

連続加圧方式による広島まさ土の保水性試験結果

－ 連続加圧法と段階加圧法の比較 －

応用地質（株）○ 京野 修，畠山 正則，川原 孝洋
陣内 龍太郎，関 英理香
高知大学 笹原 克夫

1. はじめに

不飽和地盤の水分特性は、不飽和から飽和に至る過程の水分保持特性と透水性を評価することで、降雨時の斜面安定問題や河川堤防の浸透・安定性評価などに重要な数値情報として利用される。しかしながら、実務においては、地盤の水分特性を室内試験によって求め、その値を解析に結び付けている事例は極めて少ないのが現状である。実務で活用されない最大の要因は、試験結果を求めるために「非常に長い時間を要する」ことであると考えている。

著者らは、試験の効率化と試験時間の短縮を目指し、従来の段階的な空気圧の加圧方式から、「連続加圧法」による「保水性試験装置」を開発し、実用化のための実験を行ってきた^{1), 2)}。今回、降雨浸透に伴う斜面崩壊発生予測を目的として動態モニタリングを行っている現場³⁾より採取した“広島まさ土”を対象に、連続加圧法による保水性試験を実施した。

本稿では、広島まさ土を対象に行った連続加圧法と段階加圧法の比較、ならびに豊浦砂との水分特性の比較から広島まさ土の特異性について検討した。

2. 試験方法

(1) 加圧法による保水性試験

加圧法による保水性試験は、圧力室内の供試体に空気圧（正圧）を負荷し、供試体から排水される水分量を記録し、サクシオンと含水比の関係（水分特性曲線）を得る試験である。なお、一般的な水分特性曲線と不飽和形態については図-1に示すように、試料の水分状態に応じて、三つの不飽和形態に分類される⁴⁾。

(2) 試験装置

試験に使用した装置を写真-1に示す。本装置は、試験容器（圧力室）、電子天秤（排水量の測定）、調圧装置、計測・制御用のロガーとパソコンから構成されている。試験容器の底板には写真-2に示すようなマイクロテンシオメータが装着され、供試体中央部の間隙水圧を計測している。

連続加圧方式による保水性試験装置は、空気圧を連続的に変化（増加、減少、保持）させながら、供試体中央部の間隙水圧と排水量を連続的に計測するものである。供試体中央の間隙水圧は、マイクロテンシオメータを用いて測定している。

(3) 試験試料

試験に使用した試料の粒径加積曲線を図-2に示す。

粒度試験結果から、広島まさ土は均等係数（ U_c ）は46.1と大きく、粒径幅が広く粒度分布の良い材料である。

一方、豊浦砂の均等係数（ U_c ）は1.5と小さく、細砂主体の単一粒径の材料である。

供試体は、攪乱状態の試料を試験容器（内径5cm、高さ5cm）内で締固めによって作製した。その時の供試体作製条件としては、広島まさ土は含水比 $w = 21.6\%$ 、湿潤密度 $\rho_t = 1.312 \text{ g/cm}^3$ 、（現場の表層土壌の密度）とし、豊浦砂は $w = 5.0\%$ 、 $\rho_t = 1.575 \text{ g/cm}^3$ （相対密度 D_r は約60%）になるように締固めによって作製した。

