

福島県の降雨ハザード評価と それに基づく斜面崩壊リスクの基礎的検討

日本大学工学部土木工学科 学生会員 ○山岸泰河 熊田稜, 正 中村 晋

1.はじめに

気象庁による最近の降雨観測データより100地点当たりの50mm/h以上80mm/h未満の「非常に激しい雨」、80mm/h以上の「猛烈な雨」の発生回数が増加傾向にある。降雨の増加に伴い、平成23年7月新潟・福島豪雨、平成27年9月関東・東北豪雨に、降雨を起因とする斜面崩壊が多発した。このような災害から施設や人命の安全性を確保する上で降雨を起因とする斜面崩壊のリスクの検討が必要であると考えます。

ここでは福島県の気候と地形の違いを考慮し、浜・中・会津の3地域について降雨ハザード評価を行い、地域ごとの降雨の特性を考慮した斜面崩壊リスクの検討を行った。

2.検討に用いた降雨観測情報の概要

福島県は奥羽山脈と阿武隈高地で分けられた会津・中通り・浜通りの気候と地形が異なる3地域に分類される。福島県では気象庁¹⁾の降雨観測地点が54地点あり、3地域の中で観測年数が多く、3地域の主要な都市として、図-1に示す相馬、小名浜、福島、郡山、白河、若松、南郷、田島の8地点を抽出した。その地点の降雨量データから時間降雨量データより、その年最大値、また連続した降雨群について時間最大降雨量と連続時間降雨量の関係を求めた。

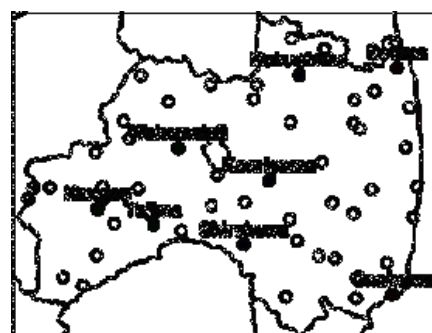


図-1 検討に用いた観測地点

3.福島県の降雨ハザードの分析

3.1 年当たりの時間最大降雨量の各地域の変化と違い

時間最大降雨量の年最大値に着目し、その30年間の変化より確率分布を求め、地点間の比較を実施する。その確率分布には極値分布のうち、最大値に着目したグンベル分布を用いる。一例として、福島における最近の30年、さらに10年ずらした3区間の年当たりの時間最大降雨量とその超過確率の変化を図-2に示す。ここで、同一の超過確率に対する時間最大降雨量は分析対象区間が新しくなるにつれ大きくなっている。超過確率0.5(2年に一度の降雨)に対する分析対象区間の地点毎の差異を明らかにするために、図-3に示す。各地域の確率降雨量は分析対象区間が新しくなるにつれ増加し、最近の分析対象区間では白河、小名浜、田島の3地点で大きな値となっている。

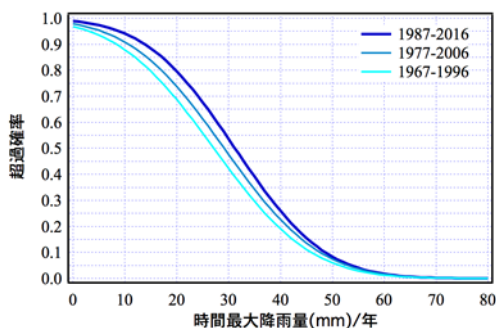


図-2 時間最大降雨量/年とその超過確率の関係の例(福島)

3.2 最大時間降雨量に対する連続時間降雨量の分布

最近の30年(1987から2016)における気象庁の降雨データより、斜面崩壊などの影響を及ぼす雨群の時間降雨量と連続降雨量の関係を把握する。

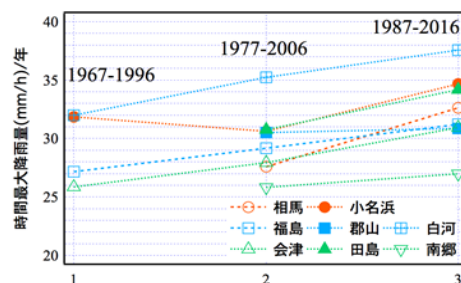


図-3 各都市の超過確率0.5に対する各地点の時間最大降雨量の変化

キーワード: 連続時間降雨量、時間最大降雨量、超過確率、斜面崩壊確率

連絡先 〒963-8642 郡山市田村町徳定字中河原1 Tel.024-956-8712

ここで、雨群とは雨が降り始めてから6時間以上中断する前の時間までに降った一連の雨のことである。その雨群における時間降雨量の最大値、つまり時間最大降雨量と連続降雨量の関係を求めた。その関係として、時間最大降雨にする連続降雨量は対数正規分布と仮定し、連続降雨量の中央値とその対数標準偏差を、時間最大降雨量が2.5mm 間隔で求め、図-4に示す。時間最大降雨量が大きくなるにつれ、連続降雨量の中央値も増加するが、時間最大降雨量が大きな値になると、必ずしも連続降雨量が大きくなるとは限らないことも分かった。その傾向には顕著な地域ごとの差異は認められない。

