

# 豊浦砂の不飽和浸透特性に関する遠心実験

愛知工業大学 学生員 ○大森康次 正会員 木村勝行  
 正会員 奥村哲夫 正会員 成田国朝

## 1. はじめに

従来、不飽和土の浸透特性については、吸引法や加圧法などによる 1G 場での実験が各所で行われている。しかし、これら 1G 場での実験は、排水に非常に長い時間を要すること、間隙水を均一な状態で十分脱水することが困難なことなどの問題が挙げられる。これに対し遠心場では、重力の  $n$  倍の遠心加速度を与えることで、供試体内の間隙水を比較的短時間で排水でき、低い水分領域まで測定することが可能である。

本研究は、不飽和土の浸透特性を遠心载荷実験装置を用いて把握しようとするものであり、今回は豊浦砂の結果について報告する。

## 2. 実験概要

本実験では排水により時々刻々と変化する体積含水率およびサクシジョンの測定に、ADR (Amplitude Domain Reflectometry) およびテンシオメーターを用いた。テンシオメーターは先端にポーラスカップが取り付けられていることから、測定中にテンシオメーターの反応時間の遅れ (タイムラグ) が発生すると考えられる。これを調べるために、図-1 に示すように自由水面を有した水容器とテンシオメーターのポーラスカップ先端部とをビニールホースで繋ぎ、テンシオメーターを固定した状態で水容器を上下に移動させ、その移動量とテンシオメーターの応答値とを比較した。図-2 に自由水面の移動量とテンシオメーターの応答値 (圧力) を水頭値に換算した結果を示す。なお自由水面の移動量は、テンシオメーターに負圧がかかる方向を正とした。図よりテンシオメーターの反応時間の遅れは、圧力水頭 0mm からの容器降下時において 3~4 秒、約 550mm からの上昇時では両者にほとんど差が見られないことが分かる。本実験 (排水実験) では降下時のタイムラグが問題となるが、全体的な測定精度を考え、今回は補正しないこととした。

実験装置の概略を図-3 に示す。供試体モールド ( $\phi 150$ , h266mm) は厚さ 25mm の硬質ナイロン製であり、アルミ容器 (570×440, h400mm) の上部に設置している。テンシオメーターおよび ADR はモールド側面に中心間隔 80mm で、それぞれ 3 本固定している。また、モールド底面には土粒子の流出を防ぐためのポーラス板 ( $\phi 150$ , t6mm)、上部には供試体表面の沈下量測定するための変位計が設置してある。供試体 ( $\phi 150$ , h260mm) は、ADR およびテンシオメーターを固定し、脱気水を満たした状態のモールド内に飽和状態の豊浦砂 ( $\rho_s=2.641 \text{ g/cm}^3$ ) を乾燥密度  $\rho_d=1.50 \text{ g/cm}^3$  となるように水中落下させて

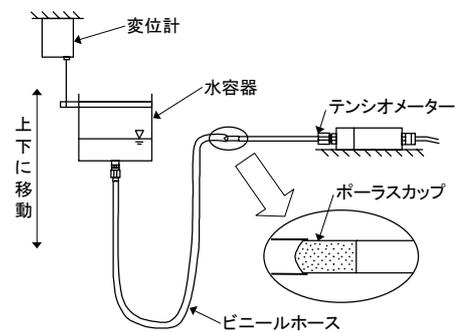


図-1 タイムラグ測定の概略

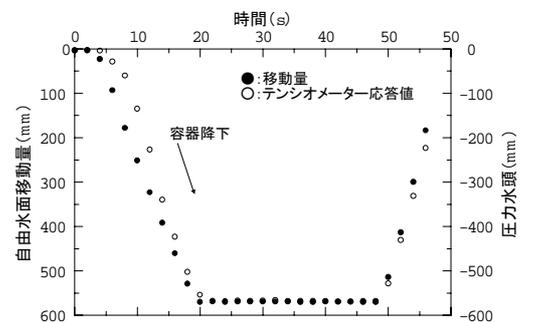


図-2 タイムラグの測定結果

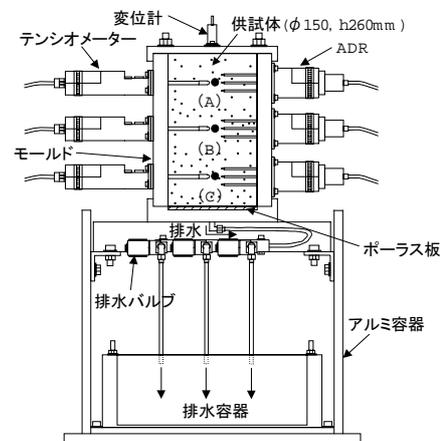


図-3 実験装置の概略

キーワード：不飽和透水係数, サクシジョン, 体積含水率, 非定常法, 遠心実験

連絡先：〒470-0392 愛知県豊田市八草町八千草 1247 Tel：0565-48-8121 Fax：0565-48-3749

作成した。

実験は、1G 場で重力による排水を行った後、実験装置底面に対して nG の遠心加速度を与え、所定の遠心加速度で排水がほぼ終了した後徐々に加速度を上げる方法を採用した。本実験における遠心加速度は 7~60G の範囲である。

