

地下水面を有する土層への降雨浸潤時の水圧分布変動

Water pressure change during rainfall infiltration into sand with groundwater table

佐々木 智*・安中 武幸**

SASAKI Satoshi and ANNAKA Takeyuki

1. はじめに

乾いた砂層への降雨浸潤では、降雨強度が砂層の透水性に比べて弱い場合および湛水下で土中空気が上昇する場合にフィンガー流を生じ得る。一方、砂層が湿っており、かつ空気の逃げ道が確保される場合にはフィンガー流の発生は抑制される。それでは、地下水面が比較的浅い位置に存在し排気を阻害される砂層への降雨浸潤はどうなるであろうか。本研究では、地下水面上に形成する排水時の平衡水分分布を初期条件とした、均一な砂層への降雨浸潤過程を実験的に検討した。

2. 試料と方法

(1) 実験に用いた試料は霞ヶ浦砂である。水でよく洗い乾燥させた後 2mm フルイにかけ通過したものを用いた。粒子密度は 2.67g/cm^3 、粒径組成は $0.106\text{mm} \sim 0.85\text{mm}$ に重量 96% を占める。飽和透水係数は $0.012\text{cm/s} = 432\text{mm/h}$ (20、充填密度 1.50g/cm^3) であった。

(2) 降雨浸潤実験には、幅 50cm × 高さ 60cm × 奥行き 2.0cm の透明アクリル製チャンバーを用いた (Fig.1)。風乾した霞ヶ浦砂を、ランドマイザーを通して充填し、試料下端から上端まで飽和させた後、排水位置を試料下端から -25cm に設定して 15 時間程度排水させた。このときの水分状態を初期条件とした。降雨装置は、水槽、定量ポンプ、4cm 間隔でノズルを設けた散水管および振動装置からなっており、これらを使用し一様な散水を心掛けた。降雨強度は 24,46,92,175mm/hr である。これらの降雨に対して、鉛直方向 (チャンバー中央) と水平方向 (深さ 16.5cm) の水圧変動を測定した。チャンバーのほぼ中央で空気圧を測定した。また、排水状況を観察した。さらに、定常到達後に排水位を変動させそれによる水圧分布の変化を測定した。実験時の水温は 19~21 であった。

3. 結果と考察

鉛直水圧分布の経時変化 (Fig.2) より、浸潤前線降下後の浸潤領域の上部では水圧が深さによらず一定の重力流れが生じており、深さ 30cm ほどの位置にくびれのある水圧分布が形成され、それが継続する (定常となる) ことが示された。深さ 16.5cm における水平方向の水圧分布の変動 (Fig.3) から、水圧上昇に遅速、すなわち浸潤前線に凹凸があること、しかし水圧はすぐに一樣になることがわかる。排水位を上昇させる (-25cm - 10cm、-10cm - 3cm) と、下部の水圧は正圧側にシフトしたが上部では変化せず、再び排水位を下げる (-3cm - 25cm) と全体的に負圧側にシフトした (Fig.4)。定常時点での鉛直水圧分布は、降雨強度が大きくなるにつれて正圧側にシフトしくびれが小さくなった (Fig.5)。流れが定常に到達した時の水分増加量を Table.1 に示した。水分増量は定常到達時の積算給水量からそれまでの排水量を引いたものである。降雨が強くなるほど土層中に貯留される水分量が増えることが示された。

*北海道開発局 (Hokkaido Regional Development Bureau) **山形大学農学部 (Faculty of Agriculture, Yamagata Univ.)

