

Ⅲ-B 264

真空蒸発による粘土の含水比低下

信州大学工学部 正〇梅崎健夫

信州大学大学院博士後期課程 正 塩野敏昭

信州大学工学部 学 小坂美由紀(現 石川県庁)

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⁾。一方、著者らも、従来の真空圧密工法を発展させた“新しい真空圧密工法”²⁾の開発を進める中で、別途、真空蒸発現象にも着目し、その地盤工学への応用の可能性について検討してきた。本文は、粘土中の水の真空蒸発現象とその支配因子について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 試料には純水およびカオリン($G_s=2.724$, $w_L=75.6\%$, $I_P=39.3$)を用いた。写真-1に実験装置を示す。アクリル製の真空層(内径6cm, 高さ15cm, 断面積28.3cm²)に一定量の試料(すべての実験において水の質量を150gに調整した。)を詰め込み、試料に一定の大きさの真空を負荷して水の蒸発量と試料の温度および容器内の気温の経時変化を測定した。カオリンの含水比を3種類($w_L=75.6\%$, $1.5w_L$, $2w_L$)、真空度を7種類(大気圧(-0kPa)~-95.1kPa)、温度を3種類(25, 45, 70℃)に変化させて実験を行った。なお、真空度の大きい場合には、カオリンが吸引され、流失するのを防ぐために、試料表面に排水材(プラスチックボードドレーン)を設置し、設置した排水材の影響についても比較実験を行った。さらに、大気圧下での自然蒸発量(気乾燥量)も測定した。

3. 実験結果および考察 図-1に常温25℃、真空度-95.1kPaの条件下におけるカオリン($2w_L=151.2\%$)の実験結果を示す。真空の負荷直後に真空容器内の気温が10℃程度も急激に低下し、試料内の温度も同様に5℃程度低下している。これは試料表面からの水の蒸発による気化熱の損失を示すものと思われる。その後、温度の上昇と下降を繰り返しながら真空蒸発が進行し、粘土中の水の蒸発量は時間に比例して増加し、試料は約7日後には絶乾状態(含水比ゼロ)に達している。このように真空蒸発の挙動は圧密挙動とは大きく異なる。西林ら¹⁾も、含水比 $w=40\%$ 程度の不飽和土に対して同様の挙動を報告している。しかし、その結果では含水比が一定値($w=25\%$ 程

