

プロジェクト・研究成果の概要(1/2)

プロジェクト:「土壌水分を考慮した斜面監視システムに関する研究」

プロジェクトリーダー

・氏名(ふりがな):岸田 潔 (きしだ きよし)
 ・所属・役職:京都大学大学院 工学研究科 都市社会工学専攻 教授

研究期間:令和3年12月~令和4年3月

プロジェクト参加メンバー(所属団体名のみ)

学:京都大学,神戸市立工業高等専門学校,関西大学,立命館大学,
 産:(株)アーステック東洋,iシステムリサーチ(株),(一財)地域地盤環境研究所,(株)エイト日本技術開発,応用
 地質(株),(株)ダイヤコンサルタント関西支社
 官:国土交通省近畿地方整備局,近畿技術事務所,兵庫国道事務所,京都国道事務所,大阪府,京都市

プロジェクトの背景・目的(研究開始当初の背景、目標等)

事前道路通行規制の在り方については,共通して「降雨」だけでなく「地下水の状況(土壌水分)」も考慮に入れるべき,と提案されている.しかし,土壌水分量指数が対象とする地山(管理すべき法面)の不安定化メカニズムを説明できるパラメータとなっているか否かは明らかにされていない.そこで,本プロジェクトの目標は次の二点である.地域の地盤特性を反映した近畿ローカル(サイトスペシフィック版)な土壌雨量指数決定法の確立を目指すこと,また,地下水と降雨量をパラメータとした室内実験を行い,現地での計測の妥当性を検証しつつ,土壌土分量指数と地下水の関係性を明確にすること,である.

プロジェクトの研究内容(研究の方法・項目等)

本プロジェクトでは,斜面内の水分を考慮する斜面監視システムを構築するために,異常気象時通行規制区間において,気象庁発表の土砂災害警戒情報の考え方を基とした通行規制・発令の解除システムの構築を進めている.これに先立ち,下記の三つの課題を設定した.

設定した課題と研究内容

1. モニタリングによる土壌雨量指数の妥当性把握と改善
 土砂災害警戒情報は,Ishihara and Kobatake (1979)の直列3段タンクモデルにより計算される土壌雨量指数と60分間積算雨量により描画されるスネーク曲線と,予め該当斜面の崩壊事例により定められた土砂災害警戒基準線との関係から,警戒レベルが設定される.同タンクモデルでは,全国一律のパラメータを用いるため,異常気象時通行規制区間に応じた地質・岩質を考慮したパラメータへ修正した.パラメータの修正は,炬口(兵庫県・淡路島・花崗岩系),観音峠(京都府・堆積岩系)における近畿圏を代表する地質構造を有する斜面において実施した,地下水,土壌水分に関する計測成果に基づいた.
2. 道路斜面に相応しい警戒基準の把握
 土砂災害警戒基準線(CL)は災害非発生降雨データに基づく.道路斜面の災害は,自然斜面と異なり,大小さまざまな崩壊規模に応じて生じる.また,規制区間における道路斜面は,未然に災害を防ぐため,対策工が施される.これらのことを考慮し,道路通行規制非発生降雨データに切り替えた「道路用CL」を新たに作成し,その手法を確立する.そこで,過去10年の異常気象時通行規制区間内における通行規制発令,解除事例の収集を行い,これに基づき,炬口地区において道路用CLを新たに策定した.また,対策工効果を加味した道路用CLの更新方法を検討するために,浸透流および円弧滑り統合解析による斜面安定解析を実施した.
3. 警戒体制の社会実装
 従来の連続雨量による通行規制・解除方法から,柔軟に,斜面内の水分量を考慮した監視方法へ移行するため,既存の土砂災害警戒情報を活用した,警戒体制の構築を進めた.さらに,本プロジェクトで構築した道路用CLに基づく監視システムを炬口において試行した.

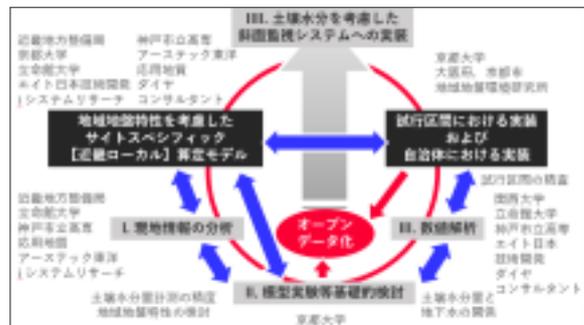


図1 研究体制

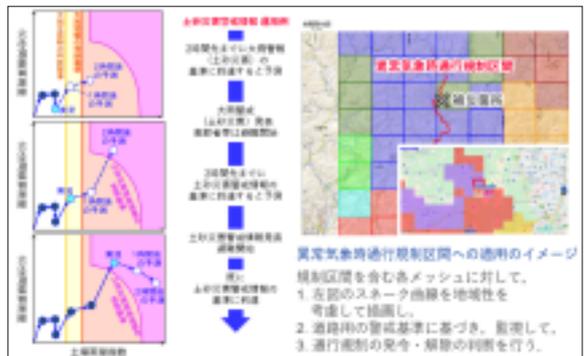


図2 実装イメージ

プロジェクト・研究成果の概要(2 / 2)

プロジェクトの研究成果の概要(図表・写真等を活用しわかりやすく記述)

設定した課題と研究成果

1. モニタリングによる土壌雨量指数の妥当性の把握と改善

- 異常気象時通行規制区間の 2 地区(花崗岩系 炬口地区, 堆積岩系 観音峠地区)において, 地下水, 土壌水分をモニタリングする計測システムを構築した.
- これらの計測成果に基づき, サイトスペシフィックなタンクモデルのパラメータを決定することを目的に, 炬口地区, 観音峠地区において, 体積含水率の応答とタンク貯留高の応答を一致させるパラメータを求めた. 観音峠地区においては, 従来のパラメータとの差が大きく, 多様な地質を有する計測サイトの拡充が必要である示唆を得た(表 1).

