

連続加圧方式による広島まさ土の保水性試験結果（その2）

一 連続加圧法における加圧速度の検証 一

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

保水性試験の効率化と試験時間の短縮を目指して、従来の段階的な空気圧の加圧方式から、「連続加圧方式」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<sup>1),2)</sup>。

本文では、粒度構成が大きく異なる豊浦砂と広島まさ土を用い、従来法である「段階加圧法（加圧板法）」と新しく開発した「連続加圧法」によって求めた保水性試験結果について報告する。また、連続加圧法の加圧速度の検証を行い、加圧速度の違いが水分特性曲線の形状に及ぼす影響が小さいことを確認した。

2. 試験装置の特徴と試験結果

(1) 開発した試験装置の特徴

開発した試験装置<sup>1)</sup>は、供試体内の間隙水圧 $u_w$ を測定することを目的として、試験容器の底板には写真1に示すようなマイクロテンシオメータ（間隙水圧計）を供試体中央に取り付けた。これによって間隙水圧 $u_w$ を測定しながら間隙空気圧 $u_a$ を連続的に載荷することによって、試験中のサクシオン $S$  ( $S = u_a - u_w$ ) をリアルタイムに求めることができることに最大の特徴を持たせた。



(2) 試験試料と試験結果

試験に使用した試料の粒径加積曲線を図1に示す。広島まさ土は、均等係数 ( $U_c$ ) が46.1と大きく、粗粒分から細粒分まで幅広く混入していて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<sup>3)</sup>。

図2に豊浦砂と広島まさ土の段階加圧法（加圧板法）と連続加圧法とによって得た水分特性曲線を重ねて示した。両試験法による水分特性曲線は、排水過程と吸水過程においても極めて良く一致した結果となっていることが確認できた。

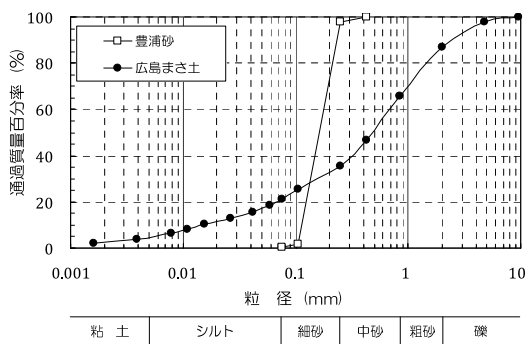


図1 試験に用いた試料の粒径加積曲線

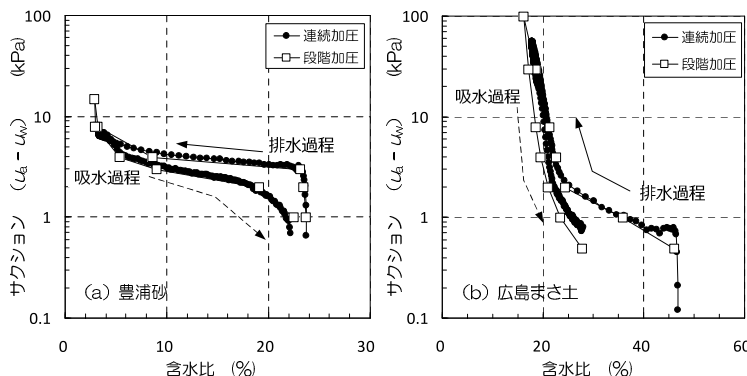


図2 段階加圧法と連続加圧法による保水性試験結果

3. 加圧板法の課題と連続加圧方法の加圧速度の検証

(1) 加圧板法による排水(吸水)状況の検証

加圧板法による排水（吸水）状況の検証結果を図3に示す。図中には、空気圧 $u_a$ の増加（0 → 45 kPa）過程における経過時間（正規化時間）と排水量から求めた含水比 $w$ の関係、ならびに $u_a$ の減少（45 → 0 kPa）過程における経過時間（正規化時間）と吸水量から求めた含水比 $w$ の関係を示した。同じ圧力変化を与えても、 $u_a$ の増加過程では1598分で水分が平衡状態に達し排水が終了したが、 $u_a$ の減少過程においては水分が平衡状態に達し吸水が終了するのに8459分要している。このことから、加圧板法では吸水の収束に長時間要することが課題

であると考えている。

また、同図中には、排水量（吸水量）の進行度合いを排水度（吸水量）として併記している。この排水度（吸水量）は、排水（吸水）過程における最終状態の $w_f$ と、ある時点における $w$ の比（ $w/w_f$ ）をここでは便宜的に排水度（吸水量）として表示した。

## (2) 連続加圧法による加圧速度の検証

### ① 検証方法

連続加圧法における $u_a$ の加圧速度が水分特性曲線に与える影響を検証した。 $u_a$ の加圧速度は0.1 kPa/min, 0.003 kPa/min, 3.0 kPa/minの3種類で行った。なお、3.0 kPa/minの試験のみ毛管飽和を省き自然含水状態から試験を行っている。

