの重ね合わせ波形が、仮定したプレート境界面上の点におけるすべりを検出するための最適なデータとなる。

実際の監視にあたっては、想定震源域およびその周辺（北西側の短期的スロースリップイベント領域）のプレート境界面上に適当なグリッドを設け、各グリッドにおけるすべりを仮定した最適な組合せによる重ね合わせ波形をリアルタイムで作成し、その変化を監視することとなる。この方法により、プレート境界すべりをより早期に検知することが可能となり、さらに重ね合わせ波形の振幅値の比較により、すべり位置の推定も同時に行うことができる。

本手法をさらに高度化することで、すべり領域の拡大や移動をモニターできるほか、測器の持つ感度（広域の理論ひずみ変化に対する応答）を考慮することですべり量（モーメント）の推定が可能となる。

またこの方法は過去の活動の解析にも適用することが可能であり、気象庁の体積ひずみ観測では観測できていなかったとされる東海スロースリップイベント（長期的 SSE: 2000 年～2005 年）や房総半島のスロースリップイベント（2007 年 8 月）についても、検出可能となっている。