

局地的大雨に対応した事前通行規制基準の「時間的」・「空間的」高度化

藤本将光*・小山倫史**・鳥居宣之**

1. 研究の目的

豪雨時における国道を対象とした道路通行規制の発令には、事前通行規制区間において連続した時間雨量の累積を基準としているため、降雨特性に対応したきめ細やかな事前通行規制ができないのが現状である。また、避難警戒情報である土砂災害警戒情報は1時間積算雨量と土壌雨量指数を用いたスネーク曲線と、RBFNによる非線形モデルで発生限界線を設定した土砂災害発生基準線(CL)との関係から発令される。土壌雨量指数は地盤内の水分変動を表現する雨量指数であるが、そのパラメータは花崗岩の値を全国一律で用いている。しかし、道路斜面は多種多様な地形、地質構造、土質・岩質、地下水を有しており、斜面への豪雨時の雨水浸透および崩壊メカニズムを考慮することなく、降雨量の情報のみで斜面安定性および崩壊危険度の評価、予測は困難であり、同時に交通規制を発令・解除の適切な判断を行うこと難しい。そこで、本研究では、実際の雨量通行規制区間内の道路路面を対象とした斜面において現地計測を行った。得られた計測結果から現行の避難警戒情報、規制基準、規制事例を検証し、降雨特性(雨量、雨量指標)に加え、斜面の土中水分変動に応じた道路斜面の崩壊危険度評価に関する研究を行った。

2. 研究の方法

本研究では兵庫国道事務所管内における兵庫県洲本市に位置する国道28号線雨量通行規制区間(炬口区間)内の道路路面において現地計測を行なった。本区間の通行規制雨量は連続160mmである。テンシオメータより地盤内の間隙水圧、転倒ます式雨量計により降水量をそれぞれ測定した。計測機器の設置の際に予備調査を行い、3測線において簡易貫入試験等を行い、その結果、尾根に位置するB測線、若干の谷形状であるC測線の2側線を設定した。簡易貫入試験の結果に基づきNo.5, 6, 11(B側線)とNo.8, 9, 12(C側線)の計6地点において、多深度にテンシオメータを設置し、間隙水圧を計測した。測定した間隙水圧値を10分間隔でデータロガー(Campbell社, CR1000)に記録した。計測地点の位置を図-1に、各地点のテンシオメータの計測深度を表-1に示す。谷形状に当たるC測線の土壌深がB測線に比べて浅い場所が認められた。なお、現地計測で得られた雨量データにはデータ欠損が多かったため雨量データには気象庁洲本雨量観測所のデータを使用した。計測期間は2014年6月から12月である。

3. 得られた成果

(1) 雨量、気象情報、通行規制の発令状況

計測期間中において2つの降雨イベントの総雨量、降雨強度が大きく、土砂災害警戒情報等が発令された。警戒が発令された8/8~8/11, 10/13~10/14の降雨をイベント1, 2とする。イベント1では通行規制の発令はされなかった。図-1と図-2にイベント1, 2における雨量、土壌雨量指数、気象情報と通行規制の発令情報を示す。雨量は気象庁とテレメータの値を示した。また、通行規制で用いられる1時間雨量2mm以下が3時間継続した場合に連続雨量がリセットされた場合の積算雨量を示した。

イベント1, 2の総降水量はそれぞれ350.5mm, 296.5mm、降雨ピークはそれぞれ42mm/h, 80mm/hであった(気象庁データ: 図-1a, 図-2a)。イベント1は降雨のまとまりがふた山に分かれており、リセット基準を用いた場合の総雨量は前半が157mm、後半が193mmとなった。通行規制に用いられるテレメータの計測値では前半が102mm、後半が133mmとなり、規制基準の連続雨量160mmを超えておらず通行規制はされなかった。しかし、リセットがなかった場合には連続上要は236mmとなり大規模な降雨イベントであったといえる。イベント2は降雨ピークが80mm/h(気象庁データ)を記録する短期間の集中豪雨であった。気象庁、テレメータの値はともに2014年10月13日18時に連続雨量が160mmを超え通行規制が行われた。また、土砂災害警戒情報の発令は通行規制の前になさ

*立命館大学・准教授, ** 関西大学・教授, ***神戸市立工業高等専門学校・教授

れた。これらの結果は計測雨量の場所によって総雨量が異なること、また、積算雨量の算出方法によって降雨規模の評価が異なることを示しており、道路等の保全対象がある場合には観測体制を整える必要があることを示していることが考えられる。

