

# 真空蒸発による粘土の効率的な含水比低下手法の検討

信州大学工学部 正 河村 隆 正 梅崎健夫  
 信州大学大学院 正 塩野敏昭 学 小野島隆雄

1.はじめに 軟弱地盤の残土処理対策における真空技術の応用として、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<sup>1)~3)</sup>。著者らは、液性限界以上の含水比で繰り返された粘土中、および圧密による骨格構造を有する再構成粘土中の真空蒸発現象とその支配要因の関係について検討している<sup>2),3)</sup>。

本文では、純水と自然粘土に関して真空蒸発が生じ始める真空圧を詳細に考察し、さらに、効率的な含水比低下手法の検討を行った。

2.実験概要 試料には、純水および自然粘土（長野粘土： $G_S=2.622$ ,  $w_N=36.6\%$ ,  $w_L=54.5\%$ ,  $I_p=29.9$ ）を用いた。長野粘土に純水を加えて含水比が液性限界の2倍程度になるように繰り返し、圧密圧力 $\sigma_v=196\text{kPa}$ で一次元圧密した。その後、カッターリングを用いて直径60mm、高さ50mmに整形したものと、さらに繰り返した後、同一寸法に整形したものの2種類の供試体を作製した。

図-1に実験装置の概略を示す。ゴムリング、排水材およびアクリル製スペーサーを供試体の上面に設置することにより、供試体が浮き上がらないようにした。

実験では図-1に示すように真空層に供試体を設置し、一定の室温下（23.5）で所定の真空圧を作用させ、水の蒸発量と温度と負圧の経時変化を測定した。さらに、供試体内外の空気の流れが蒸発量に影響すると考え、空気の流れを変化させた4種類の条件（(a)密閉状態、(b)直接送風（ピンホール）、(c)間接送風（ピンホール）、(d)間接送風（30分断続開放））で、同様の実験を行った。基本実験ケースである密閉状態でのみ図-1(a)に示すように、供試体の底部にセラミックディスクを備えた負圧計<sup>3)</sup>を設置し、負圧を測定した。直接送風は、図-1(b)のように、真空層底部に極小のピンホールを空けたチューブを設置し、ピンホールから入った空気が供試体底部に直接接するようにした。間接送風は、真空層上部にピンホールを空けたチューブを設置したケース（図-1(c)参照）と、真空層上面部のバルブにより、30分毎に1回5秒間だけ大気開放を行うケース（図-1(d)参照）の2種類を行った。なお、ピンホールを十分に小さくすることにより、実験中、真空層内の真空圧が一定に保たれるように制御している。

## 3.実験結果と考察

図-2に繰り返した長野粘土を用いて真空圧を-88kPaから6時間毎に  
 キーワード：粘土、純水、地盤改良、真空蒸発、蒸発速度  
 連絡先：〒380-8553 長野市若里 4-17-1 TEL 026-269-5289, FAX 026-223-4480

