

熊本地震における断層からの距離に応じた減衰を考慮した地震応答解析

群馬大学 学生会員 ○笛木 久美
 群馬大学 非会員 新島 悠斗
 群馬大学 正会員 若井 明彦
 弘前大学 非会員 檜垣 大助
 山梨大学 正会員 後藤 聡
 一般財団法人 砂防・地すべり技術センター 非会員 綱木 亮介

1. はじめに

2016年4月に熊本県で発生した地震により、益城町やその周辺の地域で甚大な被害が生じた。特に、熊本県中央を横断する布田川・日奈久断層帯周辺にて、家屋の倒壊や地すべり等の被害が多数発生した。南阿蘇村周辺の山地部では、多数の斜面崩壊が確認されている¹⁾。断層から距離が近いほど斜面崩壊や家屋倒壊が多く報告されているが、活断層から離れた地域では比較的被害が少ない(図1)。

以上より、本研究では、地形・地質条件や活断層からの距離を考慮した有限要素法による地震応答解析を行い、活断層からの距離を考慮した場合と考慮しない場合の解析結果を比較する。また、活断層沿いに被害が集中した地域の斜面群の崩壊発生場の予測を行う。

2. 解析条件

本研究の対象範囲は本震の震央から約30km離れた阿蘇村周辺の山地部の2.2km×2.8kmの範囲とする(図2)。本研究の対象範囲付近では、阿蘇山の噴火による火山灰質土が広く堆積している。解析に用いる物性値は、有限要素分割の簡略化を図るため、斜面崩壊が集中した範囲の地質である中期更新世の火山岩類の1種類のみとした。くわえて、20万分の1シームレス地質図(図3)と各参考文献²⁾をもとに決定した(表1)。有限要素分割を行うにあたり、50mDEMを元に作成し、海拔標高100mを底面とした。また、最下部の地層層厚については、底面である標高100mまでの分割で一定の厚さではない。地盤の構成則には

UWモデルを使用した³⁾。

また、断層からの距離を考慮した場合の入力地震波は、防災科学技術研究所の強震観測網KiK-netの益城観測所(図1)にて観測された地震波形(図4)を用い、距離減衰を考慮した。距離減衰式には、司・翠川(1999)の式(式1)を使用した⁴⁾。

$$\log PGA = 0.50M_w + 0.0043D + 0.61$$

$$-\log(X + 0.0055 \times 10^{0.50M_w}) - 0.003X \quad \cdots \text{(式1)}$$

上式の各変数は、観測された熊本地震本震のモーメントマグニチュード(M_w)、震源深さ(D km)、活断層からの最短距離(X km)である。以上に基づき、活断層からの距離に応じて解析範囲各地点での地震波の最大加速度を決定する。決定した地震波を入力地震波とし、解析モデル底面に入力した。また、活断層からの距離を考慮しない場合の入力地震波は、益城観測所で観測された基岩での地震波とする。

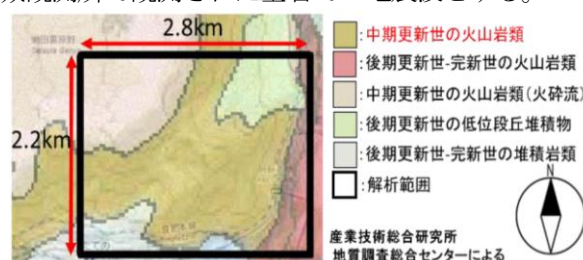
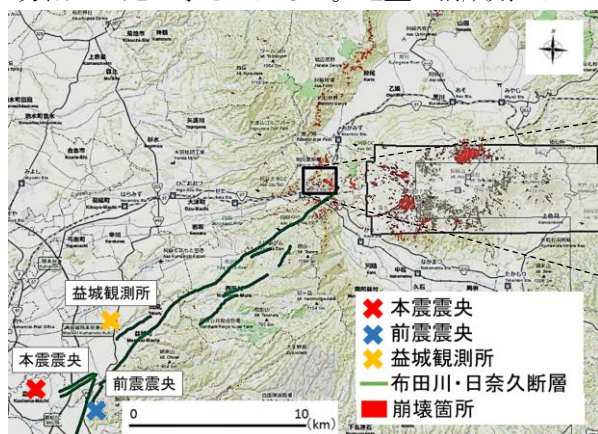
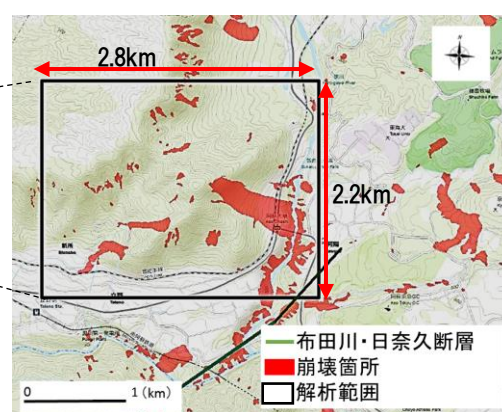


