

土壌雨量指数を活用した道路の事前通行規制手法の検討

土木研究所 正会員 ○加藤 俊二、正会員 東 拓生、正会員 佐々木 哲也

1. はじめに

道路においては、豪雨時の土砂災害からの道路利用者の安全確保を目的に事前通行規制行われている。これまで主として連続雨量法を用いた規制が行われているが、近年の集中豪雨や先行降雨の影響を踏まえた、効率的な通行規制手法が求められている。一方、気象・砂防分野における土砂災害警戒情報では、土壌雨量指数および時間雨量によるスネーク曲線が用いられており、各自治体において過去の災害の捕捉性を踏まえた CL (クリティカルライン) を設定して避難勧告等が行われている。道路の事前通行規制においても、土壌雨量指数-時間雨量を用いた方法の適用性検討が進められているところであるが、各自治体で設定している CL は比較的広範囲で設定されている場合が多く、道路被災箇所の局所的な降雨と乖離して捕捉できないような課題がある。また、土壌雨量指数-時間雨量の関係を用いて規制を行う場合には、気象条件によっては時間雨量が乱高下する場合もあるため、CL に対する超過での規制および解除の判断が難しいといった課題もある。

このため、筆者らは上記の課題を踏まえて土壌雨量指数を用いた事前通行規制手法の検討を進めており、降雨に対して土壌雨量指数を求める際の3つのタンクの挙動と道路における土砂災害の発生状況を分析し、土壌雨量指数-第2第3タンクの合計値を用いることで、先行降雨および短時間集中豪雨に対しても効率的に道路土砂災害に対する安全確保のための規制が行える可能性があることを確認した。本報はその概要を報告するものである。

2. 降雨に対する土壌雨量指数および各タンクの役割と挙動確認

土壌雨量指数は、図1に示すように3段タンクを用いて雨水の地盤への浸透および表面流出・地下流出をモデル化したものである。なお、土壌雨量指数の計算方法等の詳細については、気象庁のホームページ¹⁾を参照されたい。第1タンクは降雨を一時貯留して地表面流出と地中への浸透に振り分けており、地表の植生等による涵養的な役割も含めてモデル化したタンクと考えられる。また、第2タンクは表層部の浸透水の含水状態の変化をモデル化したもの、第3タンクは地盤の地下水の上昇および流出による減少をモデル化したものと考えられる。

図2は、降雨による土壌雨量指数および各タンクの動きをわかりやすく確認するために、時間雨量6mm(土壌雨量指数の計算上10分1mm計6mm)の降雨による土壌雨量指数および各タンクの変化を示したものである。土壌雨量指数の増加は、降雨(時間雨量)によるものでありそれ以外の要因で増加することはなく、まずは第1タンク(ST1)に蓄積される。また、前述のように第2(ST2)、第3タンク(ST3)は地盤内の水の状況を表しており、第1タンクに蓄積されていた水が、おおむね地盤に浸透するころに第2第3タンクの合計値が最大となり、土壌雨量指数とほぼ等しくなる。これらの関係から、土壌雨量指数に対する第2第3タンクの水量の占める割合が土中水分の影響、土壌雨量指数の増加が降雨強度の影響を表す指標となるものと考えられる。

ここで、事前通行規制を行うにあたっては、運用上通行規制の判断がしやすい挙動を示すこと、特に短時間集中豪雨に対しても対応が可能であることが求められる。図3は、集中豪雨、長雨による挙動の違いを確認することを目的に、異なる降雨強度で総雨量が同じおよび土壌雨量指数が同じ(図はいずれも150mm)になるまで降雨を継続させた場合の、土壌雨量指数-第2第3タンクの合計値の関係(スネーク曲線)を示したものである。総雨量が同じ場合、土壌雨量指数の最大値は降雨強度が大きいほど大きくなるが、土中水分の状況を表す第2第3タンクの合計値は、降雨強度が小さいほど大きくなり、長雨になるほど土中水分の影響が大きくなっていることがわかる。同じ土壌雨量指数まで継続した場合は、その傾向がより顕著に表れ、土壌雨



図1 土壌雨量指数の概念図¹⁾

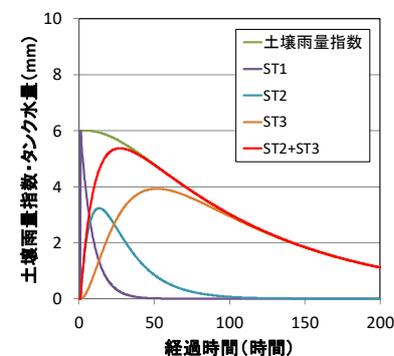


図2 土壌雨量指数および各タンクの挙動(時間雨量6mm)

キーワード 事前通行規制、土壌雨量指数、豪雨

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (国研) 土木研究所 土質・振動チーム TEL029-879-6771・FAX029-879-6735

量指数—第2第3タンクの合計値の関係をを用いることで、短時間集中豪雨型と長雨型の挙動の違いも判断できるものと考えられる。

3. 被災事例における挙動確認

平成20～23年度に切土のり面で発生した降雨による被災事例（被災により規制を伴った表層崩壊等18件：泥水の流出等の軽微な災害は対象外）について、実災害・実降雨における上記の関係を整理し、事前通行規制への適用の可能性について検討を行った。

ここでは、特徴的な事例として、図4に先行降雨が集中豪雨であったが崩壊等の災害は発生せず、その後の降雨での発災した事例（法枠を伴う幅50m高さ10m切土のり面が滑動）を示す。左図は1988年から発災までのレーダーアメダス解析雨量から求めた土壤雨量指数—時間雨量のスネーク曲線で、赤線が発災時連続雨量、青が発災前7日間の降雨履歴を示している。発災前の先行降雨は数時間で土壤雨量指数のピークとなっており、発災時の土壤雨量指数より大きくかつ時間雨量も大きい。この関係を用いて規制を考える場合には、先行降雨でも規制を行う必要がある。

