断層運動に伴う地表付近の地盤変状を予測するための SPH 解析法の開発

鳥取大学	非会員	○金光	功樹
鳥取大学	正会員	小野	祐輔
鳥取大学	正会員	谷口	朋代

1. はじめに

断層直上に構造物が存在する場合,断層のずれにより構 造物に被害が生じる恐れがある.このように地震による揺 れのみならず,断層運動が周辺の地盤に与える影響を予測 する事は重要な課題である.これまでに断層運動に伴う地 盤変位に関する解析的研究は一部¹¹を除き,あmり行われ ていない.これは,取り扱う問題が大変形であるため,通 常の地盤の変形予測問題とは異なり,微小変形を前提とし た有限要素法の適用が困難なためである.本研究では,容 易に大変形を取り扱うことができる Smoothed Particle Hydrodynamics (SPH)法²¹を断層運動に伴う地表付近の地 盤変状を予測する手法として適用するための基礎的な検 討を行った.まず,表面に断層を模した切り込みを入れた シリコン製の供試体を圧縮することで逆断層運動に相当 する変形を生じさせる模型実験を行った.その後,実験で 得られた変形の再現解析を SPH 法により実施した.

2. 模型実験

シリコン製の供試体に断層を模した切り込みを入れ,一 軸圧縮試験機を用いて圧縮力を作用させた. 佐用した圧縮 力によって生じる切り込み周辺の変位を二次元レーザー 変位計によって計測した.計測は 0.5 mm の圧縮変位毎に 10 mm まで行った. 図-1 は供試体と実験装置である. 供試 体は4体作成したが、ここではそのうち供試体1と供試体 2について結果を示す.供試体1は切り込みの無いもの, 供試体2は観測面中央に45°の角度で2cmの切り込みを配 したものである.結果を図-2及び3に示す.供試体1につ いては圧縮量 9 mm まで、供試体 2 については 5mm までを 表示している. 図の下から圧縮量を 0.5 mm ずつ増加した 際の,表面の変形結果を示している.供試体1に対する結 果より、この実験に用いた供試体は弾性体とみなすことが できることを確認した.また、供試体2の結果より、切り 込み部にずれが生じ, 逆断層を再現できていることを確認 できた.

ダイヤルゲージ シリコン供試体 ニ次元レーザー変位計 軽量一軸圧縮試験機

図-1 供試体と実験装置





キーワード 断層,数値解析法,SPH法

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4-101 鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 TEL 0857-31-5286

3. SPH 法による解析

SPH 法を用いて実験の再現解析を実施した.実験を 正確に再現するためには、3次元解析を行うことが必要 であるが、本研究では基礎的な検討段階であるため、供 試体中央部のみを対象として 2次元平面ひずみ解析を 実施した.解析によって得られた各供試体の変形の様子 を図-4及び5に示している.

ところで, SPH 法は連続体を対象とした解析法であ るため,供試体2の切込部を取り扱うためには,特別な モデル化が必要となっている.本研究では,図・5 で色分 けした様に切り込みを持つ供試体を構成する粒子を3 つのグループに分類する.そして,図中,同じ色の粒子 同士,あるいは灰色の粒子と赤色の粒子,青色の粒子と 赤色の粒子のペアについては,通常のSPH 法による計 算を行う.灰色と青色の粒子の接する箇所については, 個別要素法の考え方を導入し,法線方向と接線方向に接 触バネとダッシュポットを挿入することで,切り込み部 を表現する³⁾.このモデル化は簡易的なものであるが, 図・5 のように切り込み部の挙動を良く再現できている.

一方,図・6及び7は,解析モデルの表面の変位分布を 示したものである.それぞれ図・2,図・3と比較すると, その変形形状と変位量はほぼ同じ値となっており,本研 究の SPH 法による数値解析によって実験結果を再現で きている.

4. まとめ

断層近傍の地盤の大変形を対象とした SPH 法に基づ く数値解析法の開発を目的として,模型実験とその再現 解析を行った.断層に相当する切り込み部は,接触バネ とダッシュポットを用いて表現した結果,実験結果を精 度良く再現することができた.今後は,実験において観 測された表面変形を 3 次元的に再現することを目的と して,解析法の拡張を行う予定である.

参考文献

- 谷山尚,渡辺啓行:逆断層運動に伴う砂質表層地盤の変形に関する研究,土木学会論文集,No.591, pp.313-325, 1998.
- 小野祐輔,西田真吾,清野純史:SPH法による土構 造物の弾塑性解析,応用力学論文集,Vol.9, pp.717-723,2006.
- 4) 仲島義博:断層近傍に生じる地盤の大変形の解析手法開発のための模型実験,鳥取大学工学部卒業論文, 2014.



図-4 供試体1の解析結果(変形状態)(左:初期状態,右:5mm 圧縮時)



図-5 供試体2の解析結果(変形状態)(左:初期状態,右:5mm 圧縮時)



図-6 供試体1の解析結果(表面変位)



図-7 供試体2の解析結果(表面変位)