

Ⅲ - B 259

真空蒸発による塊状粘土の含水比低下

信州大学工学部 正員 ○梅崎健夫
 信州大学大学院 正員 塩野敏昭
 信州大学大学院 学生員 高木 亨

1. はじめに 軟弱地盤改良における真空の応用として、真空に伴う水の蒸発現象を利用した粘性土の含水比低下技術の開発が進められている^{1)・2)}。前報²⁾では、一連の室内実験の結果に基づいて、液性限界以上の含水比で練返された粘土中の水の真空蒸発現象とその支配因子の関係について明らかにした。本文は、圧密による骨格構造を有する塊状粘土中の水の真空蒸発現象とその支配因子について同様の室内実験を基に考察したものである。

2. 試料および実験方法 試料にはNSF粘土 ($G_s=2.756$, $w_L=61.1\%$, $I_p=27.4$) を用いた。純水を用いて含水比120%に練返し、所定の圧密応力 σ_v で6日間一次元圧密した塊状試料をカッターリングを用いて直径6cm、高さ5cmに切り出して供試体とした。今回、アクリル製の真空層 (内径6cm、高さ15cm、断面積28.3cm²) の底面にセラミックディスク (AEV=196kPa (公称)、直径10.1mm、厚さ3mm、断面積0.79cm²) を備えた間隙水圧計 (底面より1mm突出) を新たに設置した。真空層に供試体を詰め込み、25℃の室温における水の蒸気圧に相当する-95.1kPaの真空圧を負荷して、水の蒸発量、粘土中の間隙圧力、粘土の温度および容器内の気温の経時変化を測定した。比較のために、練返した粘土中の水の真空蒸発実験も実施した。なお、供試体が吸引され上方に持ち上がるのを防ぐために、供試体表面には排水材 (プラスチックボードドレーン) を設置してスパーサーで固定し、-95.1kPaの真空圧の負荷は1分間を要して徐々に行った。設置した排水材の影響については前報²⁾において考察している。

3. 実験結果および考察 図-1 に供試体の初期間隙比を示す。一次元圧密した後に切り出された塊状粘土の間隙比 e_0 (含水比 w_0) は、 $\sigma_v=49$ kPaのとき $e_0=1.82$ ($w_0=58.8\%$)、 $\sigma_v=245$ kPaのとき $e_0=1.32$ ($w_0=47.4\%$) と異なる。透水係数も間隙比に対応して異なるものと思われる。一方 $\sigma_v=245$ kPaの含水比に近い $w_0=48.1\%$ で練返した粘土を真空容器に詰め込んだときは $e_0=1.50$ であり、液性限界に近い

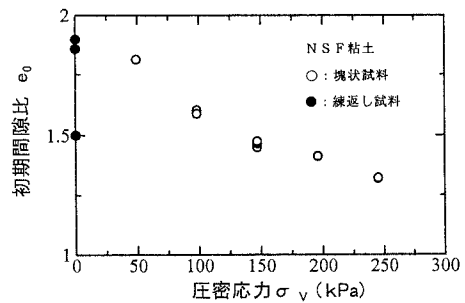


図-1 圧密応力と初期間隙比の関係

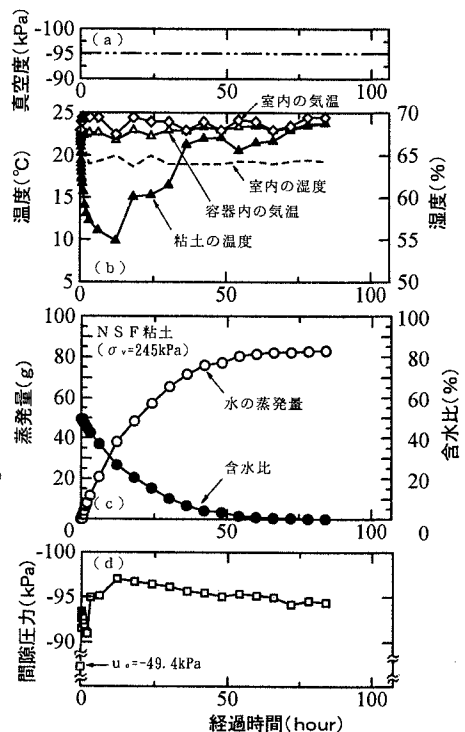


図-2 粘土中の水の真空蒸発挙動

キーワード：粘土，地盤改良，真空蒸発，圧密応力，初期間隙水圧

連絡先：〒380-8553 長野市若里500, TEL&FAX 026-269-5291

$w_0=63.2\%$ のときは $e_0=1.90$ である．このように骨組み構造の程度が異なる粘土中の水の真空蒸発現象を検討した．

図-2に $\sigma_v=245\text{kPa}$ で一次元圧密された塊状粘土の実験結果を示す．真空の負荷とともに粘土の温度が急激に低下し最大 15°C 程度も低下し，その後徐々に回復している．これは粘土中の水の蒸発量に対応する気化熱の損失によるものと思われ，真空の負荷直後の蒸発速度が大きい．粘土中の水の蒸発量は時間とともに増加し，約3日後には飽和状態

