

群馬県多野郡を対象とする想定地震時の斜面崩壊による道路閉塞を考慮した孤立リスクの評価

群馬工業高等専門学校 学生会員 ○佐藤 景也, 齋藤 溪太
 群馬工業高等専門学校 正会員 井上 和真, 先村 律雄
 長岡技術科学大学 正会員 池田 隆明

1. はじめに

令和元年東日本台風(台風 19 号)の際, 群馬県の嬭恋村, 南牧村, 神流町では豪雨が原因の斜面崩壊に伴う道路閉塞により孤立が発生した. これらの地域では勾配が急である斜面が多く存在し, 地震時の斜面崩壊により再び地域の孤立が発生する可能性は十分にある. また, 県南部には深谷断層帯という活断層群が存在している(図 1). 本研究では深谷断層帯から近い神流町を含む多野郡を対象地域とし, 深谷断層帯の想定地震時の斜面崩壊による道路閉塞に伴う孤立リスクを評価する.

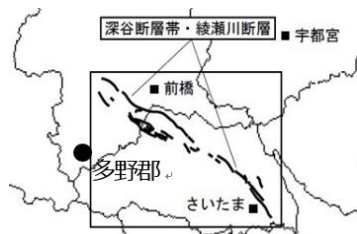


図 1 深谷断層帯と群馬県多野郡の位置関係¹⁾

2. 道路閉塞を考慮した孤立リスクの算出方法

既往研究では, 小野・本郷²⁾が地震時の斜面崩壊による道路閉塞に伴う孤立リスクの評価手法を提示している. この手法は, 対象地域の道路ネットワーク, 数値標高モデル, 地震動の PGA 分布より中山間地の集落の地震時の孤立可能性を道路ネットワークの非連結確率として定量的に評価するというものである. そこで, 本研究では小野・本郷の手法を用いて深谷断層帯の想定地震時の斜面崩壊に伴う道路閉塞を考慮した孤立リスク評価を行う.

3. 分析条件と計算結果

3.1 斜面勾配の算出

国土地理院の基盤地図情報サイト³⁾より, 多野郡周辺の基盤地図情報数値標高モデルをダウンロードする. このデータは xml 形式であるが, QGIS で容易に取り扱えるようにエコリスの「基盤地図情報標高 DEM データ

変換ツール Ver1.7.0」⁴⁾を使用して GeoTIFF 形式に変換する. 数値標高モデルより, QGIS 上の地形解析プラグインを用いて各地点の斜面勾配を求める.

3.2 想定地震における PGA 分布の算出

司・翠川の距離減衰式⁵⁾より, 深谷断層帯の想定地震における各地点の PGA 分布を求める.

$$\log_{10} PGA = 0.50M_w + 0.0043D + 0.61 - \log_{10}(X + 0.0055 \times 10^{0.50M_w}) - 0.003X \quad (1)$$

ここに, M_w はモーメントマグニチュード, D は震源深さ(km), X は各地点の断層からの最短距離(km)である. 深谷市建築物耐震改修計画⁶⁾をもとに深谷断層のモーメントマグニチュードを 7.1, 震源深さを 12.7km, 平井断層のモーメントマグニチュードを 6.8, 震源深さを 20.0km とする. また, 深谷断層は南西方向に 45°傾いていることを考慮して計算を行う. 道路部での PGA 分布最大値は 468.5gal, 平均値は 351.2gal となった.

3.3 想定地震時の斜面崩壊確率

対象地域の地震時の斜面崩壊確率 p を酒井ら⁷⁾の評価式で求める.

$$p = \frac{1}{1 + \exp\{-(-7.89 + 0.09\phi + 0.0019\alpha)\}} \quad (2)$$

ここに, ϕ は斜面勾配(°), α は PGA(gal)である. 斜面崩壊確率の計算結果を図 2 に示す. なお, 式(2)では斜面勾配が極端に小さな場合でも, 確率は小さいものの斜面崩壊が起こりうるという不自然な結果となる. そこで, Jibson ら⁸⁾を参考に斜面勾配が 10°未満の場合の斜面崩壊確率はゼロとする. 山間部の斜面勾配が大き