3. 実験結果と考察

図-4 に供試体の各位置に与えた遠心加速度の推移、図-5 および図-6 に本実験より得られた体積含水率および間隙水圧の経時変化を示す。図-5 および図-6 を見ると、設置位置 (B)、(C) の各計測値には 30~37 分の間で一時的に上昇する傾向が認められる。この理由として、位置 (B)、(C) では下方への水分移動よりも上方からの水分の供給が多いために一時的に体積含水率が上昇し、これに伴って間隙水圧も上昇したことによるものと考えられる。なお、供試体表面に近い位置 (A) ではこのような現象は見られない。以上のことから、遠心力による排水実験において、水分移動量が多い試料では初期段階における遠心力の増大間隔を小さくすること、ポーラス板の選択に当たってはその透水性に注意を払うことなど実験上の問題が指摘される。

図-7 は、図-5、6 の結果より求めた水分特性曲線および不飽和透水係数の結果であり、計算方法については文献<sup>1), 2)</sup>に従った。なお図-5、6 において、体積含水率および間隙水圧の上昇過程は計算から除いている。図より、サクシオンおよび不飽和透水係数は体積含水率の低い範囲まで連続的に測定されており、測定時間は豊浦砂の場合 1 時間程度で十分であることが分かる。なお、変位計を用いて測定した実験中の供試体表面の沈下量は 1.4mm であり、初期の乾燥密度と比較して 0.5% 程度の変化であった。

4. まとめ

遠心载荷実験装置を用いた水分・透水特性試験は実験時間の短縮、低い水分領域に対する測定、遠心力が供試体全体に作用することによる間隙水のほぼ一様な排水など、基本的に有効な試験法であると考えられる。今後は、細粒土を含む締固め土など、実際に使用される材料を対象として実験を進めたいと考えている。本実験を行うにあたり中部大学 杉井俊夫助教授には貴重な御意見と御教示を多数いただいた。ここに厚くお礼申し上げます。

<参考文献>河野伊一郎, 西垣誠: 不飽和砂質土の浸透特性に関する実験的研究, 土木学会論文報告集第 307 号, pp59~69, 1981. 2) 杉井俊夫, 山田公夫, 植村真美: 瞬時水分計測法を用いた不飽和浸透特性の評価, 第 34 回地盤工学研究発表会, pp1351~1352, 1999.

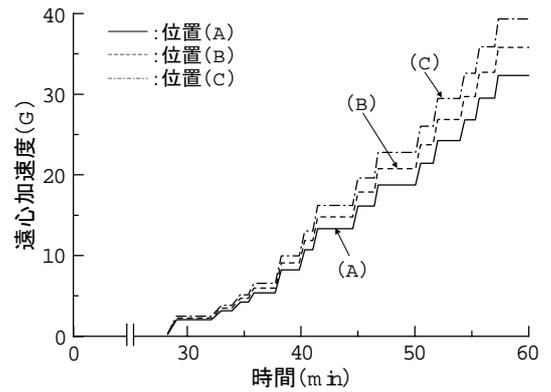


図-4 遠心加速度の推移

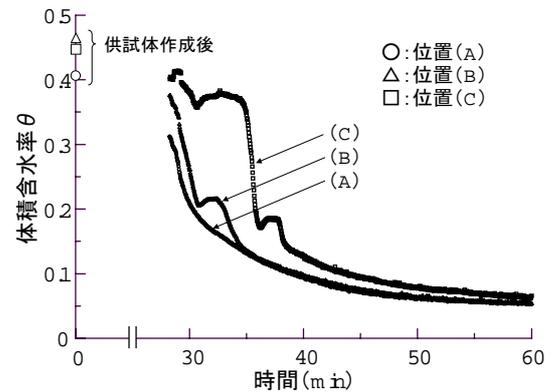


図-5 体積含水率の経時変化

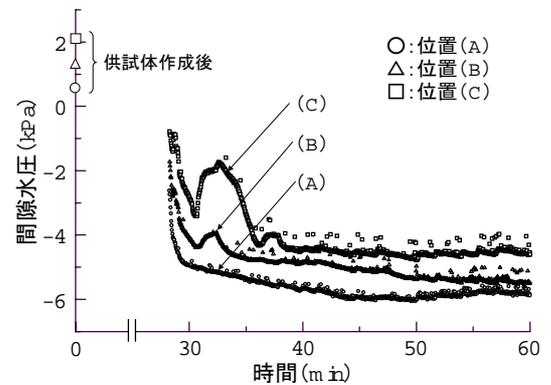


図-6 間隙水圧の経時変化

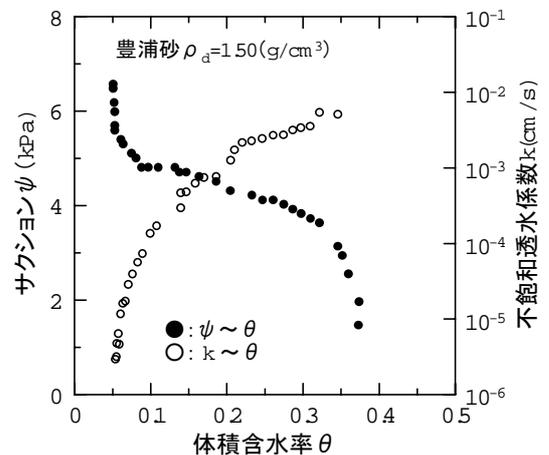


図-7 不飽和浸透特性