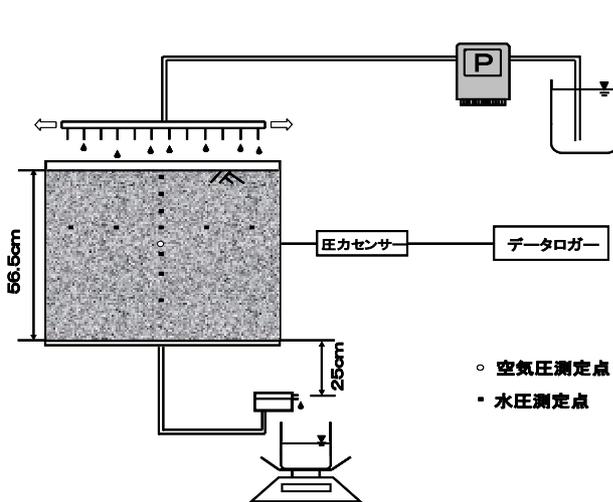


Fig.1 Schematic diagram of experimental apparatus for rainfall infiltration

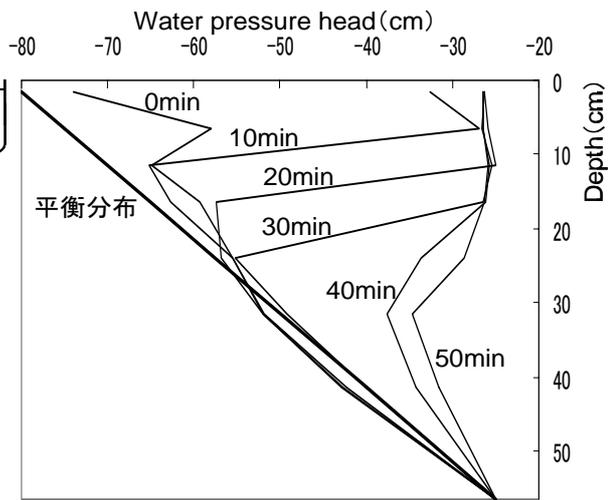


Fig.2 Temporal change in the vertical water pressure profile (92mm/hr)

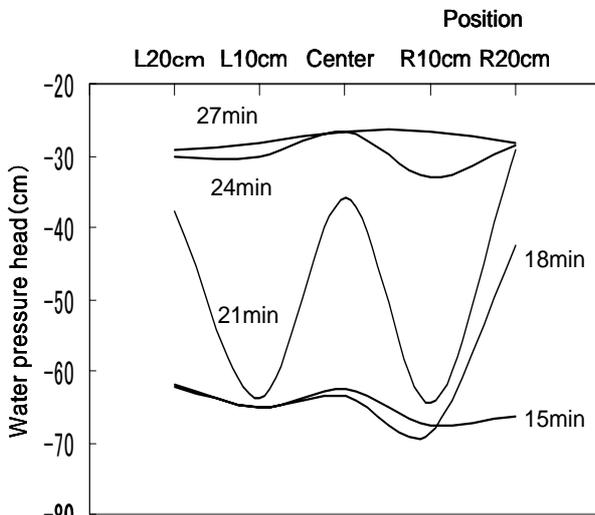


Fig.3 Horizontal water pressure profile at the depth of 16.5cm (92mm/hr)

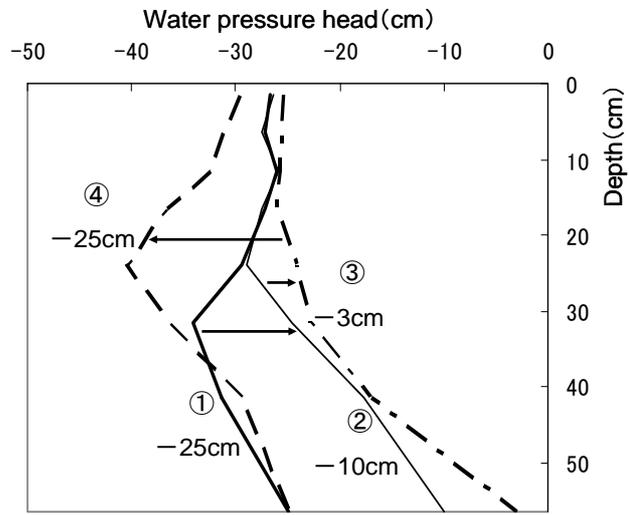


Fig.4 Change in the vertical water pressure profile with groundwater level change

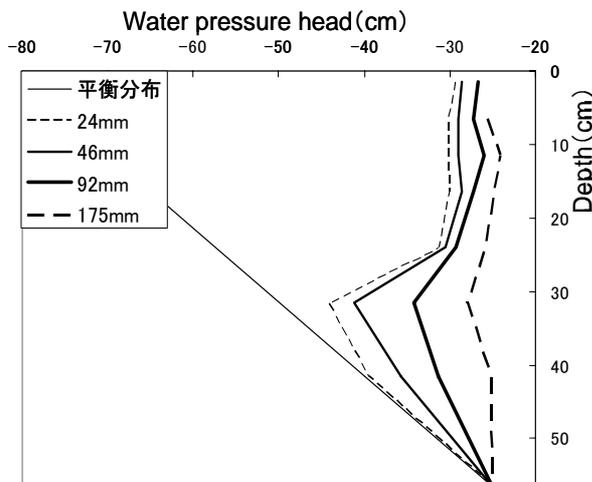


Fig.5 Vertical water pressure profiles when the flow became steady

Table 1 Cumulative infiltration and water content change at steady state

降雨強度 (mm/h)	開始時 (mm)	定常到達時 (mm)	水分増加量 (mm)
24	25.0	62.5	36.9
46	33.3	75.0	48.1
92	40.0	93.3	61.6
175	56.7	166.7	100.8