

真空蒸発法による不飽和粘土供試体の作製法（その1）

信州大学大学院 学生会員 ○井上友博
 信州大学工学部 正会員 梅崎健夫
 信州大学工学部 正会員 河村 隆

1. はじめに 著者らは透水性の低い粘土に対して不飽和粘土供試体を短時間で容易に作製する方法として、真空蒸発法を提案している^{1), 2)}。本手法を用いれば、締めによる動的荷重や空気圧負荷による透水力など予圧密圧力以外の応力履歴を供試体を与えることが少なく、不飽和粘土供試体を作製することが可能である。本文では、まず、真空蒸発法の特長について示す。そして、本手法を用いた実際の作製方法について述べる。

2. 真空蒸発法の原理および実験概要 本手法は、**図-1**のように予圧密した飽和粘土供試体を静置した真空デシケータ内を真空ポンプにより水の飽和蒸気圧付近まで減圧することにより^{3), 4)}、供試体内の間隙水を蒸発させて不飽和粘土供試体を作製する手法である。本手法の詳細は文献1), 2)を参照されたい。純水と粘土内の間隙水は温度とそのときの水の飽和蒸気圧に支配される。すなわち、**図-2**のように真空圧 $p_v \leq -95 \text{ kN/m}^2$ となる場合に蒸発が生じる³⁾。NSF(B)粘土(土粒子密度 $\rho_s = 2.726 \text{ g/cm}^3$ 、液性限界 $w_L = 73.9\%$ 、塑性指数 $I_p = 40.8$)を所定の予圧密圧力で一次元圧密し、**表-1**に示すように所定の大きさ、(初期直径 d_0 、初期高さ h_0 、予圧密圧力 p_0)に成形した。成型後、真空デシケータ内に静置し所定の経過時間まで真空圧を負荷した。

3. 試験結果および考察 **図-3**に真空蒸発法における含水比 w の経時変化を示す。含水比 w を初期含水比 w_0 で正規化している。 w/w_0 は各々の試験において、時間にともないそれぞれ直線的に減少する。検定用供試体において、約6時間で $w=0\%$ となる。他の供試体も各々、さらに時間が経過すれば $w=0\%$ になると考えられる。

図-4に真空蒸発法における体積変化 ΔV の経時変化を示す。体積変化は、初期体積 V_0 で正規化をしている。 $\Delta V/V_0$ は、 $S_r = 92\% \sim 60\%$ の間で一定値となる。また、異なる p_0 で同じ大きさをもつ供試体では、 p_0 が大きく、 w_0 の小さい方が S_r の高い状態で体積が一定となり、供試体の収縮は小さい。

