平成26年長野県北部地震により山地で発生した地すべりの機構解析

群馬大学	学生会員	○大淵	亮,	佐竹	亮一郎
群馬大学	正会員			若井	明彦
富山県立大学	非会員			古谷	元
京都大学防災研究所	非会員	王功	輝,	土井	一生
新潟大学	正会員			渡部	直喜
新潟大学	非会員			王	純祥

1. はじめに

2014年11月に発生した平成26年長野県北部地震(以後「本地震」と略)により,長野県北部の小谷村八方岩地区で大小多数の地すべりが発生した.同地区は古くから地すべりが多発している箇所である.そこで本研究では,上記の地すべり発生箇所を対象に二次元動的弾塑性FEM解析を実施し,地すべりの発生した原因について力学的な検討を行った.

2. 解析対象地区の概要

解析対象とした小谷村八方岩地区は,本地震の震央 である白馬村から北東方向に約 14km 離れた場所に位 置する.同地区は以前から地すべりが多発しており,本 地震でも大小 5 つのブロックからなる地すべりが発生 し,最大で幅 500m,高さ 140mの大規模な地すべりが 発生した.本研究では,図-2 に示す地すべりブロックの 1 つを対象に,地震応答解析を行った(国土地理院地図

(25000 分の 1) に加筆). 検討する地すべりブロックの 大きさは,幅 160m,高さ 30m であり,すべり面深さは 10m である.また,解析対象区域の土質区分は,現地で 採取した試料の各種物理試験結果,及び被害区域に関 する資料¹⁾より上から粘性土層,風化泥岩層,基岩層 からなり,すべり面付近の地質は主としてシルト質粘 性土である.



図-1解析対象地区で発生した地すべりの様子

3. 解析対象地区のモデル化と解析条件

図-2 の赤線で示した範囲を解析対象断面として,材 料構成則にUW軟化モデル(Wakai et al.,2010²⁾)を使用 した二次元動的弾塑性有限要素解析を行う.図-3 に有 限要素分割図を示す(8 節点アイソパラメトリック要 素).前述の材料区分や土質区分を反映,再現したもの を使用し,前述の被害区域に関する資料を参考に,弱風 化泥岩層,風化泥岩層と強風化泥岩層の境界部に想定 すべり面を設定する.斜面左右には底部と同じ幅の緩 衝領域を設けている.

解析で使用する各種材料パラメータを表-1 に示す. 表層の粘性土層及び強風化泥岩層に関しては,現地に て採取した試料を対象に,各種物理試験を実施した結 果を使用する.なお,実施した物理試験及び試験結果に 関しては,紙面の都合上割愛する.その他の各種物性値 に関しては,一般的な値を使用した.また,本研究では 地震動の繰返し載荷により徐々に強度が低下する挙動 を再現するパラメータを,既往の研究³⁾で解析対象地区 の地質と類似した地盤を対象に実施された,繰返し一 面せん断試験の結果を参考に,想定すべり面の材料に 対して設定した.

図-4 に解析時の入力地震波形を示す. K-net(白馬) にて観測された EW 波と NS 波の合成波を使用し,解析 断面方向に投影したものを有限要素分割図の下端全体 に一様に入力した.

4. 解析結果と考察

上記の動的有限要素解析の結果を示す.まず,解析終 了時における系上部の変形図,及び変形図中にて黒枠 で示した範囲の拡大図をそれぞれ図-5 に示す(強調倍 率 0.2 倍).図-5 上より,想定すべり面で大きく変形し,

キーワード 平成 26 年長野県北部地震,地すべり,FEM 〒376-8515 群馬県桐生市天神町 1-5-1 群馬大学大学院理工学府 TEL 0277-30-1621 上層の地盤が追随する形で斜面下部へ移動する様子が 確認された.次に,図-6に斜面上部(図-3A点)での水 平変位の時刻歴を示す.地震動の加速度が最大値を迎 える 5 秒付近で水平変位が増加を始め,その後も水平 変位が増加し続ける結果となった.これらの結果より, すべり面で強度低下(ひずみ軟化)が発生したことで, 応力が集中的にすべり面で発生し,上部の土塊を支え きれなくなり,地すべりが発生したと推察される.

また,想定すべり面において,地震動の繰返し載荷に よるひずみ軟化を考慮しない場合の解析を行ったとこ ろ,図-5 下及び図-6 より地震動の最大加速度が到来し た時点で斜面下部方向へ0.7m移動したが,その後水平 変位が殆ど変化せず,すべり面上の土塊が長距離移動 しないことが示された.この結果より,すべり面でのひ ずみ軟化による強度低下を考慮しない場合では,すべ り面上の土塊の滑動力に対する抵抗力が保持されて, 変形が抑制されたと考えられる.

5. まとめ

今回の解析対象地区では、すべり面と想定される箇 所でひずみ軟化による強度低下が発生したことにより、 上部土塊を支えきれなくなったことで地すべりが発生 した可能性があることが示唆された.ひずみ軟化のモ デル化に必要なパラメータをより適切に決定するため の試験等を、今後実施することが望まれる.

謝辞

本研究は新潟大学災害・復興科学研究所, 地震時再滑 動型地すべりの発生・運動機構と被害軽減 - 中越地震 と平成 26 年長野県北部地震による地すべりの比較研究



図-3有限要素分割図(8節点アイソパラメトリック要素)



参考文献

- 1) 姫川砂防事務所:平成 26 年度災害関連緊急地すべり対策 事業に伴う地質調査, 2015.
- 2) Wakai, A., Ugai, K., Onoue, A., Kuroda, S. and Higuchi, K. : Numerical Modeling of an earthquake-induced landslide considering the strain-softening characteristics at the bedding plane, Soils and Foundations, Vol.50, No.4, pp.515-527, 2010.
- 3) 篠崎智至・若井明彦・田中成季・深津貴之・西村友良・早田勉:凝灰質粘性土の軟化特性を考慮した地震地すべりの 地形・地質的検討,第52回日本地すべり学会研究発表会



図-2 対象とした地すべりの概形と解析対象断面



