

土中の浸透現象における間隙空気圧の変化

岐阜大学工学部 学生員○伊藤健太郎
 岐阜大学工学部 学生員 中村 幸生
 岐阜大学工学部 正会員 佐藤 健

1. 目的

降雨が始まった直後、雨水は速やかに浸透していく。これは水と間隙空気との置換が順調に進行しているからであり、間隙空気圧もほとんど上昇しない。降雨強度が弱い場合はこの状態が続く。しかし降雨強度がある大きさを超えると表面に湛水が生じ、浸透速度は下がり間隙空気圧は上昇していく。湛水により水と空気の置換が妨げられるからである。水と間隙空気の置換が止まると間隙空気の圧縮が進んで圧力が増大し、ある限界空気圧を超えると表面付近に形成されているメニスカスが破られ、水と間隙空気との置換が起こる。

こうした地盤中への降雨浸透に際して発生する間隙空気圧の問題にたいしては、1. 浸潤前線の位置と限界間隙空気圧の関係、2. 土の密度と限界間隙空気圧の関係が不明になっており、降雨浸透の際の水と間隙空気の置換現象にはなお未解明な点が多い。

本研究は、特に、上記 1. 2. の点を解明するために室内実験を行って、その機構を明らかにしようとするものである。

2. 実験方法

右図のような実験装置を用いて実験した。

(1) 試料砂と水が接した時点から計測を開始し、間隙空気圧・浸潤前線の高さを時間と共に記録する。

(2) 実験開始と共に浸潤前線は上昇を始め間隙空気圧も増大する。ある程度まで間隙空気圧が上昇すると間隙空気と水の置換が起こり、網の下に空気層ができ、水面の上昇が停止する。

以上の操作を表-1のように、カラムの長さ・試料の密度・飽和度を変えて行う。

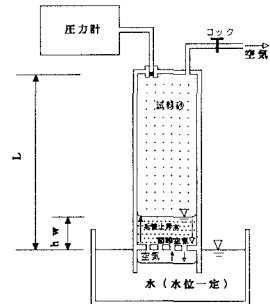


Fig. 1 実験装置 (L:カラム長, hw:浸潤前線高)

C a s e	カラム長 L (cm)	密度 ρ_s (g/cm ³)	飽和度 S_r (%)
12-135-00	12	1.35	0
30-145-00	30	1.45	0
12-150-00	12	1.50	0
30-150-00	30	1.50	0
12-160-00	12	1.60	0
30-160-00	30	1.60	0
12-150-10	12	1.50	10
30-150-10	30	1.50	10

表-1 実験ケース (試料は豊浦標準砂)

3. 実験結果

Fig. 2, 3に間隙空気圧と浸潤前線の位置の時間的關係を示した。間隙空気圧は、Fig. 1に示したようにカラム上端に設けた圧力センサー（共和電業PGM-05KG）により計測した。浸潤前線の位置は、透明アクリルカラム側面より目視で観測した。したがって、Fig. 2の位置がそのまま毛管飽和帯の前線になっているのか疑問が残る。

時間の経過と共に間隙空気圧が上昇し、この場合には11.4cmAq.まで上昇し、カラム下部の毛管帯のメニスカスを破ってカラム下端に空気が移動して、間隙空気圧が急激に低下する様子が読みとれる。

4. 考察

①限界間隙空気圧と土の密度との関係

高木・馬場らの研究¹⁾では密度については考察されていないが、Fig. 4より、密度が大きい程最大間隙空気圧が大きくなっている事がわかる。このような傾向を示す理由として、カラム内への浸透量はそれ程変化しないのに対して、密度が大きくなり間隙率が小さくなることによって浸透によるカラム内の空気量の変化が多くなり、その結果として間隙空気圧が大きくなったのではないと思われる。

②限界間隙空気圧と浸潤前線の位置の関係

30cmカラムに限っていえば、最大間隙空気圧発生時の浸潤前線高が大きくなるに従って最大間隙空気圧は小さくなる傾向が読みとれる。しかし、Youngs・Peckらの研究²⁾によれば、hwが大きくなる程maxPaは高くなるはずである。浸潤前線の位置はカラム下端の水との局所的な接し方によって、同一密度・同一カラムで実験を行っても結果が異なるので、これについてはまだ実験と考察が必要である。

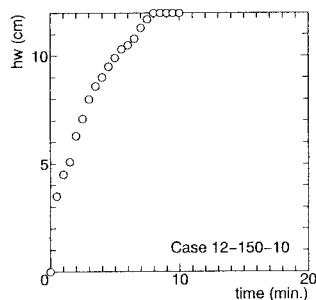


Fig. 2 浸潤前線の位置

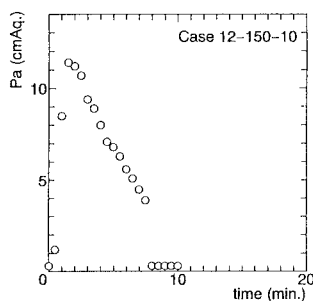


Fig. 3 間隙空気圧の変化

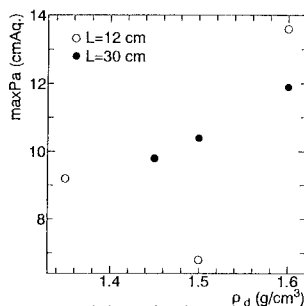


Fig. 4 密度と発生最大間隙空気圧

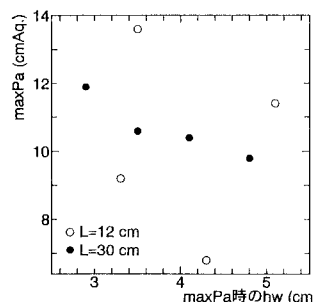


Fig. 5 浸潤前線の位置と発生最大間隙空気圧

<参考文献>

- 1) 高木不折・馬場洋二；砂中における鉛直浸透の機構に関する研究，土木学会論文集144号，昭和42年8月。
- 2) E. G. Youngs and A. J. Peck；Moisture Profile Development and Air Compression During Water Uptake by Bounded Porous Bodies, 1: Soil Sci., vol. 98, 2: Soil Sci., vol. 99, 3: Soil Sci., 100, 1965.