

## 新しい土壌水分計を用いたのり面監視技術に関する検討

日本道路公団（JH） 試験研究所 正会員 天野 浄行  
 同上 正会員 松山 裕幸  
 同上 正会員 緒方 健治

### 1. はじめに

降雨によるのり面崩壊は高速道路本線のみならず、周辺地域にも大きな影響をもたらす。このため、降雨による災害の事例を収集し分析を実施してきた。一方、全国的に降雨時の通行規制基準の見直しが行われているが、のり面降雨災害のメカニズム解明、のり面保護工効果、及びのり面監視技術の開発が求められている。そこで、本研究では、のり面崩壊と飽和度の関係からのり面監視技術の開発を目的とする。本報告では、のり面監視技術として、崩壊前に斜面崩壊を予知できる可能性のある新しい土壌水分計の室内実験、現地計測、及びこの計器を用いたのり面監視技術について検討を行ったので報告する。

### 2. 降雨実験

実験は特定の降雨を与え、土壌水分計で土中水分の変化を計測した。土層は1m×1mの正方断面に高さ1mを確保し、一面をガラス面とした。（図1）この中に、今回使用した土壌水分計（ADR: Amplitude-Domain Reflectometry）を深度20, 40, 80cmに設置した。図2は降雨量と深度毎の体積含水率の変化を示す。ここでは、測定された土壌水分量を体積含水率に換算したものを使用した。降雨開始約1分後、深度の浅い方の計器から順に反応し始め、それぞれ急激な反応を示した。深度80cmの計器が反応した時点で降雨を中止し、さらに降雨開始から6分後に土槽内の止水栓を開け、排水状態とした。降雨中止後、深度の浅い計器では体積含水率が徐々に減少し始めた。深度80cmでは開栓と同時に体積含水率が減少しており、地下水位が影響したものと考えられる。降雨中止後の体積含水率の減少は上昇時に比べ極端に早かった。このことは、土中に水分が入るスピードは急速に起こるが、排出されるスピードは緩慢であることがわかる。

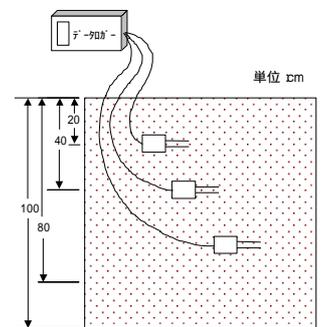


図1 ADR設置状況図

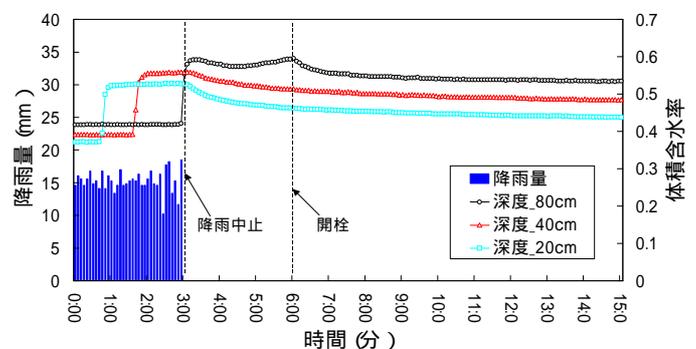


図2 降雨量と体積含水率の経時変化

### 3. 現地計測

降雨実験により土壌水分計での計測が可能であることが判明したことから、現地における計測を実施することとした。現地では土壌水分計（ADR）のほかに間隙水圧計、雨量計も同時に設置し、降雨に伴う地下水位の変動と土壌水分の変化を測定することとした。図3に計測器設置の模式図を示す。1斜面あたり上段、下段の2箇所計測器を設置した。計測データはロガーに蓄積し、一定期間でデータ回収を行った。計測した箇所は砂質土（第二東名の沼津地区）に2箇所、粘性土（中央道の上野原地区）に3箇所、礫質土（上信越道の佐久地区）に2箇所の計7箇所設置した。

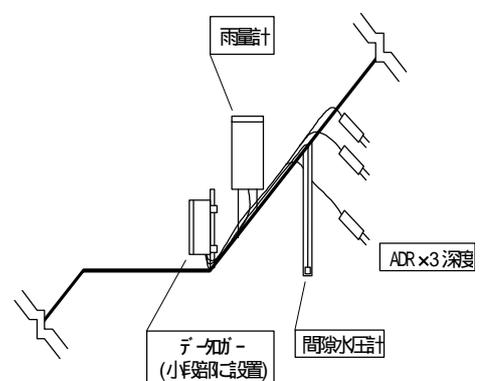


図3 現地における計測器

キーワード 降雨実験、のり面保護、土壌水分計、表層崩壊、飽和度

連絡先 :日本道路公団試験研究所 東京都町田市忠生 1-4-1 TEL:042-791-1621 FAX:042-791-2380

#### 4. 計測結果

図4に粘性土における計測結果を一例として示す。降雨と対応した飽和度の変動が確認された。これは他の計測箇所についても同じような変動が確認されている。このことは、今回計測に使用したADR方式による土壌水分の測定は、現場での飽和度を観測することが可能であると判断できる。