図3. 解析範囲における地質図

表1. 入力物性値と地層構造

物性値番号 material.dat	地表面 からの深さ [m]	ヤング率 E[kN/m ²]	ポアソン 比 ν	内部摩擦 角 φ[°]	粘着力 c[kN/m ²]	履歴パラ メータ b, γG0	履歴パラ メータ n	単位体積 重量 γ[kN/m ³]
中期更新世の 火山岩類	0~5	1.28E+05	0.40	30	10	2.7	1.60	19
	5~15	6.62E+05	0.35	40	100	2.7	1.60	20
	15~35	2.80E+06	0.30	45	1000	2.2	1.70	22
	35~75	5.50E+06	0.25	45	1000	2.2	1.60	22
	75~解析底面	5.50E+06	0.25	45	1000	2.2	1.60	22

図1. 断層位置と斜面崩壊箇所¹⁾図2. 解析対象地付近の斜面崩壊分布図¹⁾

キーワード 熊本地震, 有限要素法, 斜面,
危険度評価, 活断層

〒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

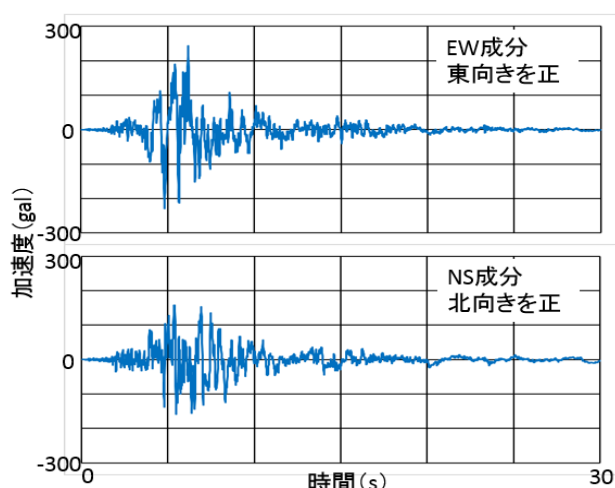


図 4. KiK-net 益城観測所にて観測された地震波形

3. 解析結果・考察

図 5 に活断層からの距離を考慮した場合の地表面の残留変位(以降、残留変位)分布図、図 6 に活断層からの距離を考慮しない場合の残留変位分布図を示す。

図 5 と図 6 を比較すると、どちらの場合においても残留変位が大きい箇所の分布は変化が見られなかった。しかし、活断層からの距離が遠くなるほど、残留変位が小さくなることが確認できた。

また、図 7 の残留変位と崩壊斜面を比較した図では、斜面崩壊の源頭部やその付近において残留変位が大きいことが確認できた。特に、残留変位が大きい図 7 の下部において、変位が大きい箇所と斜面崩壊の源頭部が一致している。しかし、解析範囲内において最も大きな崩壊が発生した斜面の源頭部付近において大きな変位が確認できなかったため、今後は、地形がより高精度に表現できる 25mDEM を用いて詳細に検討を行う必要がある。

4. まとめ

大規模な斜面崩壊を含む南阿蘇村周辺の山地部付近の範囲について活断層からの距離を考慮した地震応答解析を行った。解析結果の活断層からの距離を考慮した場合の残留変位分布図および考慮しない場

