

断層変位推定のための高性能数値計算

(1) 解析手法

High Performance Computing for Estimation of Fault Displacement

(1) Numerical Method

*澤田 昌孝¹, 羽場 一基², 堀 宗朗³

¹電中研, ²大成建設, ³東京大学

信頼性のある地表断層変位の推定手法を構築するため、厳密に導出した高次ジョイント要素、エネルギー保存に優れた陽的シンプレクティック時間積分という 2 つの機能を有する並列有限要素法プログラムの開発を行った。断層を含む地盤の 3 次元モデルに適用し、その検証を行った。

キーワード：原子力安全, 断層変位, 地表地震断層, 高性能数値計算, 並列計算

1. はじめに

大規模な内陸地震が発生すると、地表に生じる断層変位によって土木構造物が被害を受ける場合がある。断層変位の予測・評価手法の一つとして数値解析が考えられる[1]。断層挙動は新たに断層面にずれ変位が生じる破壊現象であるが、断層面では力が若干増えたときにずれ変位が大きく増加する場合があり、そのような不安定な問題を解くための数値解析が必要となる。また、岩盤・断層の三次元解析モデルは大規模になるため高性能数値計算が必要となる。

2. 数値解析手法

著者ら[2]は上記を考慮し、断層変位評価のための並列有限要素法プログラムの開発を行った。断層面はジョイント要素により、そのずれ変位-力関係を考慮する。このジョイント要素はラグランジアンから厳密に定式化したもので高次化も可能である。また、解の安定・不安定に関わらずエネルギーは保存され、エネルギー保存は時間積分のアルゴリズムと関連する。通常の有限要素法はラグランジアンを使って定式化されるが、これを等価なハミルトニアンに変換し、ハミルトニアンの正準方程式をシンプレクティック時間積分で解くことでエネルギーを保存させる。

3. 地盤・断層問題への適用

断層面 1 面を含む地盤の 3 次元モデルに開発したプログラムを適用し、その検証を行った。地下で入力ずれ変位による断層面上のずれの伝播逸散を計算し、地表でのずれ変位の発生を評価した。開発したプログラムは 100 万自由度程度のモデルに適用可能で、計算時間も十分に短いことを示した。

4. おわりに

不安定を伴う問題を解くとき、一つの解では実際の断層挙動を正しく予測できない可能性が大きい。これに対処するためには解析条件に擾乱を加え、様々な解を求めることが必須となる。この観点からの解析手法開発も合わせて進めている。本研究の一部は、経済産業省資源エネルギー庁原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（原子力発電所のリスク評価、研究に係る基盤整備）として実施した。

参考文献

[1] 日本原子力学会「断層の活動性と工学的なリスク評価」調査専門委員会：断層変位に対するリスク評価と工学的な対応策, 2017.

[2] 澤田昌孝, 羽場一基, 堀宗朗：断層変位評価のための高性能数値解析手法の開発, 土木学会論文集 A2, 2017.

*Masataka Sawada¹, Kazumoto Haba² and Muneo Hori³

¹Central Research Institute of Electric Power Industry, ²Taisei Corporation, ³The University of Tokyo