

降雨による不飽和地盤内の水分量変化に関する室内実験

中央大学 学生員 甲斐 進太郎
中央大学 正会員 國生 剛治
中央大学 学生員 荒井 隆俊

1. はじめに

不飽和地盤への降雨の浸透は、地すべりや斜面の崩壊などの地盤災害を考える上で重要な物理現象である。本研究の目的は、降雨浸透に伴う様々な現象を実験によって観察し、地盤内の浸透状況を把握することである。そこで、地盤内の浸透状況を測定する手法として電気探査法¹⁾を用い、水道水を用いた人工降雨による室内模型実験²⁾を実施した。また、ここでの測定方法のように、水分量を電氣的に計測する方法では、試料や浸透流体に含まれる塩類の影響を受けやすいことから、その影響がどの程度現れるのかを検討するため水道水よりはるかに電気伝導度の良い食塩水を用いた実験も実施した。そこで得られた結果について報告する。

2. 実験概要

水道水と食塩水を用いた2種類の降雨浸透実験を行った。実験条件を表1に示す。実験に用いた装置の概要を図1に示す。内径15cm、高さ110cmの亚克力製円筒を使用し、15cm間隔で電位電極とテンシオメータを5点ずつ側面に設置してサクションと比抵抗を測定する。試料は豊浦標準砂を用い、供試体を初期飽和度15%、乾燥密度 1.40g/cm^3 で作成し、上部の降雨装置により一定強度で連続的に給水させる。下部のコックより排水が開始された時点で降雨を止め、その後に試料を飽和させる。使用する食塩水は、試料内に含まれる微少な電解質の影響を十分に打ち消すことが出来るような最小の濃度を調査した結果から0.05%に決定した。比抵抗の測定方法は、試料の上・下端の電流電極（ポーラストーンに銅製の金網 $75\mu\text{m}$ メッシュを貼り付けたもの）より、一定の電流 I を試料に通電させ、試料に差し込まれている電位電極（銅棒：間隔4cm）により電圧 V を測定し、以下の式より、電位電極間での比抵抗 ρ を算出する。本測定法では通電面積、間隔が既知であるため、容易に比抵抗の算定を行える。

$$\rho = \frac{V}{I} \times \frac{A}{L}$$

A：通電面積（供試体断面積）
L：通電間隔（電位電極間の距離 4cm）

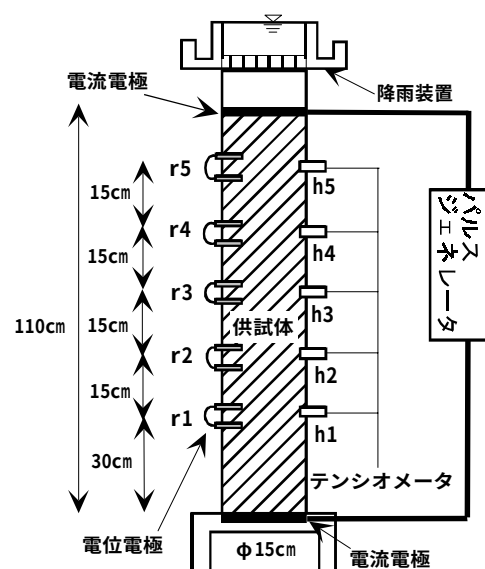


図1 降雨浸透実験装置

表1 実験条件

試料	豊浦標準砂
乾燥密度(g/cm^3)	1.40
間隙比	0.89
相対密度(%)	25
降雨強度(mm/h)	60
初期飽和度(%)	15

3. 実験結果と考察

水道水で行った降雨浸透実験より得られた比抵抗と圧力水頭の時刻歴を図2-a、3-aに示す。また、食塩水で行った実験より得られた比抵抗と圧力水頭の時刻歴を図2-b、3-bに示す。図2より、水道水と食塩水の両方の結果で、浸潤前線が各測定点に到達すると比抵抗値が急激に減少し、その後緩やかに増加して一定値に落ち着くといった挙動を示した。両図を比較すると、水道水より食塩水の実験結果の方が浸潤前線到達によ

キーワード：不飽和土 浸透 比抵抗 サクション

連絡先：〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL(03)－3817－1799

って減少した比抵抗の最小値とその後の一定になった時の値との変動幅が小さくなっている。この原因として、水道水による実験の場合は、試料に含まれる微小な電解質が浸潤する水に溶解することにより、一時的に比抵抗の値を下げるという影響が現れ、食塩水ではそれ自体の持つ大きな電解質により水道水で現れたような影響をほとんど受けなかったと

