

保水性試験の効率化における真空蒸発法の適用 (その2)

信州大学工学部 学○宮林佳裕, 正 梅崎健夫, 正 河村 隆, 豊田富晴

1. はじめに 梅崎ら<sup>1)</sup>は, 短時間で水分特性曲線を求めるため蒸気圧法の前処理として真空蒸発法<sup>2),3)</sup>の有効性について検討している. 本文では, 蒸気圧法開始時の初期含水比および初期質量が異なる場合における平衡状態の含水比について検討した.

2. 試験概要 試料には, NSF(B)粘土, カオリン(B)粘土およびセリサイトをを用いた. 表-1 に物理特性を示す. ここで,  $\rho_s$ : 土粒子密度,  $I_p$ : 塑性指数,  $w_L$ : 液性限界,  $w_p$ : 塑性限界,  $w_s$ : 収縮限界である. 試験ケースを表-2 に示す. ここで,  $w_0$ : 初期含水比,  $m_0$ : 初期質量,  $w_{v0}$ : 真空蒸発後の初期含水比である. 蒸気圧法について, 学会基準 (JGS 0151-2009) では, 3~5g の試料, または小型のブロック試料を用いると規定されている. 初期含水比および初期質量が異なる場合における水分特性曲線への影響について検討するために, 表-2 に示すとおり  $w_0$  および  $m_0$  の異なる供試体を用いた.  $m_0=120\sim 160\text{g}$  の学会基準に規定されていない大型の圧密再構成供試体は, 供試体の体積変化から飽和度を精度よく測定するために用いた.  $w_0/w_L < 1.0$  の供試体は, 圧密再構成粘土から作製した. ガラスシャーレもしくは蒸発皿に静置した供試体をデシケータ

内に静置して-1.0kPaに減圧することにより蒸気圧法を適用した. 塩化物には, 硫酸カリウム, 硝酸カリウム, 塩化カリウムの3種類を用いた. 試験時間を短縮するための前処理として, カオリン(B)粘土では9~12日間空气中で徐々に乾燥させた供試体を用いた. さらに, 試験時間を大幅に短縮するための前処理として真空蒸発法を, セリサイト (スラリー供試体 (小型)) では1日間, カオリン(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型)) では1~2日間, NSF(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型)) では, 1~2日間, それぞれ適用し所定の  $w_v$  の供試体を作製した.

3. 試験結果および考察 図-1(a)~(c)に, 蒸気圧法における含水比  $w$  の経時変化を示す. 含水比は質量の変化より算定した. 時間の経過とともに含水比は直線的に減少する. また, 前処理として空気乾燥, 真空蒸発を適用した場合も, デシケータ内に静置した以降において直線的に減少する. 蒸気圧法では初期含水比が高く, 初期質量が大きく, 塩化物のサクシオンが小さいほど, 含水比が平衡状態に至るまでに長期間を要しているが, 平衡状態における含水比は塩化物毎にほぼ同じである. 4~8gの小型供試体を用いた場合においても3週間~2ヶ月程度を要し, 飽和度を精度良く算定するために, 大型供試体を用いて前処理を行わなかった場合には3~5ヶ月以上の長時間を要する. また, 9~12日間の空気乾燥を行った場合 (カオリン(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型))) においても2~4ヶ月を要する. 一方, 前処理として真空蒸発法を適用した場合は, NSF(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型)  $w_{v0}=2\%$ ), カオリン(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型)) では20~30日程度, セリサイト (スラリー供試体 (小型)) では15日程度と比較的短時間で平衡状態に至っている. NSF(B)粘土 (圧密再構成供試体 (大型)) において  $w_{v0}=10, 20\%$  および  $w_p$  とした場合は真空蒸発法を適用しても1ヶ月以上を要する.

