

II-554

傾斜粗砂層による土壌水分移動の制御効果に関する検討

京都大学 学生員 平松 恒

京都大学 正会員 堀内将人

京都大学 正会員 井上頼輝

1. はじめに

通気層中に汚染物質が存在する場合、汚染物質の主な輸送媒体となる水分の上下方向への移動を制御する手法として、演者らは粗砂層挿入法⁽¹⁾を提案している。本研究では、その手法をさらに発展させ、粗砂層を傾斜させることによって水分を側方に排除し、より遮水効果を高める手法を提案し、その有効性を実験的に確認、検討することを目的としている。傾斜成層土壌中での水分移動に関する研究はまだ少ない。そのため、まず傾斜成層化による水分下方移動の制御効果を模型実験により確認し、その効果がどの様な要因によって変化するかを定性、さらには定量的に把握する必要がある。本研究ではその手始めとして、模型水槽を用いた傾斜成層土壌を作成し、傾斜粗砂層が持つ水分下方移動の制御効果を実験的に確認する。また、制御効果に影響を及ぼす要因として傾斜角と降雨強度に注目し、それらと傾斜粗砂層の遮水効果との関係について検討を加える。

2. 実験方法

試料砂（細砂（有効径0.16mm、均等係数3.18）・粗砂（有効径1.32mm、均等係数1.68））を模型水槽に層状に詰めて傾斜成層土壌を作り、乾燥状態の土壌に模擬降雨を与えた。実験装置の詳細は図-1に示す。実験は図-1におけるケース内左側15cm（以下、メインエリアと称す）に注目し、メインエリアの右側は左方からの水分排除層としての役割を持つ。また、成層土壌の傾斜角は、0度、5度、10度の3通りとし、模擬降雨はそれぞれについて、降雨強度20mm/h～87mm/hの範囲内で設定した。降雨は、浸透水が1層目の細砂層から2層目の粗砂層を経て、3層目の細砂層に達した（以下、「破綻」と呼ぶ）直後（実験①）、及び破綻して15分後（実験②）に停止した。降雨停止後24時間静置し、土壌高さ毎（約1cm刻み）に湿潤土壌の採取を行い含水率を測定した。

3. 実験結果及び考察

全体的にみて、降雨強度による含水率分布の違いはみられず、傾斜角の違いによる含水率分布の違いが顕著であった。実験①の含水率測定結果を、概略的にグラフに表したものを図-2に示す。この図から、上部細砂層では下方になるに従い含水率は増加するが、その増え方は傾斜角が大きいほど小さいことがわかる。また下部細砂層に注目すると傾斜角が大きくなるほど下方浸透量が小さくなっている。これらのことは、傾斜角が大きいほど水分排除効果、下方浸透制御効果が優れていることを示すものである。すなわち、傾斜角が大きいほど、降雨停止後の再分配期間に水分が鉛直下方だけではなく斜面方向にも移動するため、粗砂層による水分下方移動の制御効果が高まったと考えられる。

