

実験及びシミュレーションによる削剥を考慮した圧縮スラスト帯モデリング Modeling of fold-and-thrust belt by analogue experiment and simulation considering erosion

中務 真志^{1*}, 山田泰広¹
NAKATSUKASA, Masashi^{1*}, YAMADA Yasuhiro¹

¹ 京都大学大学院工学研究科

¹ Kyoto University Graduate School of Engineering

圧縮応力場では fold-and-thrust 帯が生じ、逆断層によって隆起する。削剥作用が活発な地域では隆起域が侵食されて上載荷重圧が減少する。これによる応力場変動が地質構造変形に影響を及ぼす可能性があるが、その影響はよく分かっていない。そこで、本研究ではアナログモデル実験によって削剥を考慮した構造変形過程をモデリングし、さらにその実験を二次元個別要素法によってシミュレートすることで地下における応力分布の経時変化を抽出し、削剥状況下における構造発達メカニズムを考察した。

アナログモデル実験とは、模擬物質によってモデルを作成しそれを変形させることで実際の現象を縮小再現する手法である。今回は模擬物質として乾燥した豊浦標準砂を用いた。透明な箱内に約 3° 傾斜した基盤を設置し可動式のシートを被せ、その上に乾燥砂を堆積させた。このシートを動かし側壁に砂を押し付けることによってモデルを圧縮変形させる。本研究では削剥ありの実験と削剥なしの異なる二つの実験を行った。なお、削剥を考慮する際には逆断層による隆起域を断続的に除去した。二つの実験の結果、削剥なしの実験では逆断層による活構造が前方に伝播したが、一方で削剥なしの実験では活構造が前方へ伝播せず一定領域内で逆断層の形成、停止が繰返されることを確認した。

二次元個別要素法とは、円形粒子の集合体によって連続体のモデルを構成し、個々の粒子の運動を追うことでモデルの挙動を表現する手法である。粒子の運動を計算するために各タイムステップで運動方程式を解き、粒子の加速度、速度、位置情報を更新していく。運動方程式を解く際に必要な力は粒子間の接触力を用いる。この接触力は粘弾性物体のレオロジーをよく表現する Voigt モデルによって求めた。また、モデル上に半径 250 m の測定円を層厚方向 20 個 × 横方向 60 個の計 1200 個分規則的に配置し、圧縮変形時におけるモデル内の応力とひずみを測定した。

シミュレーションの結果、圧縮による応力集中が生じた後、その領域で断層が発生しそれによって応力が解放されることを確認した。断層の活動度が高いときは応力の集中度は小さいが、断層の活動度が低下するとその断層の前縁部に応力が集中し始め、その領域で新たな断層が生じる。以上のプロセスが繰返すことによって、逆断層は比較的近接する領域で形成し続けた。この結果から、削剥が卓越する地域においては応力集中は前方にはあまり伝播しないと考えられる。

本研究は経済産業省委託事業「地質環境総合評価技術高度化開発」の成果の一部である。

キーワード: 地質構造変形, 断層, 褶曲帯, 砂箱実験, 個別要素法, 削剥, 応力変化

Keywords: structural deformation, fold-and-thrust belt, sandbox experiment, distinct element method, erosion, stress change