図-2に含水比とサクシオンの関係を示す. 図中には, 別途実施した加圧板法の結果も示した. 水分特性曲線は, 学会基準に準じて決定した場

表-1 土試料の諸特性

	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$I_p$	$w_L$ (%)	$w_p$ (%)	$w_s$ (%)
NSF(B)粘土	2.726	40.8	73.9	33.1	34.0
セリサイト	2.823	32.0	64.5	32.5	25.7
カオリン(B)粘土	2.630	37.2	72.6	35.4	35.2

表-2 試験ケース (蒸気圧法)

	$w_0/w_L$	$m_0$ (g)	前処理
NSF(B)粘土	0.7	6~8, 120~130	なし, 真空蒸発 ( $w_{v0}=2, 10, 20\%$ , $w_p$ )
セリサイト	0.7, 1.0, 2.0	4~6, 140~160	なし・空気乾燥, 真空蒸発 ( $w_{v0}=1, 10, 30, 40\%$ )
カオリン(B)粘土	1.0, 2.0	4~7, 120~125	なし・空気乾燥, 真空蒸発 ( $w_{v0}=2, 5, 10, 15\%$ )

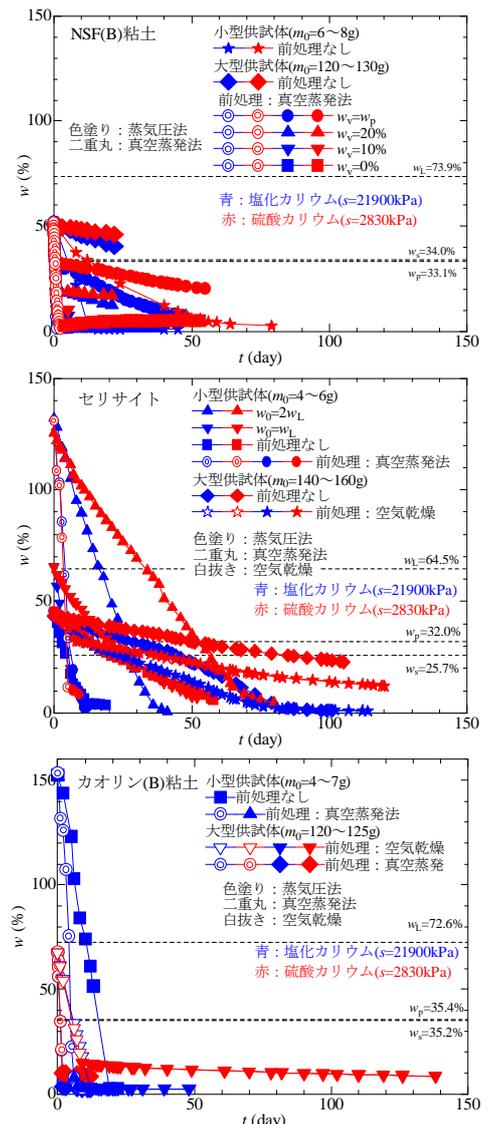


図-1 蒸気圧法における含水比の経時変化

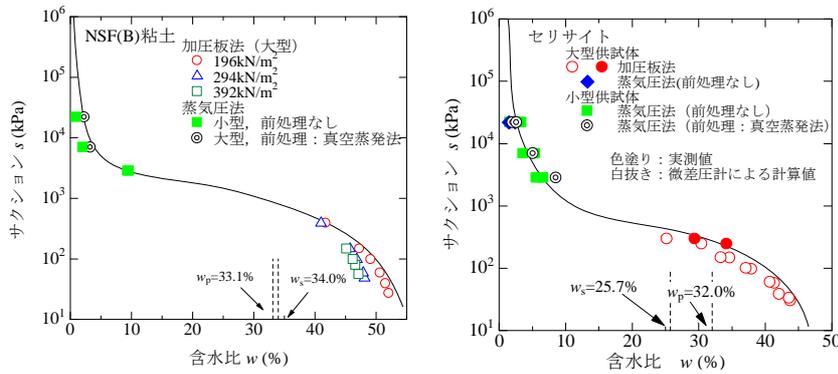


図-2 含水比とサクシジョンの関係

合も、前処理として空気乾燥および真空蒸発法を適用した場合もほぼ同じ結果が得られており、前処理として真空蒸発法を適用することにより水分特性曲線を比較的短時間で求めることができる。