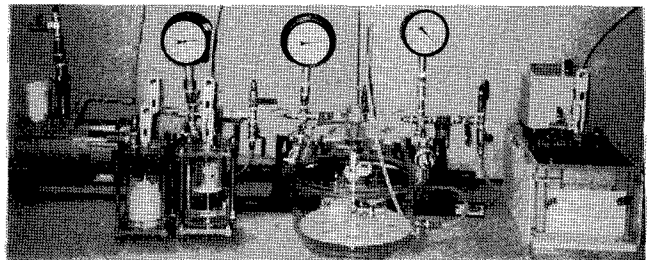


写真-1 実験装置

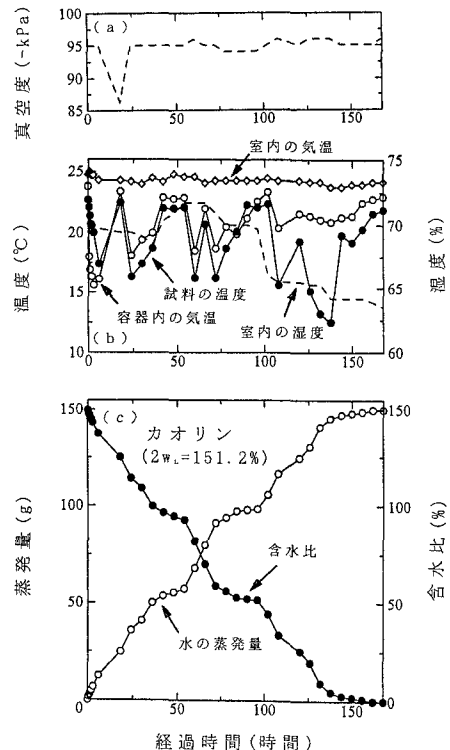


図-1 粘土中の水の真空蒸発挙動

キーワード: 粘土, 地盤改良, 真空蒸発, 水の蒸気圧, 温度

連絡 先: 〒380-8553 長野市若里500, TEL 026-226-4101, FAX 026-223-4480

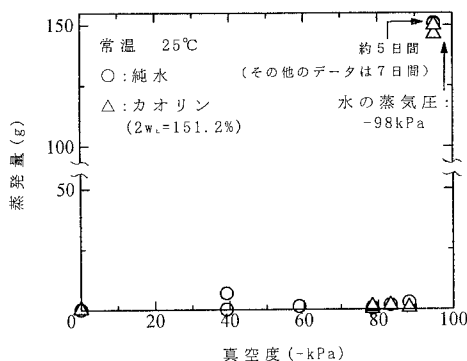


図-2 真空度と蒸発量の関係

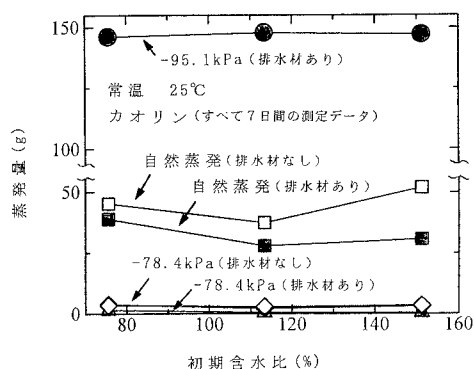


図-3 粘土の初期含水比と蒸発量の関係

度)に取れんする傾向を示しており、この点は本文の結果と異なっている。

図-2に真空度と蒸発量の関係を示す。純水、カオリンともに、常温25°Cの場合、真空度-95.1kPa以外の実験ケースにおいては真空蒸発は生じていない。標準大気圧の場合、常温25°Cにおける水の蒸気圧は約-98kPaである。

図-3に粘土の初期含水比と蒸発量の関係を示す。真空蒸発、自然蒸発ともに、粘土中の水の蒸発量および蒸発速度は粘土の初期含水比の影響を受けない。自然蒸発（気乾燥）の場合は、試料表面の露出状態が影響するので、排水材がない場合の方が少し蒸発量が多いが、真空蒸発の場合は、密閉状態であるので、排水材の影響を受けない。

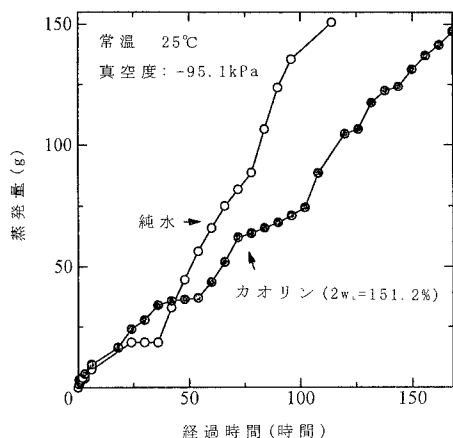


図-4 純水と粘土中の水の蒸発速度の比較

図-4に純水と粘土中の水の蒸発速度の比較を示す。粘土中の水の蒸発速度は純水の場合よりも遅い、粘土の透水性や粘土粒子の親水性と関連するものと思われる。

図-5に温度と蒸発量の関係を示す。真空度-78.4kPaの場合、温度70°C以外の実験ケースにおいては真空蒸発は生じていない。70°Cにおける水の蒸気圧は約-70kPaである。

4. まとめ (1)粘土中の水の蒸発も、純水の場合と同じく、温度とその時の水の蒸気圧に支配される。(2)真空度がその時の温度に対応する水の蒸気圧に達すると、粘土中の水の蒸発が生じ、粘土の含水比は急激に減少して絶乾状態（含水比ゼロ）にまで達する。(3)初期含水比が異なる場合でも、粘土中の水の蒸発量および蒸発速度は等しい。(4)粘土中の水の蒸発速度は純水の場合よりも遅い。(5)-78.4kPa程度の真空度と約60°Cの温度を与えられれば、急激な軟弱地盤改良（含水比低下および強度増加）を実現することができる。

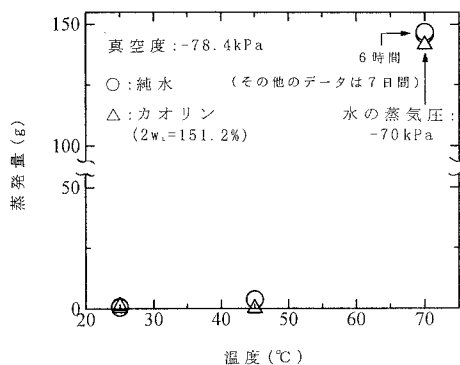


図-5 温度と蒸発量の関係

【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1），土木学会第52回年次学術講演会，pp.404-405，1997. 2)二ノ宮ら：新しい真空圧密工法による軟弱地盤改良の効果（その1），第33回地盤工学研究発表会，1998.