

降雨による地すべり斜面崩壊の予測

建設省山口工事事務所

同上

(株)計測リサーチコンサルタント

正会員 瀬戸口 忠臣

正会員 ○赤 星 剛

正会員 坂 田 直文

1. はじめに

道路管理者は、斜面崩壊を事前に察知し、通行規制などにより人的被害を未然に防ぐことが重要な責務となっている。しかし、崩壊時期の予測は相当困難であり、対応に苦慮しているのが実状である。本発表は、一般国道191号木与地区における地すべり斜面崩壊時の動態観測データをもとに、各種の降雨評価方法〔連続雨量・実効雨量・タンクモデル法〕と崩壊について関連性を探り、実用的な通行規制基準を検討したものである。

2. 地すべり箇所の地質概要と観測体制

一般国道191号木与地区は、山口県北東部の日本海沿岸に位置し、周囲を北長門海岸国定公園にかこまれた風光明媚な地域である。当地区(L=2.2KM)は、大規模な地すべり箇所を有する山地が道路に面し、過去に幾度となく地すべりが発生しており、連続雨量200mmで事前通行規制を行っている。

地すべり箇所における地質の成層は、上から礫混じり粘土(層厚8~9m)、強風化を受けた細粒花崗岩(層厚5~6m)と続いており、それぞれの地質境界がすべり面になっていると考えられる。

建設省山口工事事務所においては、地すべり挙動の監視を目的として昭和63年度から各種の観測計器を設置し(図-1)、観測データの収集を行っており、観測を開始してから現在に至るまで2度の地すべり斜面崩壊を記録した。今後予想される地すべり箇所全体の崩壊土砂量は約6万m³と推定される。

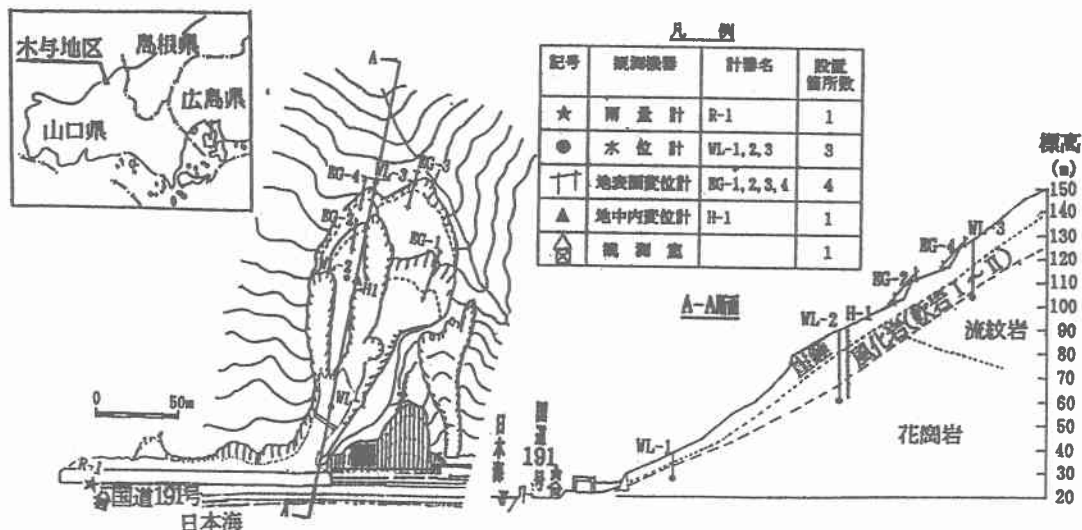


図-1. 木与地区の地形・地質概要と観測体制

3. 各種降雨評価方法と崩壊の関連

地すべりは、地形・地質の素因と降雨の誘因が複雑に絡み合って発生している。本研究においては、地すべり発生の誘因となる降雨に着目し、各種降雨評価方法〔連続雨量・実効雨量・タンクモデル法〕と地すべりについて関連性を探った。

3-1. 連続雨量と崩壊の関連

建設省が事前通行規制で用いている連続雨量とは、毎正時ごとの時間雨量を累計し、時間雨量が3時間続けて0mmになれば連続雨量がとぎれるとする考え方である。

図-2は、連続雨量の総降雨量値を時系列で並べたものである。崩壊時における総降雨量は145mmと105mmであり、いずれも通行規制基準値の200mmに達する前に崩壊が発生している。崩壊時よりも総降雨量が大きいかかわらず移動が発生していない連続雨量が4回記録されている。