一方、右図は発災前7日から発災時までの土壤雨量指数と第1タンクおよび第2第3タンクの合計値の関係を示したものの（左図の青線と赤線に相当）である。先行降雨は第1タンクの値が大きく、第2第3タンクの合計は発災時土壤雨量指数の1/3程度である。発災時の関係はほぼ逆転しており、第2第3タンクの合計が発災時土壤雨量指数の2/3程度のところで時間雨量20～30mmの短時間降雨で土壤雨量指数が増加して発災している。図5は他の被災事例もプロットして、土壤雨量指数—第2第3タンクの合計値の関係を整理したもので、それぞれの発災時土壤雨量指数で正規化したものである。いずれの災害も第2第3タンクの合計値がおおむね発災時土壤雨量指数の1/2以上で発災しており、長雨型や先行降雨型の災害は左上側の注意域から右上側の危険域への動きに対して、集中豪雨型は右下側から右上側の危険域への動きとなっている。また、右下側の注意域から、危険域を通らずに左上の注意域に抜けている発災していない図4の事例のような先行降雨も分離できており、この方法は短時間集中豪雨に対しての空振り規制の減少にも効果があるものと考えられる。

4. おわりに

本検討により、土壤雨量指数—第2第3タンクの合計値の関係をを用いて効率的な通行規制ができる可能性を確認できた。今後は、さらに自然斜面の災害事例も含めた検証を進め、規制手法の適用性・基準値の設定方法等の検討を行う予定である。

参考文献

- 1) 気象庁ホームページ： <https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/bosai/dojoshisu.html>

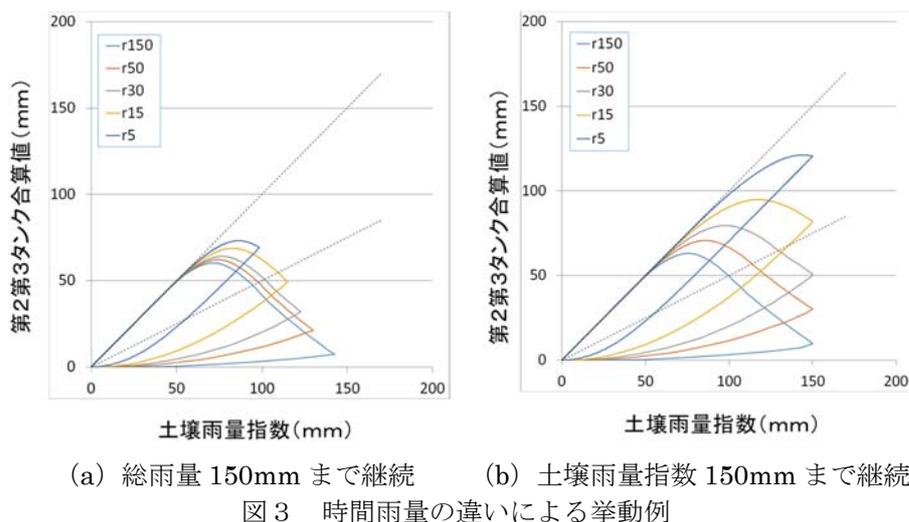


図3 時間雨量の違いによる挙動例

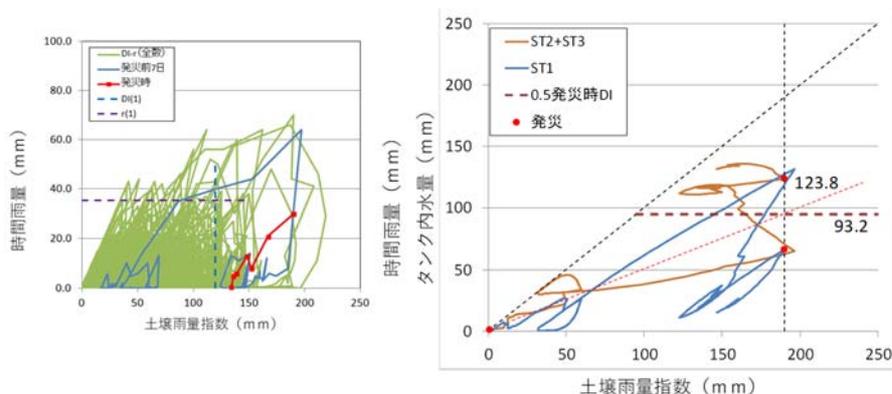


図4 実災害・実降雨による挙動整理事例

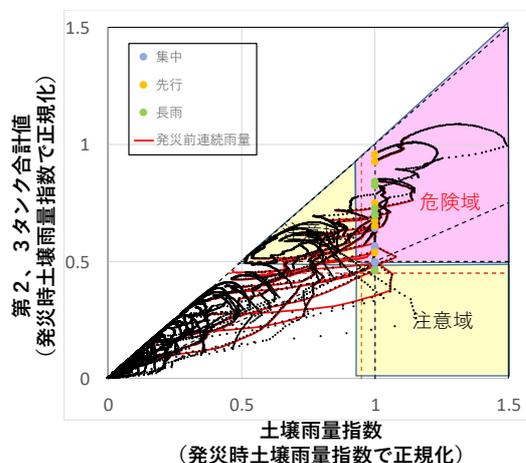


図5 被災事例の土壤雨量指数—第2第3タンクの挙動と通行規制のイメージ