

山地斜面における雨水浸透特性の調査法に関する研究

株式会社 阪神コンサルタンツ (正) ○江角 一真

鳥取大学工学部 (正) 榎 明潔 (学) Kokubu Arturo Ariel

1. はじめに 降雨時の斜面表層崩壊は雨水浸透に伴う間隙水圧の上昇が主原因である。表層崩壊のスケールは長さ 10m、厚さ 50cm 程度である¹⁾。山地斜面の雨水浸透特性を短時間で簡便に調べる方法は確立されていない。そこで我々が提案する現地透水試験方法を屋外土槽実験装置、室内実験装置および現地において行い、その結果をもとに斜面表層崩壊を対象とするスケールの透水係数を求める各透水試験方法を検討する。

2. 各透水試験方法 各透水試験方法として、サンプリングによる室内定水位透水試験(鉛直、基岩平行方向)、リング試験(鉛直方向)、真流速試験(鉛直、基岩平行方向)がある。室内定水位透水試験は直径 7.5cm、高さ 14.8cm のシンウォールチューブを用い、それぞれの方向にサンプリングした試料を脱気せず JIS 規格に準じた透水試験方法である。

リング試験は図 1 のように斜面を水平に削り、そこにリング(直径 15.0cm)を挿す。飽和浸透を保つため、リング内に水面がわずかに立つ程度に水を注ぎ続け、その水の浸透流量を調べる透水試験方法である。

真流速試験(鉛直方向)は図 2 のように斜面の一部を水平に削った部分にリングを挿し、穴を掘る。その穴にセンサーを挿し(h : 10~50cm)、リング試験と同様に水を注ぐ。注水開始からセンサーが水に反応するまでの時間を測定し、不飽和透水係数を求める。その後、水の供給を塩水の供給に替え、塩水に替えてからセンサーが塩水に反応するまでの時間を測定し、飽和透水係数を求める。

真流速試験(基岩平行方向)は図 3 のように斜面の上部、下部に 2ヶ所穴を掘り(L : 10~50cm)、上部と下部の穴の水位が等しくなるまで上部の穴に水を注ぎ続ける。水位が等しくなった後、上部に塩水を供給する。そして鉛直方向の真流速試験と同様に透水係数を求める。しかし、この方法では多くの時間と大量の水を必要とする。そのため、下部の穴に水を貯めず、上部の穴に注いだ水にセンサーが反応した段階で地盤が飽和したと考え、水の供給を塩水の供給に替え、透水係数を求める簡易な試験方法を用いることが多い。

3. 実験方法 図 4 に屋外土槽実験装置の概略図を示す。この実験装置は、図 5 に示すように、上部、下部水槽の水位を固定し、下部水槽の越流量を測定することによって、室内試験よりスケールの大きい透水係数を得ることができる(土槽定水位透水試験)。屋外土槽実験装置では、マサ土を試料として用い、ほぼ均一な地盤状態で各透水試験を行った。

室内実験装置は直径 7.5cm、高さ 100cm のアクリル円筒に屋外土槽実験装置と同じマサ土を使って各透水試験(鉛直方向のみ)を行った。

現地調査は 1999 年 6 月に斜面表層崩壊が起きた広島市において行った。

4. 実験結果・考察 鉛直方向の各透水試験方法は斜面表層崩壊のスケールとほぼ等しいが、基岩平行方向の各透水試験方法で斜面表層崩壊のスケールに準ずる透水試験方法はない。しかし、鉛直、基岩平行方向ともに、サンプリングによる定水位透水試験が JIS 規格に準じているため、定水位透水試験を現段階では各方向の透水試験方法の基準として用い、他の透水試験と比較、検討する。

リング試験は実験初期ではサクシオン、実験時間の経過とともに透水断面の広がり結果に影響すると考えられる。そこで、透水断面が広がらない室内実験装置を用いて、初期含水比が異なるマサ土でリング試験を行った。図 6 の室内実験結果から、サクシオンの影響は明確にできなかったが、透水断面の広がりが影響するこ



図 1 リング試験



図 2 真流速試験(鉛直方向)

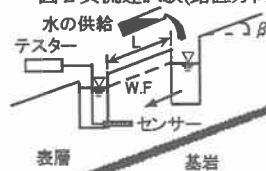


図 3 真流速試験(基岩平行方向)

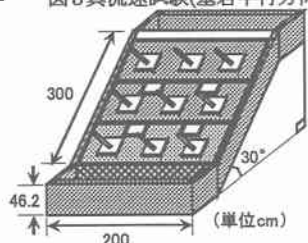
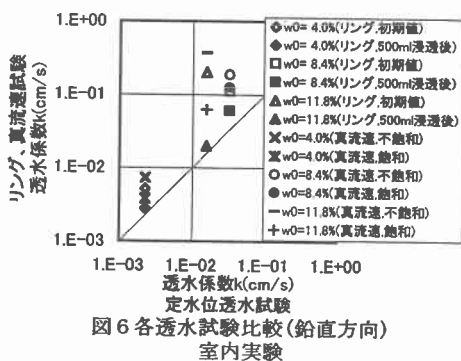