図-3 は、初期含水比が異なる供試体を用いた蒸気圧法における平衡時の含水比を比較したものである。平均値との差は、大きくても 2%程度であり、初期含水比によらずほぼ同じ値が得られる。

図-4 は、真空蒸発後の含水比  $w_{v0}$  が異なる場合の蒸気圧法の平衡状態の含水比  $w_{v1}$  を比較したものである。図中の直線は、無処理 (学会基準) もしくは空気乾燥した場合の蒸気圧法における平衡状態の平均値 (図-3) である。真空蒸発後の含水比が 0%に近い場合は、蒸気圧法の平衡状態における含水比が小さくなる。

図-5 に前処理として真空蒸発を行った場合の平衡状態の含水比  $w_{v1}$  (図-4) と前処理無し (セリサイト, NSF(B)粘土) もしくは空気乾燥 (カオリン(B)粘土) を行った場合の含水比の平均値  $w_1$  (図-3) を直接比較して示す。カオリン(B)粘土およびセリサイトでは、真空蒸発を行った場合の含水比は、前処理の無い場合 (学会基準) および空気乾燥と異なっている場合もあるが、その差は大きくても 2%程度である。一方、NSF(B)粘土では、真空蒸発を行った場合が前処理無しよりも少し大きい、その差は 1%程度である。真空蒸発法により作製した含水比 (飽和度) の異なる複数の不飽和供試体を用いることにより、蒸気圧法の試験時間を大幅に短縮することが可能である。

**4.まとめ** 得られた主な知見は以下の通りである。①含水比が平衡状態に至るまでに、学会基準に準拠して小型供試体を用いた場合には3週間~2ヶ月程度を要し、飽和度を精度良く算定するために大型供試体を用いた場合には3~5ヶ月以上の長時間を要する。②蒸気圧法では、初期含水比が高く、初期質量が大きく、塩化物のサクシジョンが小さいほど、含水比が平衡状態に至るまでに長期間を要するが、平衡時の含水比の差は最大 1%程度で、ほぼ同じである。③真空蒸発後の含水比が 0%に近い場合は、蒸気圧法の平衡状態における含水比が小さくなる。④真空蒸発法を適用した場合の学会基準との含水比の差は最大 2%程度であり、学会基準と同様の水分特性曲線を短時間で容易に求めることが可能である。

**【参考文献】** 1)梅崎健夫, 河村 隆, 吉川央容, 豊田富晴: 保水性試験の効率化における真空蒸発法の適用 (その 1) 粘土の蒸気圧法における初期含水比と初期質量の影響, 土木学会中部支部研究発表会, pp.233-234, 2010. 2)井上友博, 梅崎健夫, 河村 隆: 真空蒸発法による不飽和粘土供試体の作製法 (その 2), 第 40 回地盤工学研究発表会, pp.883-884, 2005. 3)梅崎健夫, 河村 隆, 黒田幹裕, Dini Budiani, 豊田富晴: 真空蒸発法による不飽和粘土供試体の作製法 (その 4), 第 44 回地盤工学研究発表会, pp.653-654, 2009.

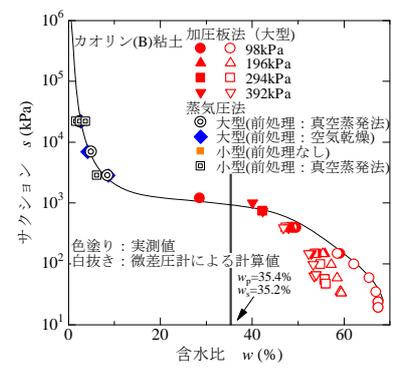


図-3 初期含水比が異なる場合の蒸気圧法における平衡時の含水比

図-4 真空蒸発後の含水比が異なる場合の蒸気圧法における平衡時の含水比

図-5 蒸気圧法の平衡状態における含水比の比較