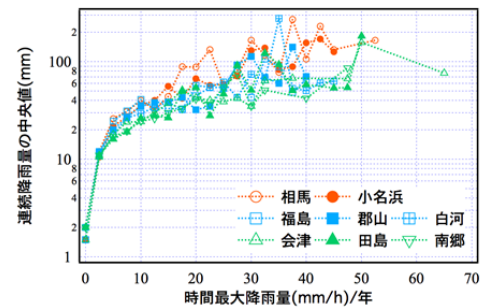


図-4 雨群に対する連続降雨量の中央値と時間最大降雨量の関係

4.モデル斜面の降雨による崩壊リスクの評価

4.1 斜面崩壊確率の求め方

降雨による斜面の崩壊確率は鈴木²⁾による斜面安定モデルと地下水位発生モデルを結合させた考え方にに基づき評価する。それは、図-5 に示す硬質な不透水層上の表層崩壊を対象とし、降雨は瞬時に浸透するという条件で底面におけるすべり安全率が1.0となる状態を崩壊と定義するすべり面の関係から崩壊確率を求める。崩壊に関する限界状態として、時間降雨量が r_c で且つ、連続降雨量が R_c となる状態としている。 r_c と R_c は式(1)、(2)および(3)より得られる。

$$r_c = JK_s \sin \theta \cos \theta / x \quad (1), \quad R_c = \omega' J \quad (2)$$

$$J = \frac{C / \cos^2 \theta - D \gamma_1 (\tan \theta - \tan \phi)}{(\gamma_1 - \gamma_2 + \gamma_w) \tan \phi - (\gamma_1 - \gamma_2) \tan \theta} \quad (3)$$

解析に際して、斜面モデルの諸定数を表-1 に示す。このパラメータは鈴木が用いた値を基本とし、崩壊の生じる表層厚さは1.0m、斜面長は10m および斜面の勾配は40度とした。この条件に対して得られた時間最大降雨量の限界値 r_c は10.0mm、連続降雨量の限界値 R_c は25.0mmとなった。時間降雨量是对数正規分布を仮定しているため、時間最大降雨量が10.0mmを超える連続降雨量に対して、連続降雨量の限界値を超える確率が斜面の崩壊確率となる。

3.2 節で求めた時間最大降雨量と連続降雨量の特性値である中央値(λ)と標準偏差(σ)より、その確率を求め図-6 に示す。勾配が40度と急勾配で、図-5 のような表層モデルを仮定していることから、時間最大降雨量が10mmを超えるといずれの地点でも崩壊確率は50%を超えている。時間最大降雨量が10mmを超えた後の崩壊確率は会津地域より中通り、浜通の方が大きな値となっている。

5.まとめ

ここでは、福島県の各地域の降雨特性を考慮した斜面崩壊確率を求め、リスクの評価を行った。超過確率によらず時間最大降雨量は最近の30年が過去の30年に比べて増加している。ここでは、降雨ハザードと斜面崩壊の fragility 特性の評価を試みたが、いずれにも課題が残されている。今後は、各地域の斜面の違いも考慮して崩壊確率を求め、より詳しい斜面崩壊リスクの評価をすることが必要である。

参考文献

- 1) 国土交通省・気象庁:過去の気象データ(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/index.php>)
- 2) 鈴木雅一:土質強度定数を用いた斜面崩壊発生限界雨量のモデル化、新砂防、Vol.46、No.6、pp.3-8、1991

表-1 斜面モデルの条件

不飽和土の密度	$\gamma_1 = 1.42 \text{ g/cm}$
飽和土の密度	$\gamma_2 = 1.76 \text{ g/cm}$
土層厚	$D = 100 \text{ cm}$
飽和透水係数	$K_s = 0.03 \text{ cm/s}$
有効間隙率	$\omega' = 0.13$
粘着力	$C = 20 \text{ g/cm}$
摩擦角	$\phi = 35^\circ$
斜面勾配	$\theta = 40^\circ$

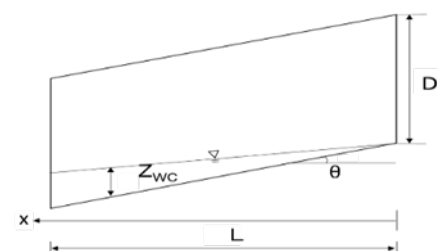


図-5 検討に用いる斜面モデル

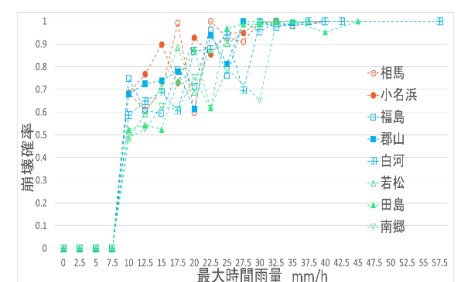


図-6 各地域の斜面崩壊確率