

12-6 GNSS 変位データを用いた即時地震規模推定

Real time estimation of earthquake magnitude from displacement field observed by GNSS stations

国土地理院

Geospatial Information Authority of Japan

1. はじめに

GNSS 連続観測システム(GEONET)から得られる変位データを用いて地震の規模や断層モデルを即時に推定する実用的なシステムの開発を進めているので紹介する。

これは、先の東北地方太平洋沖地震で地震発生直後に求められた地震の規模が過小評価であったこと、変位データを用いることで飽和することなく地震規模が適切に求められる可能性があること、システム開発に必要なリアルタイム解析技術の研究が進んできたこと、等を踏まえたもので平成 23 年度より開発に着手している。

国土地理院では、これまでも変位データから断層モデルを推定してきたが、変位データを得るまでに数時間、断層モデルに至っては手動で求めていたため、精度の良い結果が得られるものの、1 日程度を要していた。今回、このような精度追求型から発想の転換を図り、精度を多少犠牲にしても即時性を追求して地震の規模を推定しようとするものである。

開発に当たっては、東北大学大学院理学研究科の研究成果を利用させていただくとともに、共同研究協定を締結し、共同で開発する体制を構築している。

また、気象庁気象研究所と共同研究協定を締結し、本システムから得られる解析結果をより高度に利活用するための研究を進めている。

2. システムの概要及び開発状況

本システムは、大きく分けて、変位を計算する基線解析部分、得られた変位データから地殻変動を自動で検出する部分、断層モデルを自動で推定する部分及び主にメールにより情報を発信する部分から構成される。

基線解析部分には、東京海洋大学の高須氏が開発した RTKLIB(Ver.2.4.1)¹⁾ を使用し、基本的に 1 点固定の放射状基線で解析を行っている。

地殻変動の自動検出部分には、東北大学大学院理学研究科の研究成果である RAPiD アルゴリズム²⁾ を使用している。これは、時間変化する変位の長時間平均と短時間平均の差を監視することで、地殻変動を自動で検出するものである。

断層モデルの推定部分には、国土地理院における研究成果を使用している³⁾。断層モデルの推定を開始するトリガーとして、地殻変動の検出結果と緊急地震速報を併用している。緊急地震速報の震源位置あるいは最大の変位が観測された位置と、対応する位置にあらかじめ設定された断層モデルを初期値として、その時点で得られている変位データを永久変位と見なし、非線形インバージョンにより 1 枚の矩形断層を求めるものである。

平成 23 年度にシステムの開発に着手し、同年度中に、基線解析、地殻変動の自動検出、メールによる情報発信（一部）までの部分について、東北地方を対象としたプロトタイプシステムを構築。その後、断層モデルの自動推定部分の構築を進めるとともに、システムの処理能力の増強、平成 25

年度には対象を東北地方から全国に広げるとともに、つくば中央局内でのシステムの二重化を実施した。

なお、開発中のシステムについては、REGARD (Real-time GEONET Analysis system for Rapid Deformation Monitoring)と命名した。

3. 精度検証

プロトタイプの運用以降、大規模な地震が発生していないため、過去に観測した大地震時のデータを用いて精度検証を進めている。しかしながら、検証可能な事例は極めて限られていることから、京コンピュータを用いた南海トラフ巨大地震のシミュレーションデータについて東京大学地震研究所から提供を受け、これも含めて検証を進めている。シミュレーションデータを提供して頂いたことに対し、ここに記して感謝申し上げます。

検証は途中段階であるがこれまでのところ、地震の規模については、東北地方太平洋沖地震(Mw9.0)とその最大余震である茨城沖の地震(Mw7.6)については、地震発生後3分程度でおおむね±0.1の範囲で推定可能なことがわかった。断層モデルについては、東北地方太平洋沖地震や南海トラフ巨大地震のように複雑な断層形状を有する場合、矩形断層1枚で表現するのは厳しいことがわかった。

4. まとめ

国土地理院では、GNSS連続観測システム(GEONET)から得られる変位データを用いて地震の規模や断層モデルを即時に推定する実用的なシステムの開発を平成23年度より進めている。

今後の取組として、GPS以外の準天頂衛星、GLONASS、GalileoといったマルチGNSSデータへの対応を図る等によりリアルタイム基線解析の信頼度向上を図っていくこととしている。検証から得られた課題を踏まえ、断層面を固定したすべり分布の推定機能も追加することで、震源断層モデルを推定する機能の信頼性の向上を図る。

また、精度検証に関しては、極めて限られた実際の観測事例を補うためシミュレーションデータを活用しつつ、いわゆるアウターライズの領域における正断層の地震などに対するシステムの対応可能性などについても検証を進めていくこととしている。

この他、常時稼働が求められるシステムの信頼度向上に必要な対応を図るなどにより、システムの実用化に向けた開発を順次進めていくこととしている。

文献

1) Takasu, T. (2011), RTKLIB: An Open Source Program Package for GNSS Positioning. <<http://www.rtklib.com>>

2) Ohta, Y., et al. (2012), Quasi real-time fault model estimation for near-field tsunami forecasting based on RTK-GPS analysis: Application to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.0), J. Geophys. Res., 117, B02311, doi:10.1029/2011JB008750.

3) 西村卓也, 今給黎哲郎, 飛田幹男 (2010), GPSリアルタイム1秒データを用いた震源断層即時推定手法の開発, 国土地理院時報, 120, 63-73,

<<http://www.gsi.go.jp/REPORT/JIHO/vol120-main.html>>