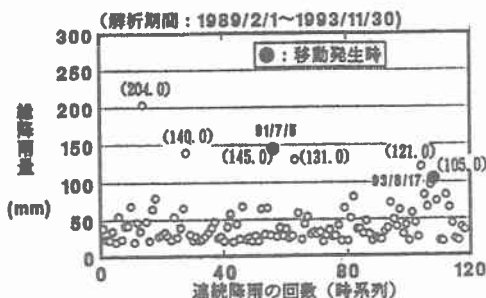


図-2. 連続雨量の時系列分布

3-2. 実効雨量と崩壊の関連

実効雨量は、土の水分状態を表す指標であり、幾つかの式が提案されているが、ここでは下記の式を用いた。

$$D(T) = D(T-1) \times \alpha + R(T) \times \sqrt{\alpha}$$

ここに、 $D(T)$: T 時の実効雨量
 $R(T)$: T 時の時間雨量
 α : 1時間単位の減少係数 $\alpha = 0.5^{\frac{1}{t}}$
 t : 半減期の時間

当該地区における半減期は、地下水位の変動に相関が高くなるようにシミュレーションした結果、3日とした。図-3に実効雨量値を時系列で並べているが、連続雨量に比べ2回の崩壊における値が際立つ結果となった。

3-3. タンクモデル法と崩壊の関連

タンクモデル法は、上下にならんだ数段のタンクを想定し、これらのタンクの貯留量で実際の斜面における土中水分量を表現し、崩壊発生の指標とするものである。通常タンクの各諸定数は、崩壊時における貯留量が際立つように決定するが、当地区においては地下水位の観測を実施しているため、地下水位の変動に追随するように各諸定数を決定した。構築したタンクモデルを図-4に、貯留量を時系列で並べたものを図-5に示す。



図-4. 木与地区タンクモデル

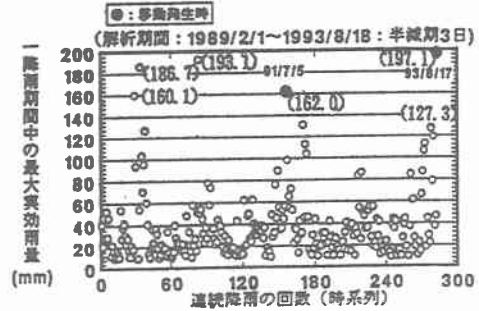


図-3. 実効雨量の時系列分布

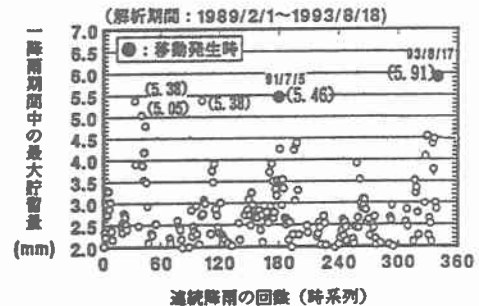


図-5. タンクモデル貯留量の時系列分布

4. 管理基準としての評価

通行規制をかける管理基準としては、①基準値に達する前に崩壊が発生しない、②崩壊が発生しないのに通行止めを行う回数を少なくする、③基準値を越えてから移動が発生するまでの余裕時間は短い方がよい、の要件が求められる。①を手遅れ率、②を空振り率で定義し、各降雨評価法の比較検討を行った。各降雨評価法とも基準値を低く設定すれば手遅れ率を0%にすることは可能であるので、手遅れ率を0%にして、いかに空振り率を低く押さえられるかが評価のポイントとなる。この観点から総合評価を行った場合、タンクモデルが最も有効性が高いと認められた。

期間: 1988/2/1~1993/8/18

降雨評価法	基準値	発令件数	手遅れ率(%)	空振り率(%)	移動開始余裕時間
連続雨量	200mm	1	100	100	手遅れ
実効雨量	160mm	5	0	60	3~9時間
タンクモデル	5.4mm	2	0	0	3~8時間

$$\text{手遅れ率(\%)} = \frac{\text{基準値未満で発生した崩壊件数}}{\text{発生した崩壊の全件数}} \quad \text{空振り率(\%)} = \frac{\text{基準値を越えたのに崩壊が発生しなかった件数}}{\text{基準値を越えた全件数}}$$

5. あとがき

5年間の観測データを基にして、木与地区における崩壊予測手法を検討し、事前通行規制基準としての有効性を評価した。その結果、現行の通行規制基準の問題点が明らかになるとともに、より精度の高い管理基準について提案することができ、一応の成果が得られたものと考えられる。いずれにせよ過去2回の崩壊データからの検討結果であるため、実際の運用にあたってはさらにデータの蓄積を行い、管理基準としての精度を高める必要があるものと考えられる。

<参考文献>

- 道上正規: 集中豪雨による崖崩れの発生予測に関する研究 (鳥取大学工学部研究報告 1981)