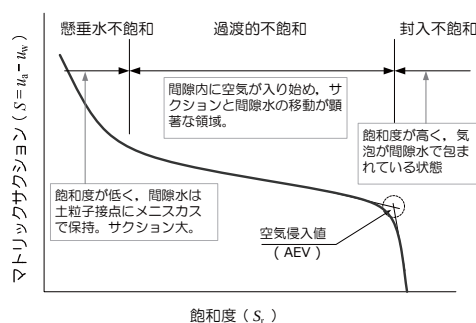


図-1 三つの不飽和形態と水分特性曲線の概念図

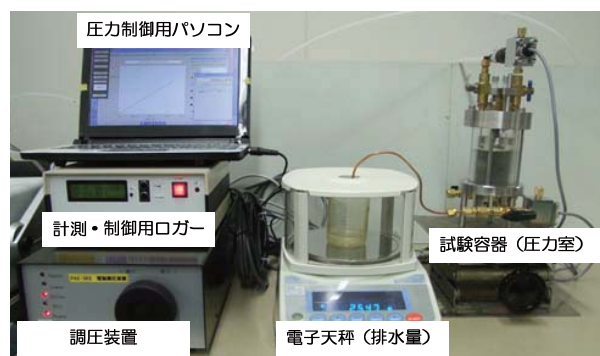


写真-1 試験装置の全景

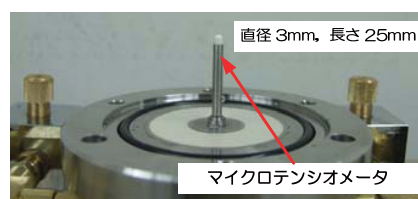


写真-2 試験容器の底板

3. 試験結果

試験結果は図-3 (a) ～ (f) に示した。

図-3 (a) , (b) は、広島まさ土の段階加圧法による保水性試験結果で、段階加圧過程の空気圧 (U_a) と含水比 (w) の経時変化 (図-3(a)) , ならびに水分特性曲線 (図-3(b)) である。

図-3 (c) , (d) は、広島まさ土の連続加圧法による保水性試験結果で、連続加圧過程の空気圧 (U_a) , テンシオメータの間隙水圧 (U_w) , サクシオン ($S = U_a - U_w$) と含水比 (w) の経時変化 (図-3(c)) , ならびに水分特性曲線 (図-3(d)) である。

図-3 (e) , (f) には豊浦砂の連続加圧法による保水性試験結果を示した。

(1) 広島まさ土の段階加圧法と連続加圧法の比較

図-3 (a) に示したように段階加圧法では、 U_a を負荷してから w の収束に 1 段階/3～7 日程度要しているが、連続加圧法では図-3 (c) に示したように 2 日程度で一連の試験が終了し、細粒分を比較的多く含む広島まさ土に対しても極めて短時間で試験結果が得られることが確認できた。一方、両者の水分特性曲線は、図-3 (b) ,

(d) に示すように、排水過程においては比較的一致した結果が得られている。吸水過程においては、連続加圧法の試験結果で、体積含水率が約 0.30 付近で収束傾向を示している。このような傾向は、密度を高めて作製した試料の結果でも見られ、粒径幅の広い材料の特徴的な傾向と推察される。

(2) 広島まさ土と豊浦砂の比較

図-3 (e) , (f) に示したように単一粒径の豊浦砂の保水特性は、広島まさ土の挙動とは明らかに異なっていることがわかる。特に、図-3 (e) に示すように加圧過程、減圧過程共に U_a と U_w の差は小さく、そのため S は全体に小さな値となっている。また、図-3 (f) に示した $\theta - S$ の関係でも、過渡的不飽和領域が広く、吸水過程の戻りの傾向が広島まさ土とは異なっているのが特徴である。

4. まとめ

今回、粗粒分から細粒分にわたる粒径幅の広い、広島まさ土に対して連続加圧法による保水性試験を実施し、以下の知見を得た。

- ・ 段階加圧法では、1ヶ月から1.5ヶ月程度要していた試験時間が、約3日程度に短縮できることが確認できた。
- ・ 広島まさ土の水分特性曲線は、単一粒径の豊浦砂に比べ、圧力変化が大きく、吸水過程では初期の含水比よりも低い値で収束する傾向がある。
- ・ このような水分特性曲線で見られる傾向は、広島まさ土自体の粒径に影響を受けるものと推察される。

《参考文献》

- 1) 川原ら：連続加圧方式による新しい保水性試験方法について (その 1) ,第 47 回地盤工学研究発表会講演集,pp691～692,2012.7.
- 2) 畠山ら：連続加圧方式による新しい保水性試験方法について (その 2) ,第 47 回地盤工学研究発表会講演集,pp.693～694,2012.7.
- 3) 関ら：土壌水分特性の現地計測と室内試験の比較,平成 25 年度砂防学会研究発表会概要集,2013. (投稿中).
- 4) 地盤工学会編：不飽和地盤の挙動と評価,第 4 章 ,pp.117～pp.118,2004.

