

摂南大学 学生員 ○片野田 栄一
井筒 孝介・上西 浩平
奥田 善裕・遠山 光宗
摂南大学 正会員 伊藤 譲

1.研究目的

我が国は人口に対して国土が狭いため、通常は利用不可能な軟弱な地盤も改良し有効利用する必要がある。現在、各種地盤改良工法において経済性、環境面からプラスチックボード(PD)等を用いたバーチカルドレーン工法等が最も多く利用されている。しかしこれらの工法はそれ自体では地盤強度の増加をもたらすことができない。ところで、凍上の研究において凍結融解した土の間隙比の減少が報告されている。そこで鉛直ドレーン工法に地盤凍結技術を組み合わせた新圧密促進工法が提案された。本研究の目的はこの新工法の現場への適用性を検討することである。今回は現場で起こりうる問題点の把握を目的とした土槽実験を行った。

2.実験方法

今回の実験には図1に示す土槽実験装置を用いた。試料には表1に示す藤の森粘土を使用した。予圧密を上載荷重30kPaで行い、圧密が90%に達した後凍結を開始した。実験条件は表2に示す。土槽の中心に凍結パイプを挿し凍結させ、内部温度、土圧、間隙水圧、変位、排水量を測定した。実験後上から4断面に分け、各断面において中心から外側へ含水比を測定した。また、凍土、未凍土部分において圧密試験用、一軸圧縮試験用の試料を採取した。

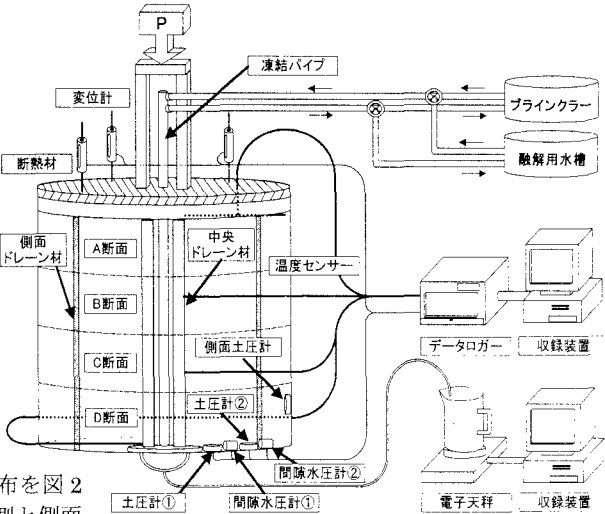


図1 土槽実験装置

3.結果と考察

実験の結果を図2~7に示す。供試体の温度分布を図2に示す。土圧の変化は図3に示すように、凍土側と側面の土圧の増加が一定なのがわかる。これに対して、未凍土側の土圧の変化は少ない。図4に示す間隙水圧の変化は土圧と比較して、大きな増加は見られない。また、凍土、未凍土側での差も見られない。これは土圧計①は凍土域にあるため水の影響を顕著に受けたが、土圧計②は未凍土域にあるため、凍結による圧力を受けられなかったのが原因と考えられる。側面の土圧の増加については、土槽の中心から外側に向かって凍結させているため凍土の成長が水平方向に進み、それに伴い水平方向の土圧も増加したと考えられる。融解時には土圧計②が凍結前のレベルに戻ったのに対して土圧計①と側面は負の値を示した。これは凍土側で凍結時に成長したアイスレンズが融解時に溶けて、泥濘化が起こったためだと考えられる。つまり、融解時には未凍土部分で上載荷重を支えることとなり、凍土側には上載荷重が作用しなかったためと考えられる。

排水量の変化を図5に示す。凍結によって中央のドレーン材が凍り、中央からの排水は行われなくなる。しかし、側面からは凍結の膨張によって多少排水が行われて

表1 試料の物性値

土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	2.754
液性限界 ω_L (%)	51.5
塑性限界 ω_p (%)	28.8
粘土分 (%)	28.0
シルト分 (%)	71.0
砂分 (%)	1.0
最大粒径 (mm)	0.85

表2 実験条件

	Case 3
初期含水比(%)	65.0
予圧密後含水比(%)	55.1
凍結温度(°C)	-22→-24.5
凍結時間(h)	287
融解温度(°C)	40
融解時間(h)	68

Eiichi KATANODA, Kousuke IZUTSU, Kouhei UENISHI, Yoshihiro OKUDA, Mitumune TOHYAMA, Yuzuru ITO