図-5に真空蒸発法により実測された飽和度 S_r の経時

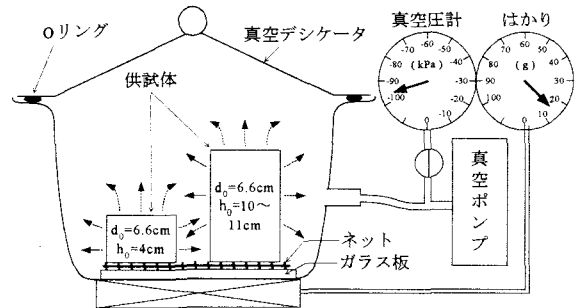


図-1 真空蒸発法の概要

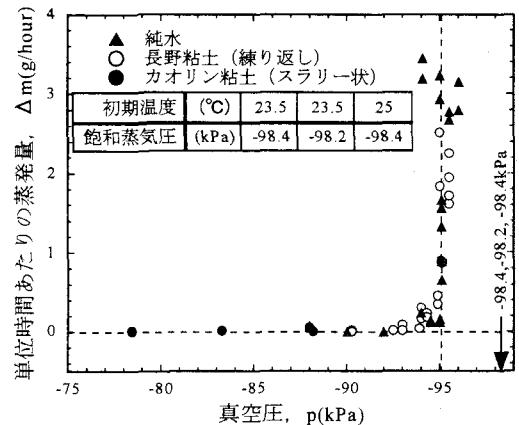


図-2 真空圧と単位時間あたりの蒸発量の関係³⁾

表-1 試験ケース

凡例	初期直径 d_0 (cm)	初期高さ h_0 (cm)	予圧密圧力 p_0 (kN/m ²)
■ 検定用供試体	2.4	2.6	98
○ 圧密用供試体	7.0	4.0	49
□ 圧密用供試体	6.6	4.0	98
◇ 圧密用供試体	6.6	4.0	196
● 一軸用供試体	3.7	7.2	98
■ 三軸用供試体	5.0	10~11	196

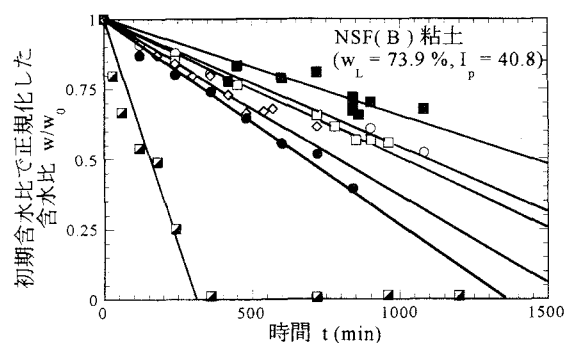


図-3 w/w_0 の経時変化

変化を示す。飽和度はいずれも試験終了時の実測値であり、時間の経過とともに各々曲線的に減少する。同じ寸法の供試体の場合、 p_0 が小さく、 w_0 の大きい方が飽和度を低下させるのにより時間を要する。

図—6 に S_r と w/w_0 の関係を示す。 S_r は、予圧密圧力、供試体の大きさ、初期含水比によらず、唯一の曲線で近似される。近似線の相関係数は $r=0.99561$ であり、相関は非常に高い。

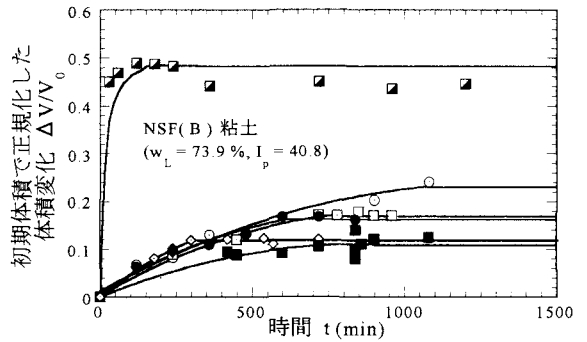
図—7 に近似線により予測した飽和度の適合性を示す。すなわち、 $S_r(cal)$ は、図—6 に示した近似式を用いて算定された飽和度である。すべての試験において、実測値と算定値の差は±5%程度に収まっており、適合性は非常に高い。以上のことより、あらかじめ、検定用供試体のように小さな供試体で予備試験をおこなえば、短時間で簡便に近似線を求めることができる。したがって、様々な条件の供試体において、真空蒸発中の質量の変化 ΔM を測定するだけで w/w_0 が算定できるので、任意の S_r を簡便に作製することが可能である。