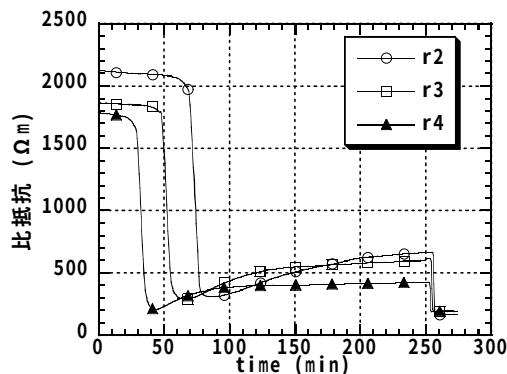


図2-a 比抵抗時刻歴
水道水

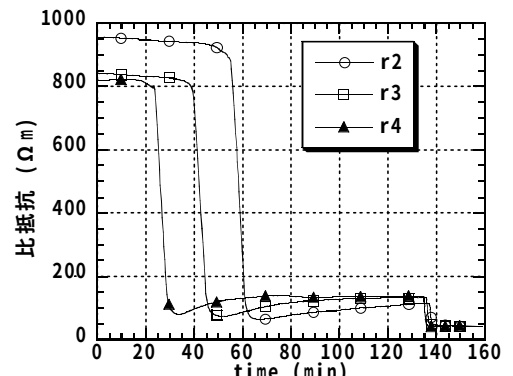


図2-b 比抵抗時刻歴
食塩水

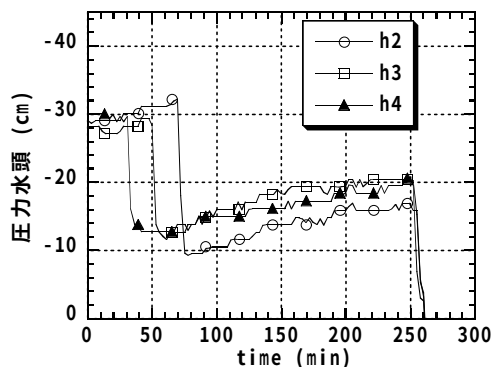


図3-a 圧力水頭時刻歴
水道水

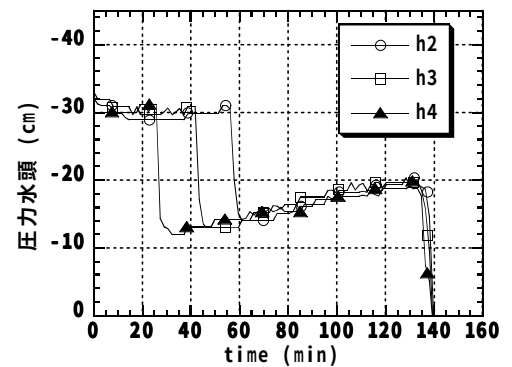


図3-b 圧力水頭時刻歴
食塩水

考えられる。次に図3を見ると、水道水と食塩水とではほぼ同じ曲線を描き、比抵抗と同様に負の圧力水頭も浸潤前線の到達によって減少した後、緩やかに増加するといった挙動を示した。このことから、浸潤前線付近では水分量の大きい部分を保持し、その上部では一定の水分量で動的平衡状態になっていると考えられる。すなわち、浸潤前線と動的平衡浸透域との間の水分量を変動させている部分を浸潤帯、浸潤帯上部の水を伝達している部分を伝達帯と定義すると、実験地盤内の水分量分布は図4に示すようになっていると考えられる。前線部分で水分量が大きくなる原因としては、前線の降下とともに未到達部分の間隙内の空気が圧縮されたために、浸透現象に影響を与えたことなどが考えられる。

4. おわりに

本実験より得られた結果をまとめると、以下の通りである。

- (1) 比抵抗値によって水分量を測定する方法では、地盤内に含まれる微かな塩類などの影響により、誤差が生じる可能性がある。
- (2) 均質な地盤において、一定強度で継続する降雨の下では、浸潤帯は水分量の大きい部分を保持しながら降下する。また、浸潤帯が通過した後は、一定水分量の伝達帯が形成される。

<参考文献>

- 1) 西田, 青山: 不飽和土の電気比抵抗特性と不飽和浸透計測への電気探査法の適用, 土木学会論文集, No475, pp1-9, 1993
- 2) 國生, 荒井: 不飽和地盤における雨水浸透メカニズムについての基礎的実験, 第34回地盤工学会研究発表会, pp1359-1360, 1999

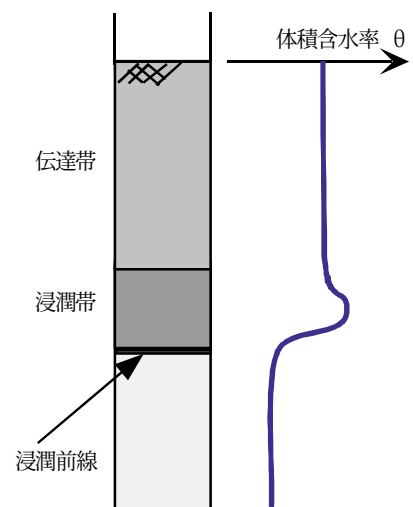


図4 土壌水分量分布