図 4 屋外土槽実験装置(概略図)



図 5 屋外土槽実験装置(断面図)

とは確認できなかった。また図 7 に示した屋外土槽実験結果から、屋外土槽実験では、サクシオンより透水断面の広がりリング試験結果に



影響する傾向にあるといえる。しかし、図 8 の現地調査の結果からはこれらの傾向をみることはできなかった。

不飽和真流速試験にはサクシオンが影響し、飽和真流速試験には初期含水比の影響がないと考えられる。そこで室内実験装置において、試料の含水比を調整して鉛直方向の真流速試験を行った。その結果、図 6 のように、不飽和真流速試験と飽和真流速試験、定水位透水試験の比較ではサクシオンの影響も定水位透水試験との関係も調べることはできなかった。しかし、飽和真流速試験と定水位透水試験を比較した場合、初期含水比に関係なく、飽和真流速試験結果が定水位透水試験結果の約 4 倍になった。屋外土槽実験、現地調査結果も同様に比較したが、サクシオンの影響も定水位透水試験との関係もみられなかった。基岩平行方向の真流速試験も鉛直方向の真流速試験と同様の検討を行った。しかし、図 9 に示す屋外土槽実験、現地調査の結果からは、サクシオン、初期含水比の影響も定水位透水試験との関係も得られなかった。

スケールの違いが透水係数に与える影響をサンプリングによる定水位透水試験と土槽定水位透水試験の結果から検討した。その結果、図 10 に示すように、両者の差はほとんどなかった。このことから、屋外土槽実験のように試料がある程度均一であれば、スケールの違いによる透水係数の差はほとんどないと考えられる。

5. 結論 今回の屋外土槽実験、室内実験から各透水試験方法にいくつかの傾向があることが分かった。しかし、現地調査からはそれらを得られなかった。また、基岩平行方向の各透水試験方法は対象とするスケールに準ずる試験方法がない。さらに降雨時の斜面表層崩壊条件との関係から、鉛直方向の透水係数は必要な値の範囲が降雨強度 $10 \sim 100(\text{mm/h})$ に相当する $2.7 \times 10^{-4} \sim 2.7 \times 10^{-3}(\text{cm/s})$ 程度に限られてくるが、崩壊条件に直接関係する基岩平行方向の透水係数は精度が良くなてはならない。これらは今後の課題として残る問題である。

参考文献 1) 榎明深：降雨時の斜面表層崩壊、土と基礎、vol. 5, No. 5, pp. 17~20, 1999

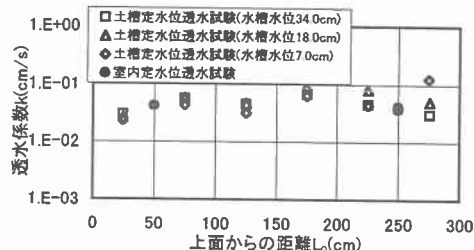
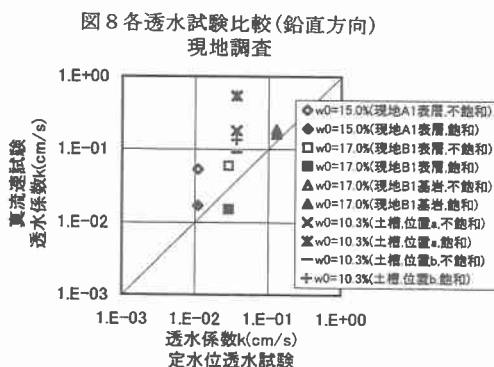
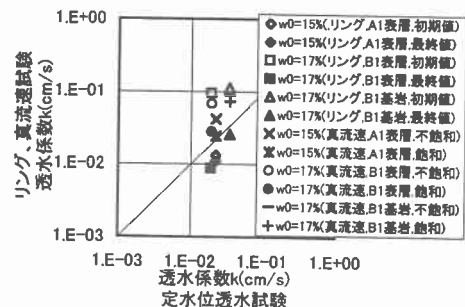
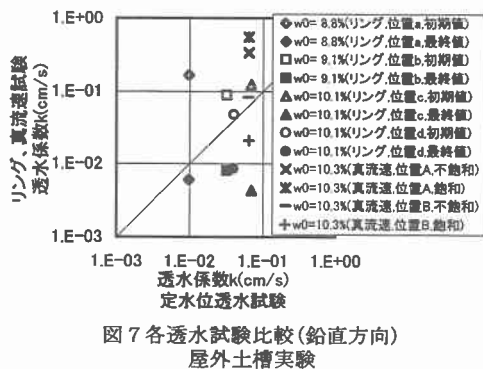


図 10 定水位透水試験結果 (基岩平行方向) 屋外土槽実験