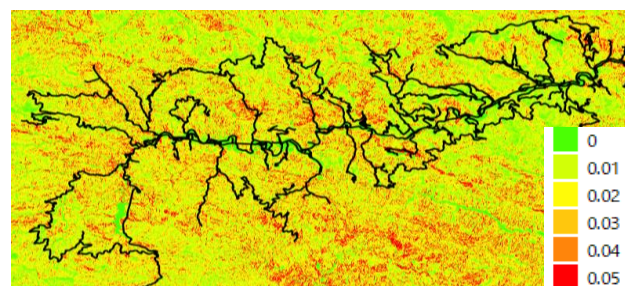


図 2 想定地震時の斜面崩壊確率

キーワード 斜面崩壊, 孤立リスク評価, 道路ネットワーク, 中山間地, 道路閉塞

連絡先 〒371-8530 群馬県前橋市鳥羽町 580 群馬工業高等専門学校 TEL : 027-254-9180 E-mail : inoue@cvt.gunma-ct.ac.jp

い部分では斜面崩壊確率が高く、平坦な道路部分では斜面崩壊確率が低いという結果になった。道路部の斜面崩壊確率を図 3 に示す。道路部での斜面崩壊確率最大値は 0.430、平均値は 0.010 となった。

3.4 想定地震時の斜面崩壊に伴う道路閉塞確率

斜面崩壊による道路閉塞確率を求め、結果を図 4 に示す。本研究の手法では、斜面勾配が大きく、長い道路ほど道路閉塞確率が高くなるという計算結果を示す。そのため、南北に位置する山間部の長い道路では道路閉塞確率が高く、対して、多野郡の中心部を通る幹線道路では道路閉塞確率が低いという計算結果になった。

3.5 PGA を一定とした場合と台風 19 号の被害の比較

PGA を対象地域内で 600gal と一定にした場合の斜面崩壊による道路閉塞確率を図 5 に示す。神流町の災害調査図⁹⁾によると、2019 年台風 19 号の際に豪雨が原因の斜面崩壊により通行不可となった道路は 19 本あり、そのうち図 5 において道路閉塞確率が 0.8 以上である道路は 14 本であった。また、PGA を一定にした場合の斜面崩壊確率が高い箇所と 2019 年台風 19 号の際に斜面崩壊が発生した箇所はおおむね一致していた。

3.6 想定地震時の道路ネットワークの非連結確率

モンテカルロ法によりネットワークの非連結確率を求め、結果を図 6 に示す。9 割以上のノードでネットワークの非連結確率が 0.6 以上となっており、多野郡全体が非常に孤立リスクの高い地域であることが分かる。