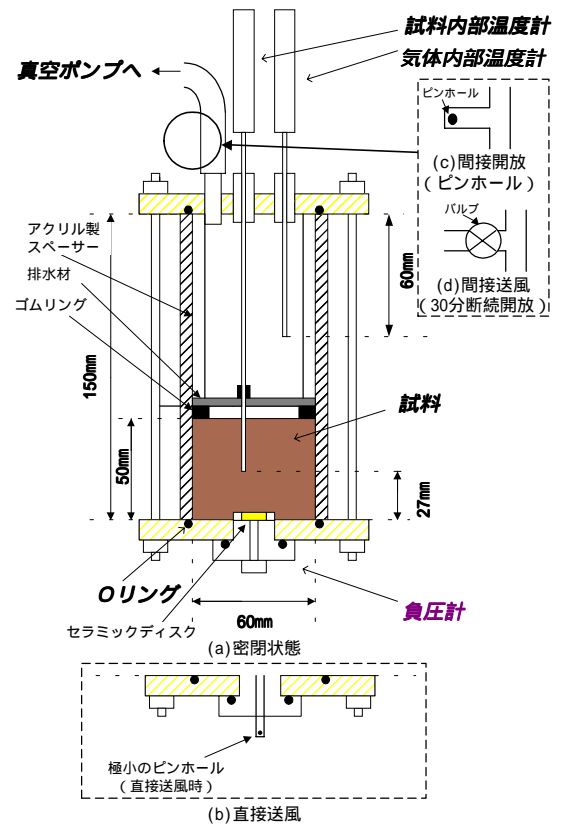


図-1 装置略図

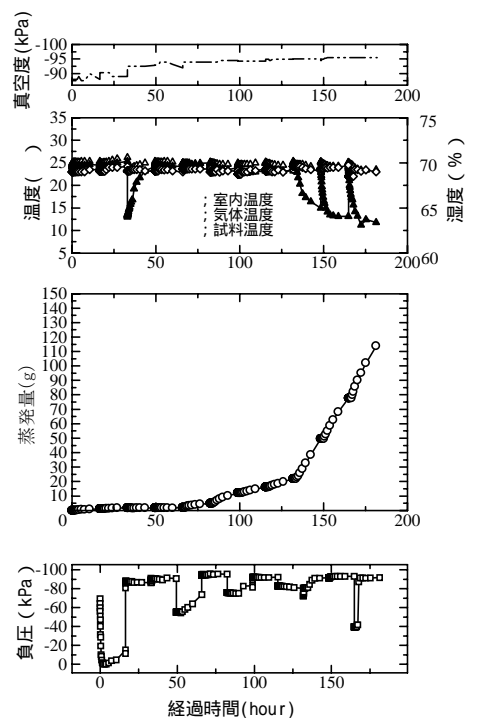


図-2 粘土中の真空蒸発挙動

徐々に増加させたときの温度、蒸発量、負圧の経時変化を示す。このような傾向は、純水と長野粘土を用いた他のケースでも同様であった。さらに、純水と長野粘土に関して真空蒸発が生じ始める真空圧を詳細に考察するために、図-3のような整理を行った。

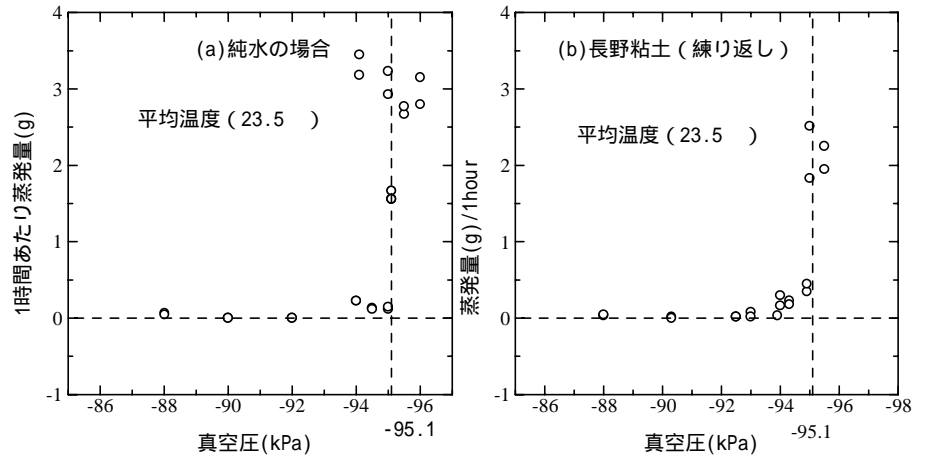


図-3 真空圧の違いによる単位時間蒸発量

図-3(a), (b)に純水と繰り返した長野粘土に関する真空圧と単位時間蒸発量の関係を示す。純水、長野粘土中の水ともに真空圧-95.1kPa よりも低い真空圧では、ほとんど真空蒸発は生じていないが、真空圧-95.1kPa を境に単位時間蒸発量が急激に増加する傾向にある。なお標準大気圧の場合、23.5℃における水の蒸気圧は-98.4kPaである。以上の結果を踏まえて、以下の実験では真空圧を-95.1kPaとした。

