

博士論文要旨

論文題名：斜面崩壊発生予測のための 超音波土中水分・水位測定システムの開発

立命館大学大学院理工学研究科
環境都市専攻博士課程後期課程

ふりがな ひらおか のぶたか
氏名 平岡 伸隆

我が国で頻発している降雨による表層崩壊を予測するためには、土中の水分および地下水位のモニタリングが有効である。原位置においてモニタリング計測を実施するためには、計測機器の価格、設置の容易さ、メンテナンスの頻度等を考慮する必要がある、これらにおいて優位となる現地モニタリング技術の開発が望まれてきた。そこで、筆者らは超音波を使った土中水分・水位モニタリング技術を提案した。

超音波土中水分・水位測定の原理は以下の通りである。物質を伝搬している超音波は異なる密度を持つ物質に当たると反射する。反射率は伝搬してきた物質と反射する物質の音響インピーダンス（密度×音速）の差に依存し、前者が空気（気体）、後者が土（個体）である場合には、ほぼ全反射を起こす。このとき、反射面となる土の凹凸により音波が散乱し、その程度によって反射波の強弱が決定する。土は水分量が増えると土粒子間に水膜を形成するため、ある面を切り出して考えると、土が湿潤状態になるほど、土粒子間の凹凸が減り、表面は滑らかになっていく。これと超音波が反射する際の散乱現象に着目し、水分量の検知を実現させた。また同時に反射波が戻ってくる時間を利用して水位変動を計測可能である。

本論文では、上記の超音波測定システムの実用化を目指し、測定器の開発、地盤に設置する検出器の最適な形状、温度補正機構の開発、周波数特性の検証といった基礎研究を始めとし、超音波測定によって得られる反射強度および伝搬時間を用いた崩壊の予測基準の設定、既存の測定器から得られる体積含水率や間隙水圧との比較および換算といった応用的な研究を系統的に実施した。また、原位置斜面に超音波測定システムを展開・運用し、有用性の検証と課題抽出を実施した。

実大スケールの屋内斜面崩壊実験の結果、既往の屋外水分量測定で使用される誘電率土壌水分計やテンシオメータ（間隙水圧計）と比較し、雨水浸透による水分上昇を検知し、また崩壊の前段階にあたる擬似飽和状態の検知、および斜面の安定性が危険状態にあるとされている完全飽和後の水位上昇の検知も成功した。

また、清水寺後背斜面を実験サイトとして実際に自然斜面で現地モニタリング計測を行った。その結果、大雨時の土壌内水分の変化および水位の上昇を捉え、屋外での超音波測定システムの有用性を確認した。