2. 道路斜面に相応しい警戒基準の把握

- 異常気象時通行規制の発令・解除に関して, 連続雨量と土壌雨量指数を用いた方法による規制時間の比較を行った結果, 土壌雨量指数による規制の方が, 規制時間が短くなる傾向がみられた.
- 二次元浸透解析および円弧滑り解析に基づき対策工効果を仮定して算出された安全率の推移を, スネークライン上で評価する方法を提示した(図 3). これに基づき, 2018 年 7 月の降雨においてスネーク曲線上の推移と現行の CL の超過状況を比較すると, 安全率 1 を下回ることがなく, 対策工効果を加味した災害非発生降雨データを収集できた. これにより, 現行の CL を更新する一手法を提案した.
- 道路通行規制非発生降雨データに基づく, 道路用の土砂災害警戒警戒基準線(道路用 CL)の策定を炬口地区において行い, 10 分間降雨を用いて 2 種類の道路用 CL を提案した. 結果, CL のみを用いて, 規制の発令・解除判断を行う場合, 過去の被災実績を包括しつつ, 「空振り」を回避した(図 4).

3. 警戒体制の社会実装

- 大阪府において, 既存の土砂災害警戒情報と従来の連続雨量による規制の発令・解除方法を併用する(表 2 実装段階 I.)ことで, 気象庁の土砂災害警戒基準に合わせた規制・解除体制を実現した.
- 炬口地区において, 2.で構築された道路用 CL に基づく専用の斜面監視システム(表 2 実装段階 III.)を構築した. 2021 年 8 月以降の大雨に対して監視データを蓄積した.
- 規制の発令・解除判断に関しては, 連続雨量と土壌雨量指数による規制の併用を行った場合, 規制時間の長期化が懸念される. そのため, 事前通行規制の時間的な適正化に向けて, 専用システムに基づく監視経験を引き続き蓄積する必要がある.

表 1 観音峠の計測結果に基づくタンクモデルのパラメータと Ishihara and Kobatake(1979)によるパラメータとの比較

Plot	Depth(cm)	$\alpha_1(1/hr)$	$\alpha_2(1/hr)$	$L_1(mm)$	$L_2(mm)$	$\beta_1(1/hr)$	RMSE
K2	30	0.01	2.90	51.1	60.9	0.00040	1.38
K2	60	0.05	3.00	52.0	60.9	0.00047	1.29
K3	30	0.01	3.00	45.0	51.3	0.00062	1.35
K3	60	0.99	2.60	42.0	56.5	0.00058	1.32
平均		0.27	2.88	47.5	57.4	0.00052	
花崗岩		0.1	0.15	15	60	0.12	

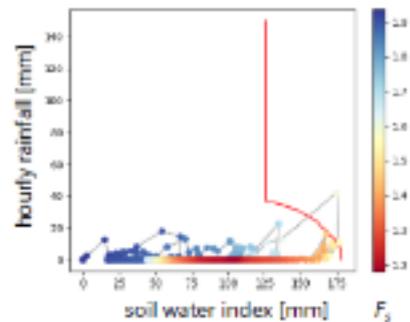


図 3 スネークライン上における安全率の推移

表 2 本プロジェクトで提唱する監視システムの段階

実装段階	監視システム	パラメータ 雨量活用	観測雨量活用 (連続雨量)	観測雨量活用 (予測雨量)	CLのタイプ
I	既存HP活用	×	△	△	砂防
II	専用	○	△	△	砂防
III	専用	○	○	○	道路

×: 取得不可, △: 既存HPを活用した手動取得, ○: 完全自動取得, 砂防: 従来の土砂災害発生危険基準線, 道路: 道路用の土砂災害発生危険基準線

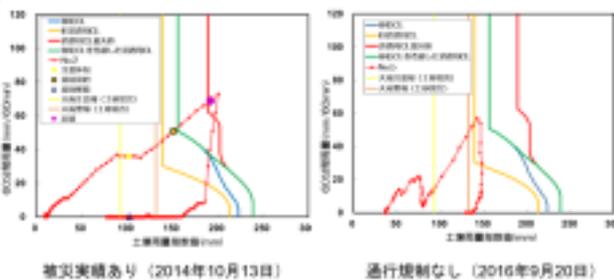


図 4 新しい道路用 CL と過去の被災実績の関係

本様式は中間評価・事後評価を公表する際に, 評価コメントと併せてホームページで公開します。本様式は成果報告書とともに, 中間・事後評価の重要な判断材料となりますので, ポイントを整理し簡潔な表現とし, ポンチ絵などを用いてわかりやすく記述してください。