4. 今後の研究課題

算出した多野郡の地震時の孤立リスクと 2019 年の台風 19 号の被害より、近年懸念される複合災害への対策手法の考案に繋げる。

謝辞

本研究は、令和 2 年度 高専-長岡技術科学大学共同研究助成のご支援の下、遂行させて頂きました。

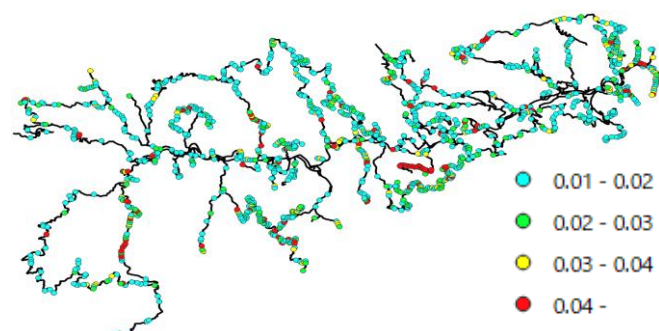


図 3 想定地震の PGA を用いた道路部斜面崩壊確率

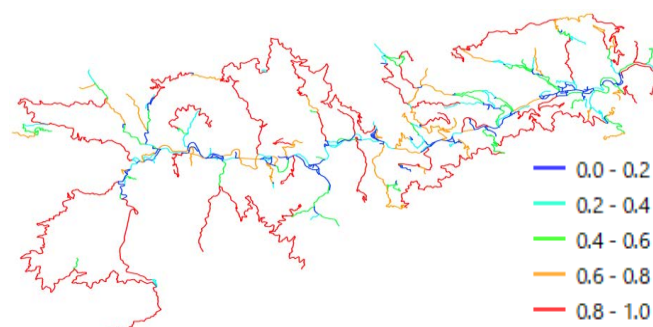


図 4 想定地震時の斜面崩壊に伴う道路閉塞確率

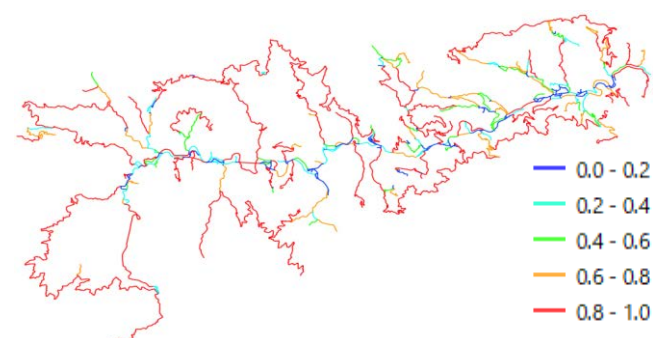


図 5 PGA を一定とした場合の斜面崩壊に伴う道路閉塞確率

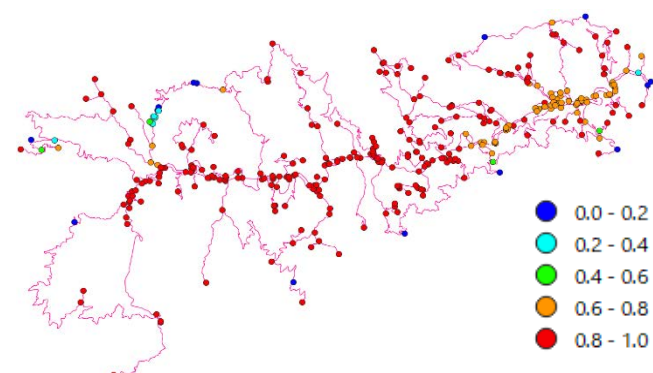


図 6 想定地震時の道路ネットワークの非連結確率

参考文献

- 1) 政府 地震調査研究推進本部ホームページ：
https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_katsudanso/f031_fukaya-ayasegawa/ (2020 年 10 月 8 日閲覧)
- 2) 小野, 本郷: 地震時の斜面崩壊確率に基づく中山間地の孤立可能性の定量化の試み, 地震工学論文集, 第 37 巻, Vol.87, No.4, pp.1313-I_319, 2018.
- 3) 国土交通省 国土地理院 基盤地図情報サイト：
<https://www.gsi.go.jp/kiban/> (2020 年 9 月 2 日閲覧)
- 4) エコリス 基盤地図情報 標高 DEM データ変換ツール：
<https://www.ecoris.co.jp/contents/demtool.html> (2020 年 9 月 2 日閲覧)
- 5) 司, 翠川: 断層タイプおよ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, 63-70, 1999.
- 6) 深谷市建築物耐震改修促進計画：
<http://www.city.fukaya.saitama.jp/shisei/keikakushisakuchosa/sisetukannri/1391400461151.html> (2020 年 10 月 12 日閲覧)
- 7) 酒井, 奥村ら: 地震時における斜面の簡易信頼性評価法に関する基礎的研究 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 69, No. 4, pp. I_142-I_147, 2013.
- 8) Jibson, Harp et al.: A method for producing digital probabilistic seismic landslide hazard maps, Engineering Geology, Vol.58, pp.271-289, 2000.
- 9) 神流町オフィシャルサイト：
<http://www.town.kanna.gunma.jp/> (2021 年 1 月 8 日閲覧)