（含水比ゼロ）に達している．このような真空蒸発の挙動は液性限界以上の含水比で練返された粘土の場合と同様である²⁾．供試体底面での間隙圧力の変化を（d）に示す．圧密された塊状粘土は，その骨組み構造を保持するために負の間隙圧力を有する． $\sigma_v=245\text{kPa}$ の場合には，初期間隙水圧 $u_0=-49.4\text{kPa}$ とかなり大きな負圧を有する．真空の負荷とともに間隙水圧はさらに負圧が大きくなり，水の蒸気圧 -95.1kPa に達する．ただし，この場合，30分程度経過した時点から間隙水圧計の管路中にキャビテーションが生じた．

図-3に圧密応力が異なる場合の水の蒸発速度の比較を示す．間隙比（透水性係数）が小さく，骨組み構造が発達した圧密応力の大きい粘土の方が水の蒸発速度が速い．なお，文献2）において練返した粘土中の水の蒸発速度には初期含水比は影響しないことを示している．

図-4に塊状粘土と練返し粘土の水の蒸発速度の比較を示す．圧密された塊状粘土の方が水の蒸発速度が速い．図-3，4より，粘土の骨組み構造の発達には粘土中の水の真空蒸発を妨げることはないようである．

図-5に圧密応力と初期間隙水圧の関係を示す．圧密された塊状粘土は，その骨組み構造を保持するために，圧密応力の増加とともにより大きな負の間隙水圧を有する．粘土中の水の真空蒸発も，純水と同じく，温度とその時の水の蒸気圧に支配される²⁾．供試体内部が水の蒸気圧に達するには時間を要するので（図-2（d）），初期間隙水圧が水の蒸気圧に近いものほど水の蒸発速度が速いものとする．

4. まとめ (1)真空による粘土中の水の蒸発速度は，圧密により骨格構造が発達した塊状粘土の方が練返し粘土よりも速い．(2)圧密応力が大きく骨組み構造がより発達した塊状粘土の方がより大きな負の間隙水圧を有しており，初期間隙水圧が水の蒸気圧に近いものほど水の蒸発速度が速い．(3)現地発生土に対する本手法の有効性が示唆される．

【参考文献】1)西林ら：真空蒸発による不飽和土の含水比低下技術（その4），土木学会第53回年次学術講演会，3-B pp.530-531，1998．2)梅崎ら：真空蒸発による粘土の含水比低下，土木学会第53回年次学術講演会，3-B pp.528-529，1998．

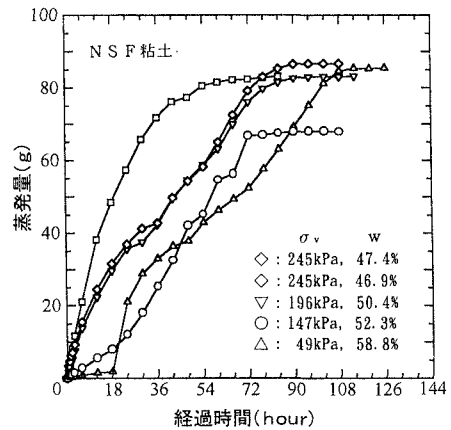


図-3 圧密応力の異なる粘土の水の蒸発速度の比較

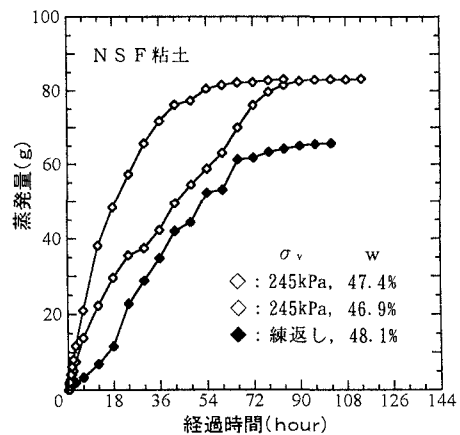


図-4 塊状粘土と練返し粘土の水の蒸発速度の比較

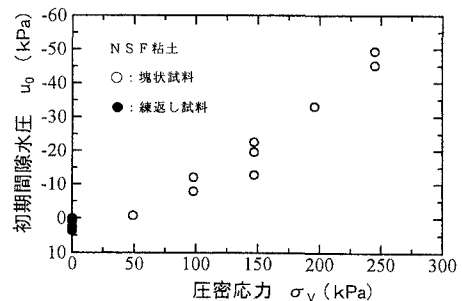


図-5 圧密応力と初期間隙水圧の関係