

第Ⅲ部門

現地モニタリングに基づいた道路規制基準の検討

神戸大学大学院	学生会員	○渡邊 義裕	立命館大学	正会員	藤本 将光
関西大学	正会員	小山 倫史	日本工営		徳永 博
日本工営	正会員	倉岡 千郎	建設技術研究所		小林 猛嗣
アーステック東洋		中井 卓巳	アーステック東洋	正会員	丸木 義文
計測技研	正会員	安藤 貴志	立命館大学	フェロー	深川 良一

1. はじめに

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事前通行規制ができないのが現状である。本研究では、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、安全かつ最小限の事前通行規制基準の検討を行う。

2. 現地計測方法

本研究では兵庫国道事務所管内における国道 28号炬口区間の道路法面において現地計測を行なった。テンシオメータにより地盤内の間隙水圧、転倒ます式雨量計により降雨量、水位計により地下水位をそれぞれ測定した。本計測では、簡易貫入試験地点 B,C 側線ごとに No.5, 6, 11 と No.8, 9, 12 の3地点に分け、多深度にテンシオメータを設置し、間隙水圧を計測した。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市雨量データを使用した。

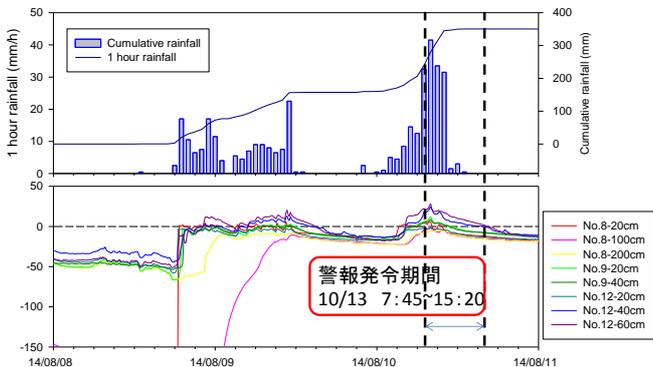


図1 イベント1における雨量とC側線の間隙水圧の変動

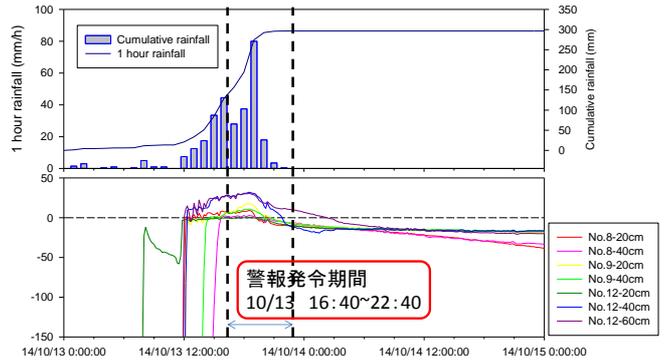


図2 イベント2における雨量とC側線の間隙水圧の変動

3. 解析方法

雨量と地盤内の間隙水圧のデータから土壌雨量指数, 1.5h実効雨量, 72h実効雨量, 斜面安全率の算出を行った。まず、土壌雨量指数を直列3段のタンクモデル貯留高の合計値(指数値)によって求める。

次に1.5h, 72h実効雨量を式(1)によって求める。 $R(t) = R_W(t) + \sum \alpha_{t-n} \cdot R_W(t-n)$  (1) ここで、 $\alpha_{t-n} = (0.5)^{n/T}$ :半減係数, T:半減期(1.5h, 72h),  $R_W(t)$ :時刻tの時間雨量(mm/hour),  $R_W(t-n)$ :時刻からn時間前の時間雨量(mm/hour)である。

斜面安全率を簡易 Bishop 法によって求める。円弧状のすべり面を仮定した上で、すべり土塊を鉛直方向の線分によって幾つかのスライスに分割し、各スライスのせん断力とせん断抵抗力を合算して円弧全体の安全率を求める手法であり、式(2)で表わされる。

$$F_S = \frac{1}{\sum W_i \sin \alpha_i} \sum \frac{c_i b_i + (W_i - u_i b_i) \tan \phi_i}{(1 + \tan \alpha_i \tan \phi_i / F_S) \cos \alpha_i} \quad (2)$$

キーワード 斜面崩壊, 現地モニタリング, 道路規制基準, 間隙水圧

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学 TEL078-881-1212

ここで、スライス  $i$  に対して、 $u_i$ : 底面に作用する正の間隙水圧 (cmH<sub>2</sub>O),  $W_i$ : 質量 (g),  $b_i$ : 水平幅 (cm),  $\alpha_i$ : 底面と水平面のなす角 (°),  $\phi_i$ : 内部摩擦角 (°),  $c_i$ : 粘着力 (gf/cm<sup>2</sup>) である。パラメータの設定は土質試験の結果に基づいて粘着力 20.4 gf/cm<sup>2</sup>, 内部摩擦角 40° と設定した。

