

2008年岩手・宮城内陸地震における荒砥沢地すべりの解析シミュレーション

法政大学大学院 学生員○嶋中貴史 法政大学大学院 正会員 酒井久和
法政大学 非会員 竹澤麻衣 鳥取大学大学院 正会員 小野祐輔

1. はじめに

2008年6月14日に発生した岩手・宮城内陸地震は、マグニチュード7.2、岩手県奥州市と宮城県栗原市で震度6強が観測され死者13名・行方不明者10名の被害をもたらした。この地震の被害の特徴として建物被害が少なく土砂災害が多いことがあり、数千箇所もの崩壊と数百箇所もの地すべりが発生した。中でも最大すべり面深度が100mに達する荒砥沢地すべりは、地震時に滑動した地すべりとして国内最大級の規模である。この荒砥沢地すべりも含め我が国では地震による斜面災害が多く発生しており、斜面崩壊による地震被害を軽減するためには斜面の耐震性を評価するだけでなく、斜面崩壊時の土砂の到達距離についても検討が必要である。

本研究では格子を必要としない粒子法の一つであり大変形を伴う現象の再現に適している粒子法(Smoothed Particle Hydrodynamics : SPH)を用いて、岩手・宮城内陸地震により発生した国内最大級の地すべりである荒砥沢地すべりの挙動を再現し実被害と比較することにより、本手法の斜面崩壊に対する妥当性を検討する。

2. 研究方法

本研究では、SPH法の解析プログラムを使い解析を行った。SPH法とは、連続体の大変形を含む解析に適した数値解析手法の一つである。連続体(固体・気体・流体)を多数の粒子の集合体と考え、その粒子の挙動を運動方程式によって求める手法である。

解析モデルは、東北農政局の地すべり地の断面図(図1)を基に作成し、粒子間隔5m、粒子数13236個の解析モデル(図2)となる。入力地震動は、国土防災技術の大野らが作成した荒砥沢ダムの基盤岩盤監査廊で観測された地震波形を重複反射法により解析基盤に引き戻した地震波とした³⁾。地盤状況に関して図1の地震後の断面図を見ると、軽石凝灰岩が地下水に浸かっている箇所と浸かっていない箇所があり、地下水の影響により同じ地質でも強度が異なるため、②を地下水に浸かっている箇所、⑥を地下水に浸かっている箇所の2種類に分割した。地盤パラメータは約10種類の被害調査資料を参考に設定し、特に③の砂岩・シルト岩と⑤旧陥没帯内堆積物の地質パラメータに関して、強度を

弱く設定した。⑤の旧陥没帯内堆積物は有機物を含むことから非常に軟質な地質であるため、極めて弱い強度に設定した。解析に使用した地盤パラメータを表1に示す。

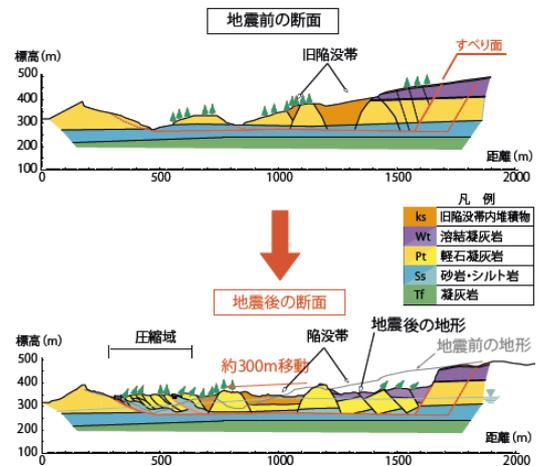
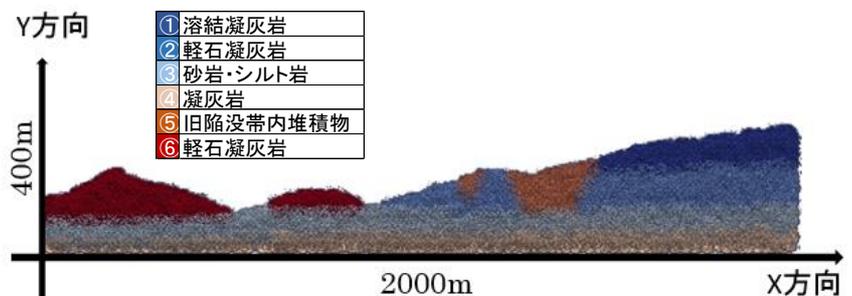