### ② 検証結果

図4, 5, 6, にそれぞれ $u_a$ ,  $w$ ,  $u_w$ の経時変化を示した。 $u_a$ の加圧速度は、最速と最低で1000倍の速度差を与えた。その結果、所定の $u_a$  ( $u_a = 90$  kPa) に到達する時間は最も遅い加圧速度で3000分要している。

なお、加圧速度3.0 kPa/minの試験は、図4に示したように30分で加圧が終了することから、所定の $u_a$ に達した後、圧力を一定に保持し4000分まで計測を継続した。

図5に示した $w$ の変化傾向は、加圧速度や毛管飽和の有無にかかわらず同じ含水比に収束する傾向が確認できる。

図6に示した $u_w$ の変化傾向は、0.003 kPa/minの加圧速度ではほとんど $u_w$ が発生していない結果が得られた。一方、3.0 kPa/minの結果は加圧中は $u_a$ とほぼ等しい $u_w$ が発生しているが、所定の $u_a$ に到達した直後から急激に $u_w$ が消散する状況が確認できる。

図7には、3種類の速度条件で得られた水分特性曲線を示した。図中のサクション $S$ は、 $S = u_a - u_w$ として算出した。大きな速度差を与えた試験ではあるが、高サクション領域では水分特性曲線の形状に及ぼす影響性は小さいといえる。一方、低サクション領域では水分特性曲線の形状に違いが見られるが、この違いが試験条件によるものなのか、あるいは、計器類の精度ならびに大気圧補正などの影響性を含めた検討を行う必要があると考えている。

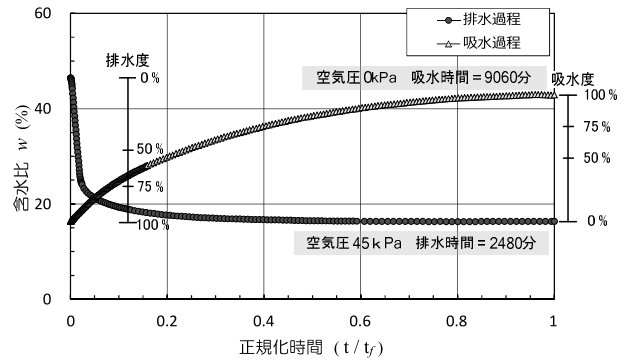


図3 加圧板法による検証結果

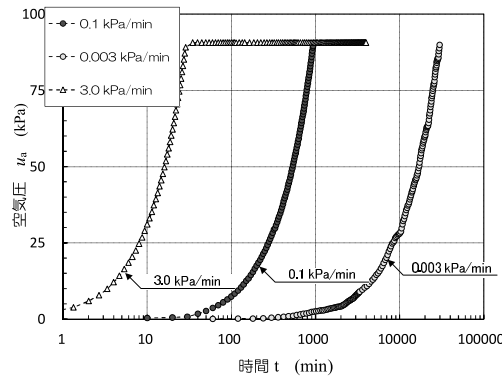


図4 空気圧の経時変化図

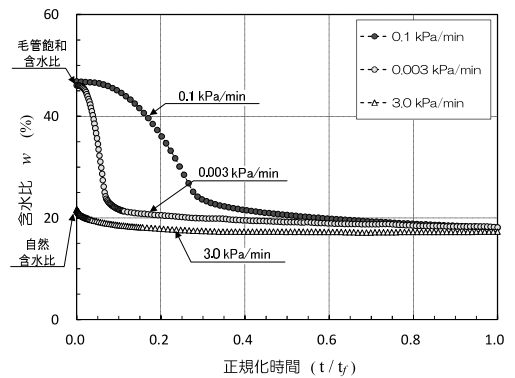


図5 含水比の経時変化図

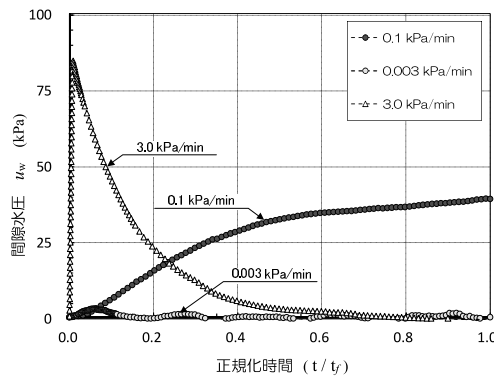


図6 間隙水圧の経時変化図

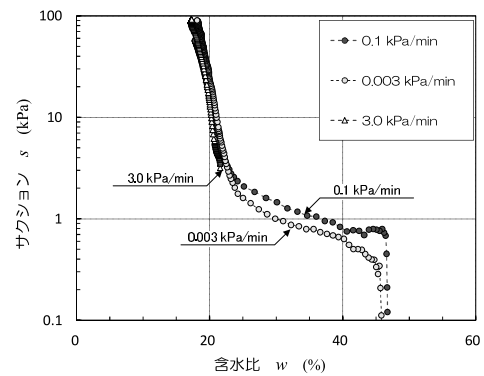


図7 水分特性曲線の重ね合せ

《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) 島山ら：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) 京野 修ら：連続加圧方式による広島まさ土の保水性試験結果,平成25年度砂防学会研究発表会概要集,pp.A-52～A-53,2013