次に、粘土中の水をより速く真空蒸発させることを検討するための実験を行った。図-4(a)に空気の流れを変えた一連の実験から得られた純水の蒸発量の比較を示す。通常の密閉状態と比較して、直接供試体に送風すると著しく蒸発量が増加する。しかし、間接送風ではほとんど効果が得られなかった。直接送風では、真空層底部のピンホールから入った空気が、小さな泡となり純水中を上がっていくのが観察された。直接送風の蒸発量が著しく大きくなった要因として、この泡により水と空気の接触する面積が増加したことも考えられる。同様に、圧密再構成および繰り返した長野粘土を用いた場合の蒸発量の比較をそれぞれ図-4(b), (c)に示す。いずれも純水の場合と同様に、通常の密閉状態と比較して、直接供試体に送風すると蒸発量が増加する。圧密再構成および繰り返した長野粘土の蒸発量を比較すると、圧密再構成の方が大きくなっている。これは骨組み構造が乱されずに残っている圧密再構成粘土の方が、より大きな負の間隙水圧を有しているからである<sup>3)</sup>。

4.まとめ 本研究から得られた知見をまとめると、以下のようになる。(1)純水と繰り返した長野粘土において、平均室温下(23.5℃)のとき、水の飽和蒸気圧-98.4kPaに対して、真空圧-95.1kPaで急激に蒸発量は増加する。(2)純水と長野粘土の双方において、真空圧が低下しない程度のピンホールにより、供試体に直接送風することにより、効率よく含水比を低下させることができる。

【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回年次講演会，3-B，pp.528-529，1998。3)梅崎ら：真空蒸発による塊状粘土の含水比低下，土木学会第54回年次講演会，3-B，pp.518-519，1999。

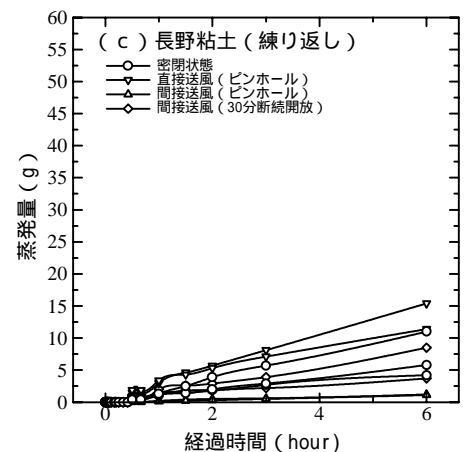
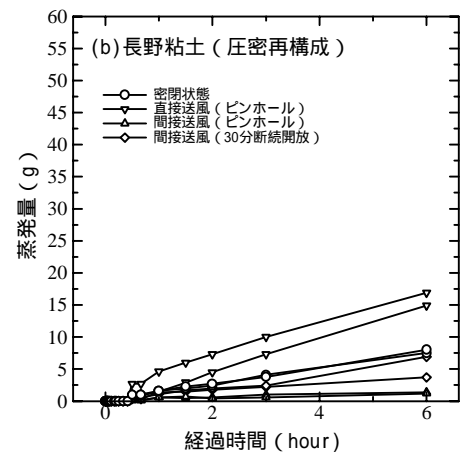
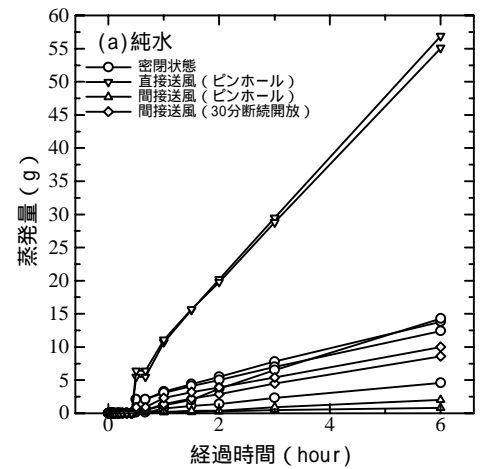


図-4 蒸発量の比較