図1 地すべり地の断面図

図2 解析モデル

キーワード 粒子法, SPH, 地震応答解析, 斜面崩壊, 岩手・宮城内陸地震, 荒砥沢地すべり

連絡先 162-0843 東京都新宿区市谷田町2-33 法政大学大学院 TEL 050-3136-4675

表 1 地盤パラメータ

材料番号	地質	せん断波速度 Vs(m/s)	ポアソン比	密度(g/cm ³)	粘着力の ピーク値(kN/m ²)	内部摩擦角の ピーク値(°)	粘着力の 残留値(kN/m ²)	内部摩擦角の 残留値(°)	ダイレー タンシー角(°)
①	溶結凝灰岩	437.1	0.35	1.90	90.00	55.0	0.00	40.0	0
②	軽石凝灰岩	460.6	0.40	1.65	200.0	35.0	0.00	5.00	0
③	砂岩・シルト岩	455.4	0.48	1.75	0.000	5.00	0.00	0.50	0
④	凝灰岩	409.3	0.30	2.25	230.0	20.0	0.98	7.80	0
⑤	旧陥没帯内堆積物	453.7	0.40	1.70	0.000	1.00	0.00	0.50	0
⑥	軽石凝灰岩	460.6	0.40	1.65	200.0	35.0	0.80	27.6	0

3. 解析結果

図3は10秒毎の変形の様子を表したものである。図3より時間が経つにつれ、全体的に崩壊が続き最終的に大きく変形していることがわかる。



図 4 60s 時の C 点周辺詳細図

図4は60sのC点周辺の詳細図であり、図のように60sの時点で上流部に大きな滑り面が確認できる。この滑り面は20sから発生し始めていることから、極めて早い段階で活動が始まることがわかった。また、滑り面によって震動発生から60sには全体的に移動し、崩壊前と比べ平坦な形状に変化している。特に図3の、①と⑥のA点・B点・C点を0sと60sで比較すると、平坦になっていることがはっきりと確認できる。しかし、図1の断面図と比較すると実際の被害よりも大きな移動は全体的に見られなかった。

①の中のある粒子の移動を見ると解析結果では約25mしか移動していないが、実際にはすべり面に沿って約100m下方向に崩れ落ちている。他の地質部分でも同様に、実際の移動距離に満たない解析結果となった。

4. まとめ

本研究では荒砥沢地すべりにおける斜面崩壊を解析し実被害と比較することにより解析手法の妥当性を検討した。すべり面の発生や斜面崩壊による変形は確認できたが、土砂流動の距離が小さいなどの問題点があり今後も見直しや改善を続ける必要が大いにある。今回使用した入力地震動が荒砥沢ダムの基盤岩盤監査廊で観測された地震波のみだったため、より荒砥沢地すべりに近い入力地震動での解析パラメータの修正や、より精度が高い結果を得るため3次元解析による検討が今後の課題に挙げられる。

謝辞

本研究を行うにあたり、大野らの作成した工学基盤波のデータを使用した。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 日本地質学会 HP : 2008 年, 平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震
- 2) 東北農政局 HP : 山地災害の記録
- 3) 大野 亮一, 他 5 名 : 地震時大規模地すべり発生機構—荒砥沢地すべりを例として— (2009)

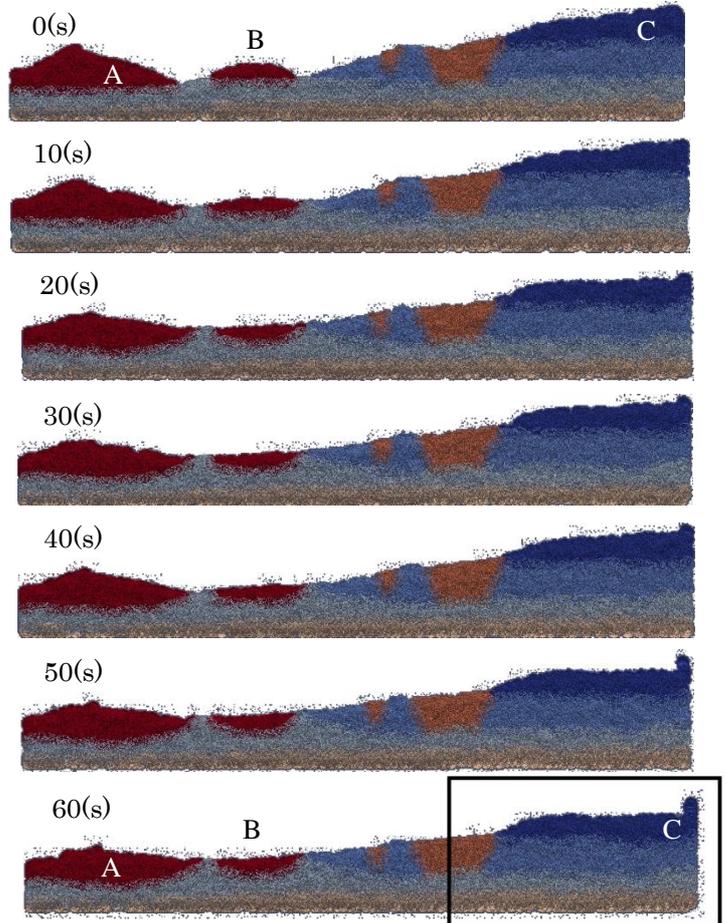


図 3 10 秒毎の変形図