次に、実験①②の結果を降雨強度と破綻時間、降雨強度と下方浸透率の関係としてまとめた結果を図-3～

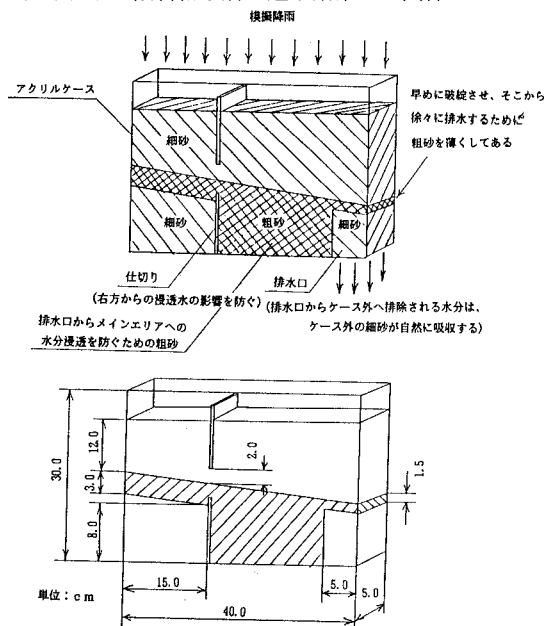


図-1 実験装置図

6に示す。ここで破綻時間とは降雨開始から破綻が起こるまでの時間を意味する。下方浸透率とは下部細砂層に到達した水分の総降雨量に対する割合を意味する。

図-3から、降雨強度が同じ場合、傾斜角が大きいほど破綻時間が長くなっている。また、傾斜角5度の場合は降雨強度20mm/h以下、10度の場合は45mm/h以下では本実験条件下（最大降雨量200mm）での破綻はみられなかった。傾斜角0度の場合、破綻までの総降雨量（降雨強度×破綻時間）は降雨強度に依らずほぼ一定の値（約40mm）となった。傾斜角5度では、降雨強度50～60mm/h付近からの破綻時間は0度とほぼ同じ値を示し始め、10度では、80mm/h付近から5度、0度とほぼ同じ値を示している。したがって、5度では50～60mm/h、10度では80mm/h付近に傾斜粗砂層による制御効果の限界があることが予想される。

図-4では、傾斜角0度の時の下方浸透率は非常に大きく、5度の値は10度の値よりも大きくなっていることが分かる。また、実験①の結果と実験②の結果を比較すると、実験①の結果では傾斜角の違いによる影響は見られないが、破綻後15分間降雨を継続した実験②の結果では、傾斜角5度では60mm/h、10度では80mm/hで下方浸透率が著しく高くなっている。

図-5は破綻して15分後に降雨を停止した実験②の結果を用いて、破綻後の下方浸透率をグラフにしたものである。傾斜角5度、10度とも制御効果が大幅に落ちており、特に5度は非常に高い下方浸透率となっている。よって、降雨中の制御効果は、降雨停止後の制御効果に比べて非常に低く、効果の低下は傾斜角が小さいものほど著しくなることが予想される。

4. おわりに

今回の実験から、粗砂層の傾斜化により、水分の下方移動がより有効に制御できること、またその制御効果は降雨強度（浸透速度）に大きく影響されることを示すことができた。

今後は実験装置をスケールアップさせ、現実の場での適用可能性についてさらに検討する必要がある。

〔参考文献〕（1）西谷他；土壌の水分と物質移動制御に有効な覆土及び粗砂層に関する考察、土木学会第45回年次学術講演会講演概要集，p. 973-974

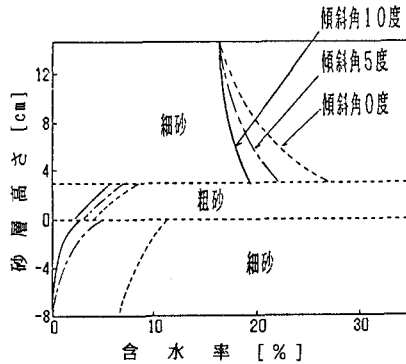


図-2 砂層内含水率鉛直分布の一般的傾向

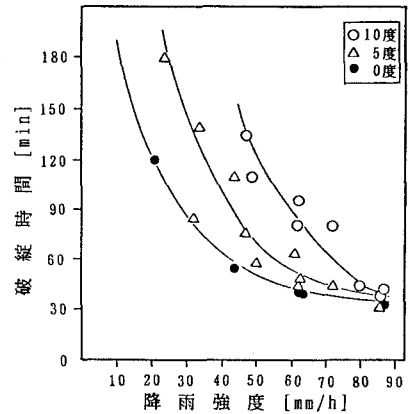


図-3 降雨強度と破綻時間の関係

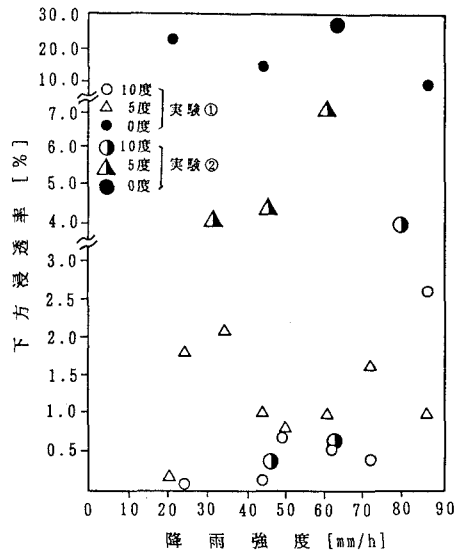


図-4 降雨強度と下方浸透率の関係

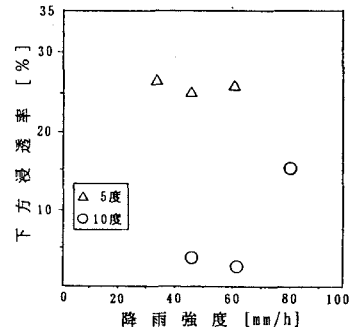


図-5 降雨強度と破綻後における下方浸透率の関係