

研究課題終了時評価書

1. 研究課題名： 地形・地下構造を考慮した地殻変動の分析に関する研究
2. 研究期間： 平成28年4月～令和2年3月（4年間）
3. 予算： 特別研究経費 54,062千円（4年間の総額）

4. 成果の概要

(1) 地形や地下構造を組み込んだ地殻変動解析のための技術開発

3次元有限要素法を用いた地殻変動計算システムを開発した。これにより、実地形や不均質な地下構造を組み込んだ地殻変動の計算が可能となり、従来手法では計算が困難であった山体に貫入した力源による地殻変動を計算することができるようになった。また、計算精度を維持しつつ計算領域内の要素数を減らす無限要素等の機能を適用することにより、地殻変動の計算速度を向上させることができた。これにより、力源モデル推定作業の効率化を実現した。

(2) 解析システムの開発

複雑で手間のかかる有限要素解析の各中間処理を、統合的かつ効率的に実行するため、GUI（グラフィカルユーザインタフェース）操作による専用の解析システムを開発した。これにより、要素モデルの作成、有限要素による変動計算、力源推定の各処理の設定・実行を、簡便な操作で制御できるようになり、一連の解析作業の効率化を実現させた。また、計算結果の出力形式を3次元表示・操作が可能なソフトウェアに対応させる等、解析結果の分析作業の効率性を向上させた。

5. 当初目標の達成度

[当初目標]

地形や地下構造を組み込んだ地殻変動計算機能及びそれを基にした力源推定機能を開発し、実利用可能な解析システムを構築する。また、地形や地下構造が及ぼす影響の検証や実際の観測データへの適用を行う。

[達成度]

3次元有限要素法を火山性地殻変動計算に適用することにより、実地形や不均質な地下構造を考慮した地殻変動計算機能を開発した。これにより、従来の解析法では取り扱いが困難であった実地形や不均質な地下構造の影響を取り入れた現実的な地殻変動計算が可能になった。また、無限要素や要素細密化等の機能の適用により地殻変動計算の速度を向上させることで、力源推定を効率よく実施することが可能になった。GUI操作による解析システムの開発により、複雑な有限要素解析の各中間処理作業や計算結果の分析作業を、簡便な操作で効率的に実施可能となった。従って、技術開発及びシステム開発における当初目標は達成された。

開発した解析システムを用いて地形や地下構造の影響評価を実施した。これにより、力源が山体に貫入した場合に地形の影響を強く受けることや地下構造の不均質が力源近傍の変形に強く影響を与えることが分かった。また、雄阿寒岳で観測されたデータを用いた解析により、山体内に貫入した力源を定量的にモデル化することに成功した。従って、検証作業や実データへの適用試験に関する当初目標は達成された。

以上、各項目における目標は達成されており、本研究全体の当初目標は達成された。

6. 成果公表状況

研究報告書 4件
発表論文 2件
学会発表等 6件

7. 成果活用の見込み

- 1) 地理地殻活動研究センターで実施している地殻変動データを用いた力源推定等の解析業務での利用が見込まれる。
- 2) 本システムで推定される力源の情報が気象庁や火山噴火予知連絡会等の各専門機関に提供され、噴火警戒レベル等の火山活動評価に活用されることが見込まれる。
- 3) 火山監視のための観測網構築・整備の際に、効果的な観測点配置の事前評価に利用されることが見込まれる。国土地理院が運用する可搬型のGNSS観測装置（GNSS火山変動リモート観測装置：REGMOS）の設置の検討等への活用が期待される。

8. 達成度の分析

(1) 有効性の観点からの分析

3次元有限要素法を適用することにより、実地形や不均質な地下構造を組み込んだ火山性地殻変動計算が可能になった。これにより、従来の解析方法では扱いが困難であった、力源より標高の低い場所の変動計算や地震波探査等で得られている実際の速度構造を組み込んだ変動計算が可能となった。さらに無限要素や要素を部分的に細密化する機能等を組み合わせることで、計算精度を維持しながら計算速度を向上させることに成功した。これにより、力源推定の際の解探索を数多く試行することが可能となり、推定精度の向上につながった。これら技術を実装した解析システムに全国の数値標高モデル及び地下構造モデルを標準装備することにより、全国の任意の火山で有限要素法による地殻変動計算及びそれを基にした力源推定が可能となった。これら開発機能は、マグマが地表に接近するような緊迫した事態の際に位置等の推定に利用可能であり、災害対応能力の向上にも資すると期待される。従って、これら研究開発は有効であった。

(2) 効率性の観点からの分析

地殻変動解析の知識や技術が必要なプログラム開発、検証作業、システムの設計等を直営で実施することで開発費用の削減・抑制を図りつつ、専門的な知識や技術を要する有限要素法による処理及びGUI操作機能の開発に重点的に投資した。これにより、利便性・簡便性に優れた操作の下、高度な地殻変動計算が実施可能な解析システムを効率的に開発できた。

9. 残された課題と新たな研究開発の方向

より細かな地形の要因（傾斜や火口地形等）が変形にどのように寄与するかの定量的検証を引き続き進めていく必要がある。また、GNSSやSARデータにおいて長期のデータが蓄積される中、長期にわたって継続する変形に強く寄与していると考えられる粘性の効果を考慮した地殻変動計算に関する研究も、今後精力的に進めていく必要があると考えられる。

10. その他，課題内容に応じ必要な事項
特になし。

11. 提案課・室名、問合せ先

国土地理院 地理地殻活動研究センター 地殻変動研究室

TEL：029-864-1111(内8232) FAX：029-864-2655 e-mail：kobayashi-t96dv@mlit.go.jp

代表担当者：地殻変動研究室 小林知勝