

11 斜面土層中における地中水の挙動について

○国立防災科学技術センター 寺島 治男
筑波大学環境科学研究科 菊野 秀之

1. はじめに

山国である我が国において、斜面崩壊の発生によって受ける被害は大きく、その発生機構および防止対策は重要な社会・環境問題となっている。斜面崩壊は降雨が引き金となり発生するケースが多く、降雨に伴って起こる地中水の動きを把握することは、斜面崩壊の防止対策における基礎的、かつ重要な情報を提供することになると思われる。本研究においては、斜面崩壊の中でも発生頻度の高い表層崩壊を想定し、透水性の異なる二つの土層（上層が砂、下層が混合土）を有する方形台形の実験斜面を用いて降雨実験を行い、斜面土層中の地中水の挙動を把握することを、主な目的とした。

2. 実験方法

実験は、国立防災科学技術センター内、大型降雨実験室の設備、装置を使用し行った。降雨実験は1回の予備実験に引き続き降雨強度15・25・35・45 mm/hの4ケースについてそれぞれ2回ずつ行った。また日間断続的に降雨を行う連日降雨実験を15と45 mm/hにおいて、各1回行った。また、観測井・ピエゾメーター・テンシオメーターの埋設の様子を図-1, 2に示す。

3. 実験結果

今回の研究の結果、以下のことがわかった。

いかなる降雨条件においても地中水は、土層境界面へ上方と斜面の内側から集中し、かつ土層境界面に沿うように斜面下方へ移動する（図-3）。ただし上層中において、降雨強度が小さい場合、地中水は鉛直浸透成分が大きく、降雨強度が大きくなるにつれて、斜面の表層部に側方流成分が生じ、それがさらに土層境界面付近の側方流成分と呼び合うように増大し、上層中に大きな側方流成分が生じる結果となる（図-4）。下層中には図-5に示すような形状に地下水体が成長する。この地下水体の成長において、斜面内部では地下水位の上昇開始ま

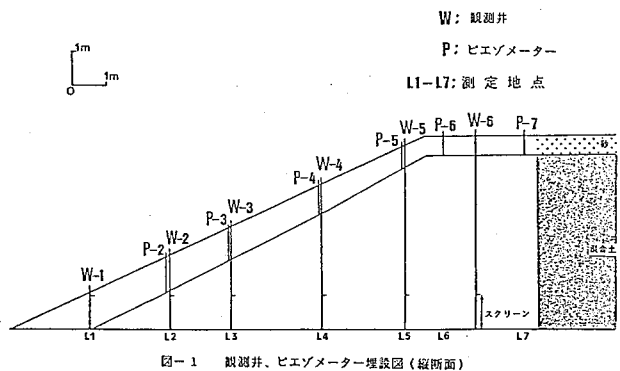


図-1 観測井、ピエゾメーター埋設図（縦断面）

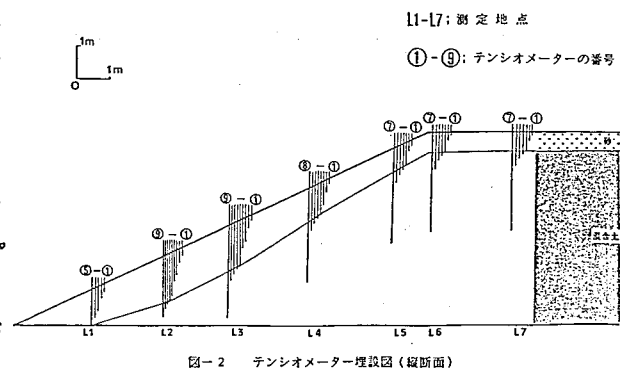


図-2 テンシオメーター埋設図（縦断面）

では時間がわかるが、一度上昇を始めると、急激(3~6 cm/min.)に上昇する。さらに、下層中に存在している地下水体とは分離して斜面上部の土層境界面上に地下水体が生じた。また天端から斜面へ移り変わる部分において、地中水の集中によるものとみられる return-flow やバイブの発生が見られた。このことより、天端の砂層から斜面の砂層へ地中水が移動していること、つまり天端が斜面への地中水の集水域としての能力を持っていることが判った。この他、連日降雨を行うと全ての水文学的応答が早くなること。砂層中を別とすれば、大まかな地中水の移動形態は、降雨条件の変化の影響をさほど受けないことなどが判明した。