4. まとめ 試験より得られた主な知見は以下のとおりである。

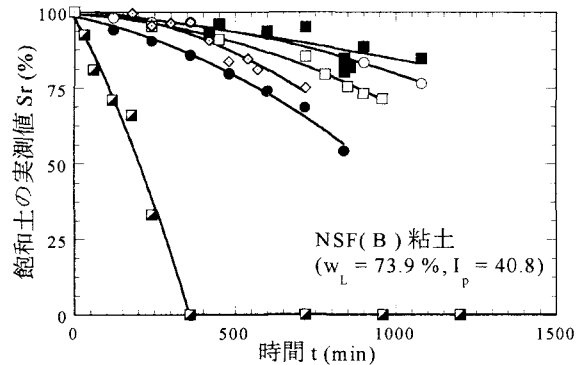
- (1) 純水と粘土中の間隙水の蒸発は、温度とそのときの水の飽和蒸気圧に支配される。すなわち、 $p_v \leq -95 \text{ kN/m}^2$ の場合に蒸発が生じる。
- (2) 含水比は時間にもなって、絶乾状態まで直線的に減少する。
- (3) 飽和度 S_r と w/w_0 の関係は、予圧密圧力、供試体の大きさ、初期含水比によらず唯一の曲線で近似され、飽和度の実測値と算定値の適合性は非常に高い。
- (4) あらかじめ、検定用供試体のように小さな供試体で予備試験をおこなえば、短時間で簡便に近似線を求めることができる。したがって、様々な条件の供試体において、真空蒸発中の質量の変化を測定するだけで、任意の S_r を簡便に作製することが可能である。

【参考文献】

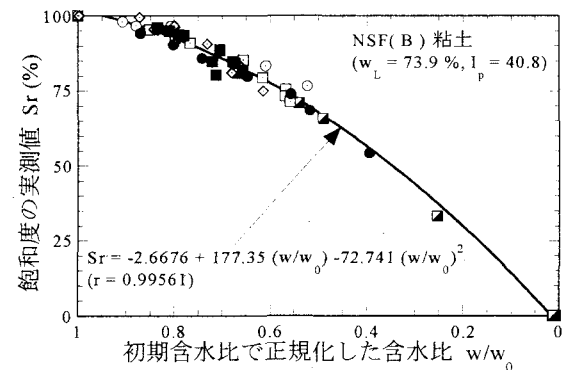
- 1) 井上友博, 梅崎健夫, 河村隆: 真空蒸発法で作製した不飽和粘土供試体の圧密・強度特性, 第 38 回地盤工学研究発表会, pp. 923-924, 2003.
- 2) 井上友博, 梅崎健夫, 河村隆: 真空蒸発法で作製した不飽和粘土供試体の圧密・強度特性 (その 2), 第 59 回年次学術講演会, III-16, pp. 31-32, 2004.
- 3) 梅崎健夫, 河村隆: 真空蒸発による軟弱粘土の含水比低下特性, 第 4 回地盤改良シンポジウム, 日本材料学会, pp. 201-208, 2000.
- 4) 梅崎健夫, 河村隆: ペーパーバッグ真空圧密法による高含水比の発生土および汚泥の脱水・減容化技術, 第 5 回地盤改良シンポジウム, 日本材料学会, pp. 115-120, 2002.



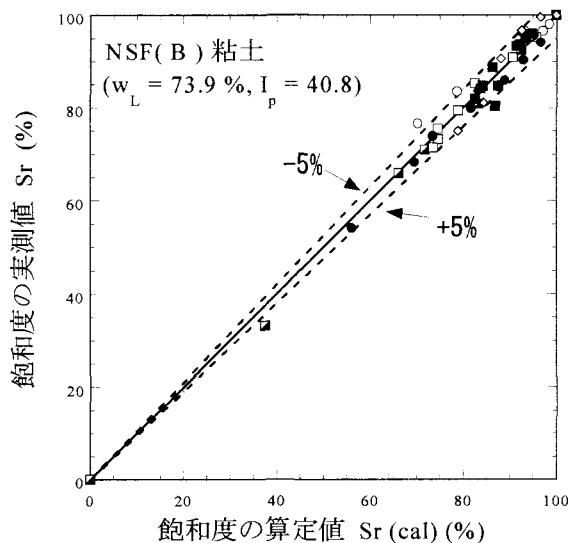
図—4 ΔV/V₀の経時変化



図—5 真空蒸発法における飽和度の経時変化



図—6 S_r と w/w_0 の関係



図—7 近似線による飽和度の適合性