合の残留変位分布図を比較すると、活断層から遠くなるほど、残留変位が小さくなることが確認できた。また、残留変位が大きい箇所と斜面崩壊の源頭部がおおむね一致しているため、一定の妥当性があると考ええる。

今後は、距離減衰式による違いを確認するため、異なる距離減衰式を用いた場合の解析結果と比較する。また、活断層からより離れた範囲についても検討を行う必要があるため、本稿の段階よりも広い範囲の解析を実施する。

参考文献

- 1) 国立研究法人防災科学技術研究所：熊本地震による土砂移動分布図(2016.6.27 更新)<http://www.bosai.go.jp/mizu/dosha.html>(閲覧日時：2016.01.10)
- 2) 北村和輝(2014)：伊豆大島近海地震(1978)により発生した斜面災害の広域的分布の再現，平成 25 年度群馬大学工学部社会環境デザイン工学科卒業論文 pp.10-11.
- 3) Wakai, A. and Ugai, K. (2004): A simple constitutive model for the seismic analysis of slopes and its applications. Soils and Foundations, Vol. 44, No. 4, pp.83-97.
- 4) 司宏俊，翠川三郎(1999)：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式，日本建築学会構造系論文集，第 523 号，pp.63-70.

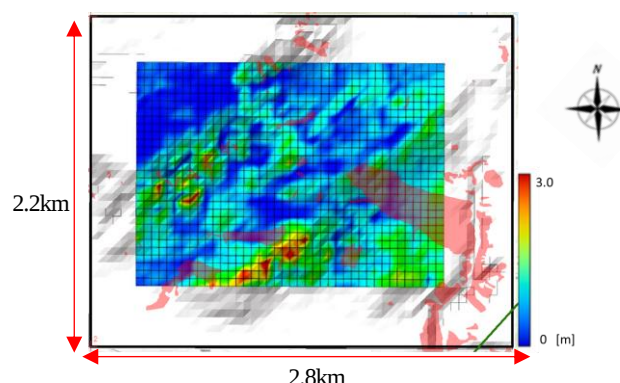


図 7. 断層からの距離を考慮した場合の地表面の残留変位分布図と崩壊斜面の分布(赤)¹⁾との比較(黒枠：解析範囲)

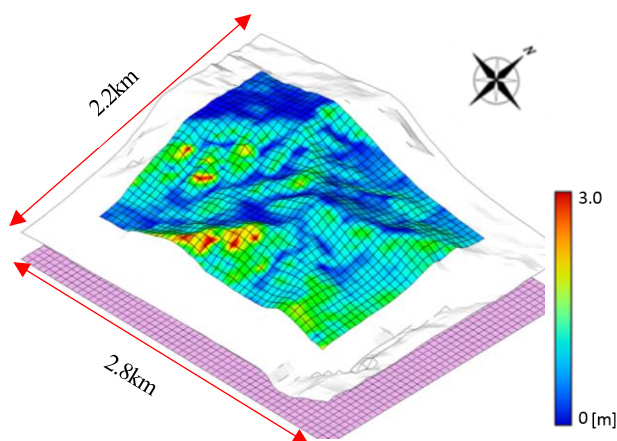


図 5. 活断層からの距離を考慮した場合の地表面の残留変位

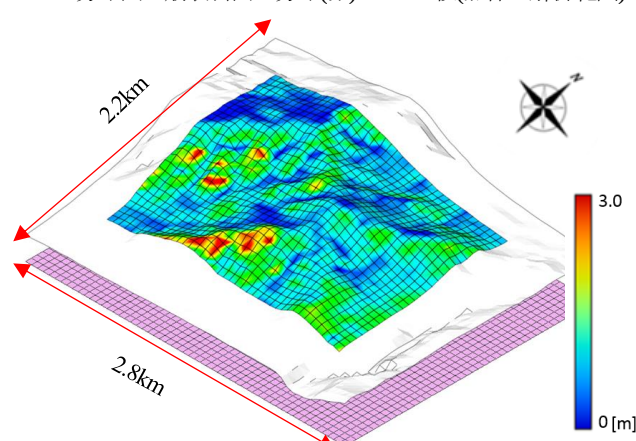


図 6. 活断層からの距離を考慮しない場合の地表面の残留変位