そして、これらのことより、降雨に伴う斜面土層中における地中水の挙動について、図-6にまとめた。実際は、今回の実験より判った、あるいは推測される事柄で、点線は、それ以外の理論、予想である。つまり雨水は、土層境界面付近に沿って速やかに斜面下部へ移動して行くものと、浸透により、前者よりはゆっくりと、斜面下部に存在している地下水体へ移動して行くものの、2つに大別できるのではないかと考えられる。なお、地中水の集中し易いところは、水みちなどができ、崩壊の発生し易い状態になると考えられる。

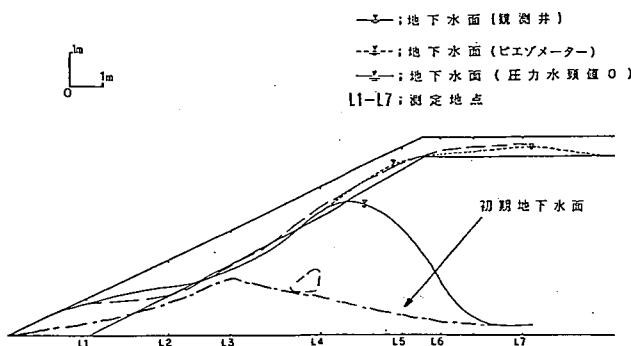


図-5 地下水位 (降雨停止時: 300分) 実験2 15mm/h

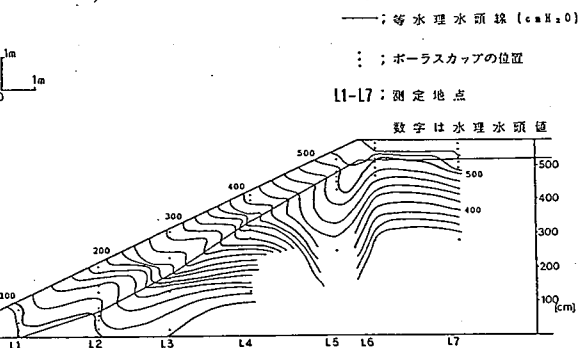


図-4 等水頭線図 (降雨停止時: 220分) 実験9 35mm/h

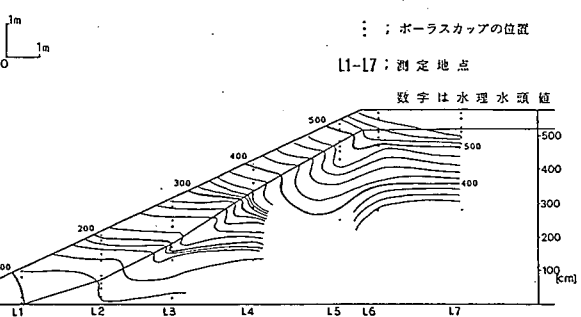


図-3 等水頭線図 (降雨停止時: 300分) 実験2 15mm/h

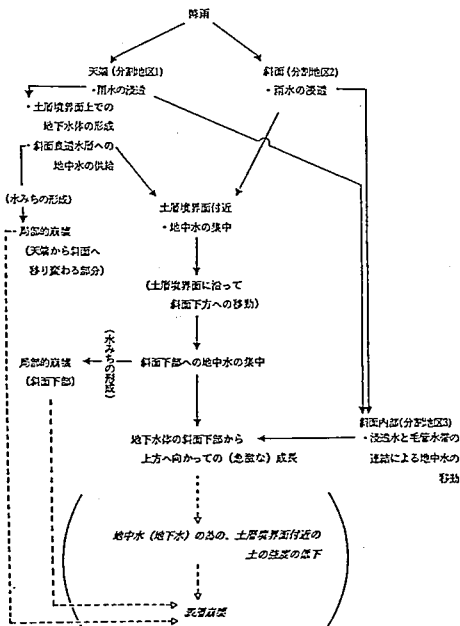


図-6 斜面土層中における地中水の移動の様子