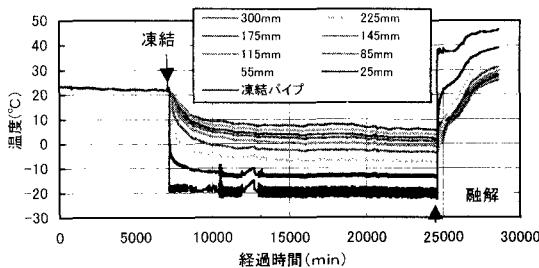


図2 実験中の温度変化

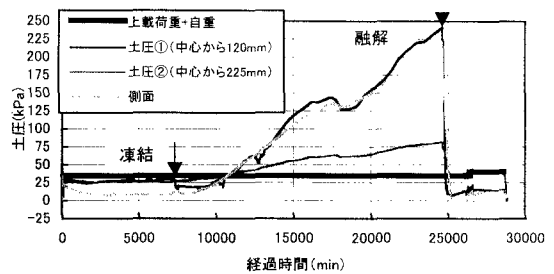


図3 土圧の変化

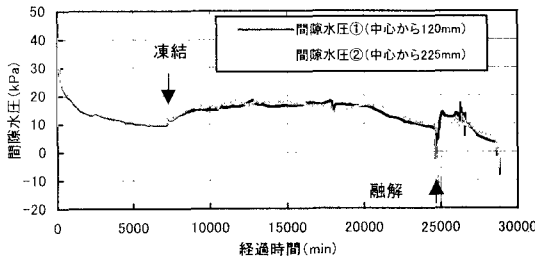


図4 間隙水圧の変化

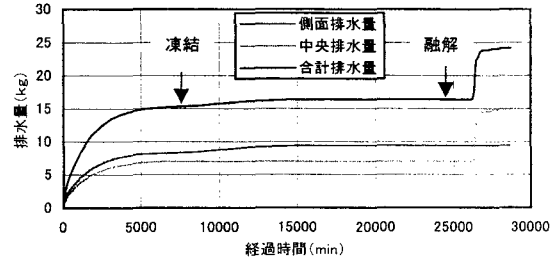


図5 排水量の変化

いるのがわかる。実験後の含水比分布を図6に示す。凍結面(約14 cm)を境界として外側の未凍土部分において含水比の大幅な低下が見られ、脱水圧密が確認された。これに対して凍土側では含水比の低下は見られなかった。それは図3に示したように、融解時に土圧が作用しなかったためと考えられる。

実験後の未凍土側の圧密試験結果から圧密降伏応力を図7に示す。未凍土側については180kPa以上の圧密降伏応力の増加が見られた。なお、凍土側については泥濘化が起こっていたため圧密試料が採取できず、圧密試験を行わなかった。

次に、実験後の一軸圧縮強度を調べたところ87.8 kN/m²の値を得た。今回実験に使用した藤の森粘土は強度増加率 c_u/p が塑性指数よりSkemptonによると0.2~0.25と予想されたためほぼ妥当な値と考えられる。

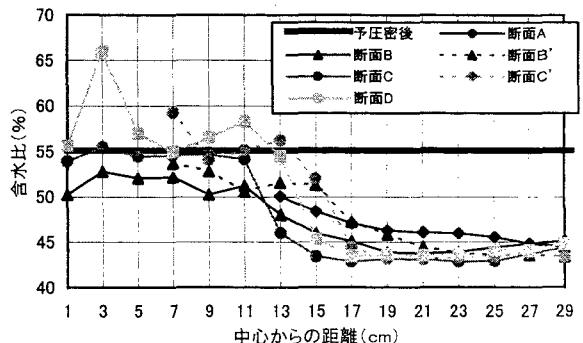


図6 実験後の含水比分布

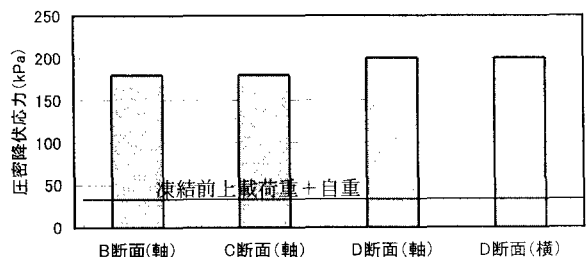


図7 実験後の圧密降伏応力

4. 結論

土槽実験を行った結果以下のような結論を得た。

- ①一次元凍結融解試験から予想された通り、全体の80%を占める未凍土部分において脱水圧密効果が確認された。
- ②しかし、残りの20%を占める凍土部分においては今回の実験では融解水が分離した状態で排水されなかった。この原因は融解時に未凍土部分が上載荷重を支えたためと思われた。

<参考文献>

- 1) 片野田 栄一他：凍結融解現象を利用した新圧密促進工法，第4回地盤改良シンポジウム発表論文集，2000.11
- 2) Ito, Kamon, Nomura, Izuta, and Katanoda：A New Consolidation Method Using Freezing and Thawing Effect, Proc. Symposium on Recent Developments of Ground Improvement, 2001.5