8/8~8/11, 10/13~10/14 の降雨をイベント 1, 2 とする。土壤雨量指数と実効雨量からスネーク曲線を描いた結果を図 3 に示す。イベント 1, 2 総降水量 350.5mm, 296.5mm, 降雨ピーク 42mm/h, 80mm/h であり、イベント 1 は長期間大雨, イベント 2 は短時間大雨といえる。洲本市土砂災害警報基準値(土壤雨量指数 138)において、イベント 1, 2 の 1.5h 実効雨量は 37mm, 77mm, 72h 実効雨量は 212mm, 164mm となった。以上から短時間大雨か長時間大雨かによって降雨の指標値が異なり、降雨の特徴に応じた規制基準が必要となると考えられる。

イベント 1, 2 おける雨量, 間隙水圧を図 1, 2 に示す。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, 2 の正圧上昇時刻を規制基準として検討した。降雨時には間隙水圧値が正圧に至る時刻が早く、降雨の初期で規制の対象となり実際の運用では課題となる結果が示された。

イベント 1, 2 における土壤雨量指数と斜面の安全率の算出結果を図 4, 5 に示す。C 側線の安全率はイベント 1 において警報発令期間に 1 を下回り、イベント 2 においては比較的降雨の初期に 1 を下回った。この結果は降雨時に間隙水圧値が素早く正圧に達することに起因していると考えられる。また、B 側線と C 側線では安全率の値に差が認められた。集水性の地形要因、土層圧の違いが安全率の違いに現れており、規制基準において計測点の位置が重要な判断要因となることが示された。

### 5. 終わりに

本研究では、現地計測データ、解析データから斜面の土中水分変動に応じた事前通行規制基準の検討を行った。現位置のデータを取得することで、よりきめ細やかな規制基準を設けることが可能になることが示された。しかし、計測点のデータの代表性を含め、基準の設定、運用の在り方には議論を重ねる必要があると考えられる。

### 謝辞

本研究は国土交通省近畿地方整備局新都市社会技術創造融合研究会「降雨特性に応じた道路通行規制のあり方に関する研究」において実施したものである。ご協力を頂いた関係者の方々に謝意を表します。

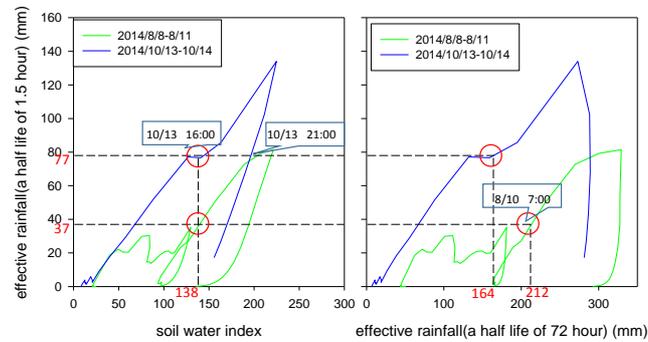


図 3 イベント 1, 2 におけるスネーク曲線

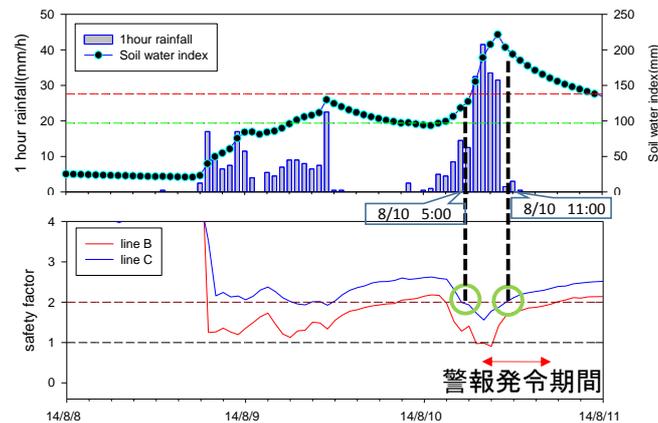


図 4 イベント 1 における土壤雨量指数と斜面の安全率の変動

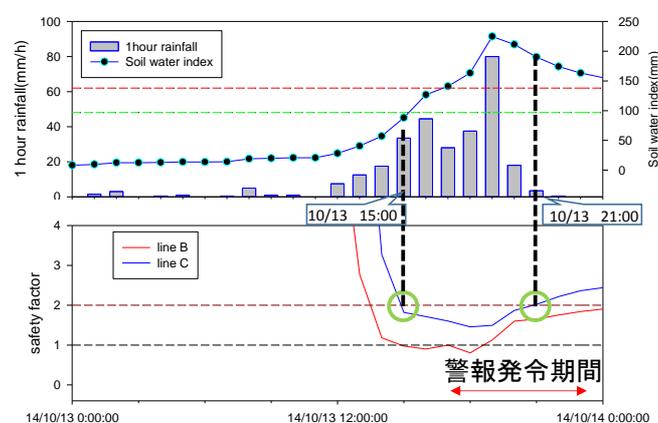


図 5 イベント 2 における土壤雨量指数と斜面の安全率の変動

## 4. 道路交通規制基準の検討

現地計測期間中において警報が発令された