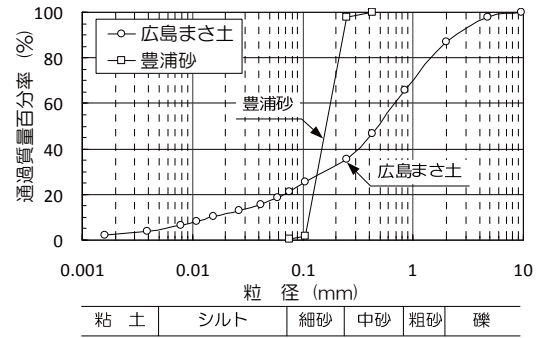


図-2 試料の粒径加積曲線

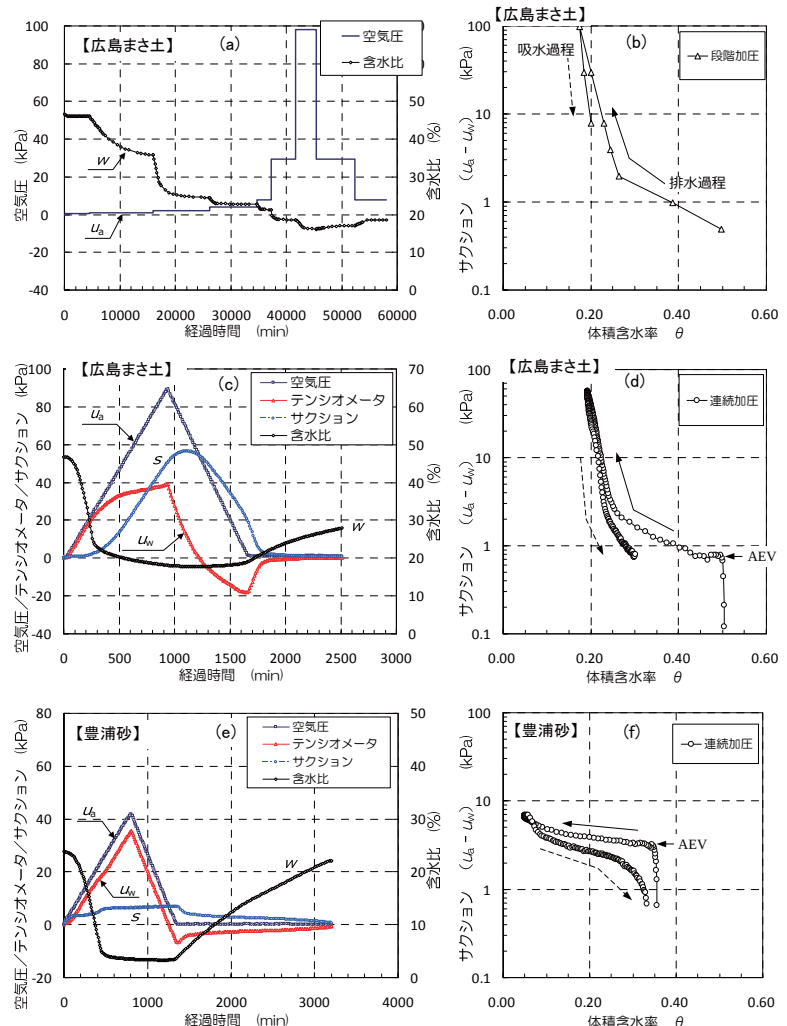


図-3 保水性試験結果