(2) 間隙水圧値の変動

イベント 1, 2 における間隙水圧値の最大値を深度ごとに比較すると、比較的浅い 20cm, 40cm, 60cm は正圧値が 40cmH₂O 以上に上昇せず、それに対し、比較的深度の深い 100cm, 150cm, 200cm は最大で 87cmH₂O 上昇した。このことから、比較的浅い深度では間隙水圧値の上昇が一定以上進行せず、深度によって、間隙水圧値の最大値に違いが表れた。イベント 1 では、降雨の初期に間隙水圧値が正圧値に上昇し、正圧値に近い値を保ったまま 8/9~8/10 の降雨により再び正圧値に上昇している。間隙水圧が正圧に上昇すると斜面崩壊の危険度が高くなると考えられていることから、イベント 1 では、長時間にわたって間隙水圧値が高く、地下水位が上昇しており、土砂災害の危険性が比較的高かったと考える。

イベント 2 では、イベント 1 と同様に降雨の初期に間隙水圧は正圧に上昇し、No.6 地点の 100cm と 200cm ではイベント 1 に比べて比較的高い値を取った。イベント 2 の No.6 地点の 100cm, 200cm の間隙水圧値は短時間の雨量に敏感に反応を示し、雨量ピーク時 (10/13 18:30) に同時にピークとなった。この結果から、短期間の高強度降雨では降雨に対して鋭敏な応答を示す比較的深い深度の間隙水圧値が危険度の評価に有効であることが示唆された。

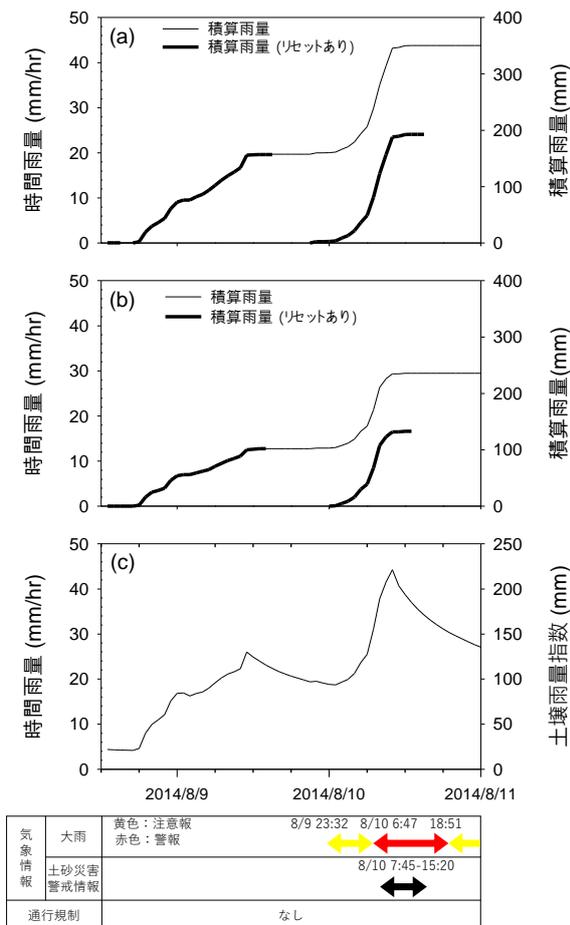


図-1 イベント 1 における雨量データ(a：気象庁，b：テレメータ)，土壌雨量指数と気象情報と通行規制の令状況

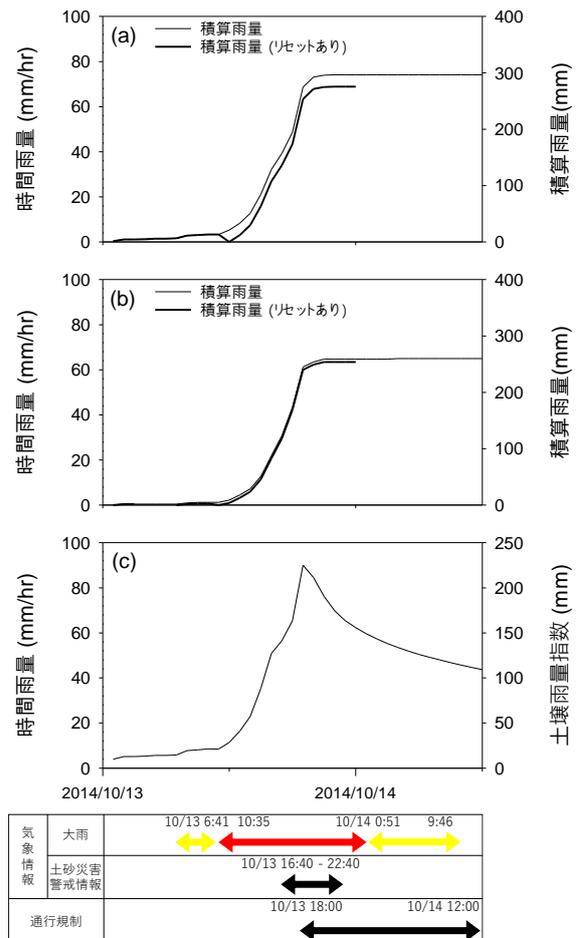


図-2 イベント 2 における雨量データ(a：気象庁，b：レーメータ)，土壌雨量指数と気象情報と通行規制の令状況