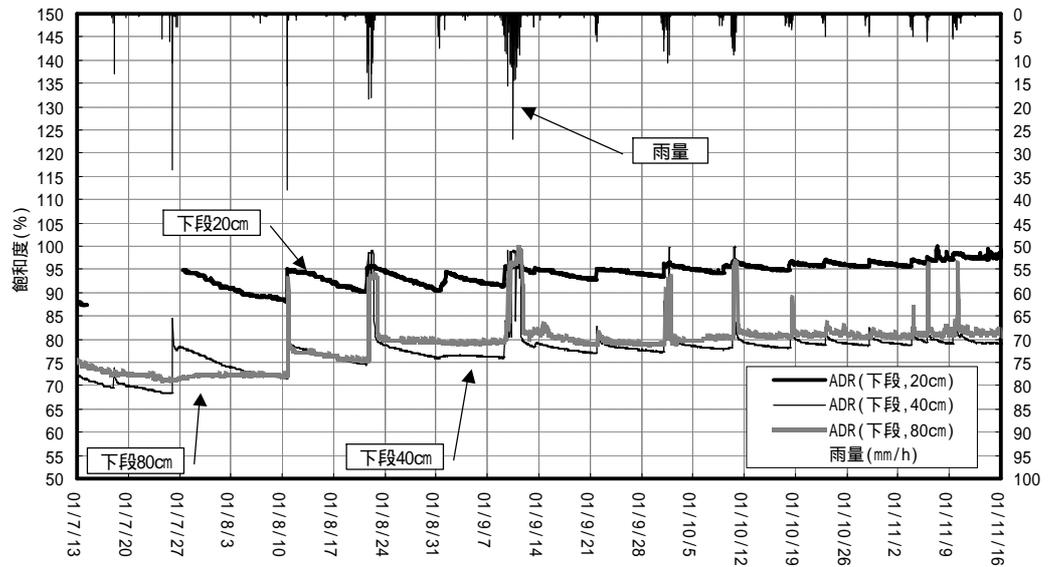


図4 粘性土における計測結果（抜粋）

#### 5. のり面監視技術の構築

今回開発したのり面監視手法は、危険度の高いのり面に対して、ADRを用いた土壌水分計、間隙水圧計及び雨量計を設置し、実測データを取り込みながら、数値解析により、のり面の安定性を予測するモデルを構築するものである。測定データのモデルへの導入については、実測雨量、実測体積含水率、実測水位とし、このうち実測雨量、実測水位は生データをそのまま使用できる。体積含水率は土壌水分計の測定データを用いる。解析に供するためには、体積含水率はサクションに変換する必要がある。体積含水率からサクションへの変換には、 $pF$ 試験によって得られる水分特性曲線を用いる。水分特性曲線はヒステリシスを持ち、給水過程と排水過程で異なる曲線を取るが、体積含水率の変動状況によると、実斜面では給水（飽和度上昇）は急速に行われ、排水（飽和度低下）は比較的ゆるやかに生じている。この点から排水過程の水分特性曲線を用いることが適当である。提供された実測データは数値解析を通して、時間と安全率を求める。図5に一例として時間と安全率の関係をグラフに示す。このグラフから安全率が回復する時刻つまり安全率が低下傾向から上昇傾向に変わる時刻を通行止め解除時刻として考える。今後は、現地の土壌水分変動データの蓄積とモデル精度向上により、土壌水分量の変動状況とのり面安定性の関係がより明らかになってくるものと期待されることから、土壌水分量によるリアルタイムなのり面安定性判定を行うことを目指す。

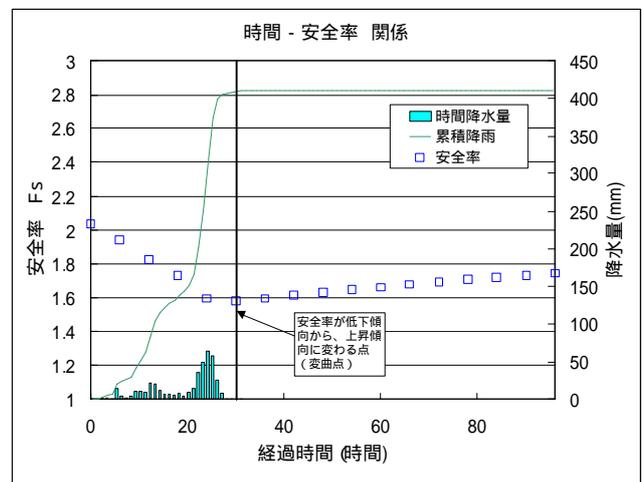


図5 安全率時系列変化にみられる基準

#### 6. おわり

ADR方式の土壌水分計によって実斜面での飽和度の測定が可能となり、のり面監視手法として活用できる可能性があることがわかった。今後はデータの蓄積を行い、モデルの精度向上を行い、モニタリングによるのり面安定性判定を目指す予定である。また、本検討では、計測したデータをロガーに蓄積する方式をとったが、今後は、管理事務所で計器データをリアルタイムに取り込み、降雨予測データを加え、数値解析により斜面崩壊時期を予測し、通行止めや解除の判断ができるのり面監視技術の構築を行う予定である。