

撰南大学大学院理工学研究科 学生員 ○山本 はいか
 撰南大学 正会員 伊藤 謙
 奥村組土木興業(株) 正会員 廣瀬 剛

1. 目的

近年、都市土木において人工地盤凍結工法がその遮水性や強度の点から高い評価を受けている。しかし、ほとんどのケースにおいて工事期間は数ヶ月から1年程度であり、凍土本体の遮水性が問題になることはなかった。しかし、福島第一原発の凍土遮水壁のように数年以上の長時間維持される場合、凍土壁本体の外側の未凍結部分の遮水性が問題と考えられた。つまり、地盤凍結工法を用いて地盤を凍結させた際にアイスレンズ(IL)と呼ばれる氷晶が発生する。地盤の凍結中、凍結面に向かって水分が移動するため、未凍土側では収縮クラック(SC)が発生する。このようなSCが多数発生して、それらが連結すると凍土遮水壁を回り込みのような水道の形成が考えられる。本研究では、SC、ILが及ぼす未凍結土の透水係数の変化について上載荷重の違いに着目した。

2. 実験方法

図-1に水平方向変位拘束凍結融解鉛直透水実験装置を示す。表-1に実験に用いた藤森16Nの物性値を示す。用意した試料を実験装置に流し込み予圧密荷重 $P=500\text{ kN/m}^2$ まで段階的に載荷させた供試体を使用する。表-2に実験条件を示す。藤森16Nにおいて、CASE1とCASE2で上載荷重の違いで透水係数比較を行う。

3. 結果と考察

図-2にCASE1の温度の経時変化を示す。図-3に変位量の経時変化を示す。CASE1では、半凍結状態が進むにつれ変位量が緩やかに増加している。水平方向の変位を拘束しているため、半凍結中ILの成長による変位は水平方向に作用している。図-4に給排水量の経時変化を示す。半凍結状態が進むにつれ供試体から排水量が増加している。これは、半凍結期間にILが発生し、凍土が未凍土側の間隙水を押し出したことが原因と考える。図-5に透水係数の経時変化を示す。CASE2では透水係数は融解後、凍結前、半凍結中の順に大きかった。半凍結中は凍土側にILが発生し成長する過程で未凍土側の間隙水を吸水し、脱水圧密され、同時にTw側から排水されて間隙が減少し透水係数が小さくなったものと考えられ。図-6にCASE1とCASE2の透水係数の比較する。図-7には透水係数と間隙比の関係を示す。CASE1、CASE2共に半凍結中は透水係数が小さく、間隙比も小さくなっている。

4. まとめ

- (1)CASE1,CASE2の透水係数は、融解後、凍結前、半凍結の順に大きかった。
- (2)実験荷重 p が大きいCASE1の透水係数が全体的に小さかった。
- (3)今回の実験機関の長さでは、SCが繋がり、透水係数が急激に変化することは確認できなかった。

表-1 藤森 16N の物性値

土粒子密度	液性限界	塑性限界	粒度分布		
$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	$W_L(\%)$	$W_p(\%)$	砂 (%)	シルト(%)	粘土 (%)
2.705	45.5	23.4	0.9	31.5	67.6

表-2 実験条件

実験番号	予圧密荷重 $P(\text{kN/m}^2)$	圧密透水試験 $kp(\text{m/s})$	実験荷重 $p(\text{kN/m}^2)$	半凍結期間 $t(\text{hour})$
CASE1	500	2.0.E-09	100	96
CASE2			200	96

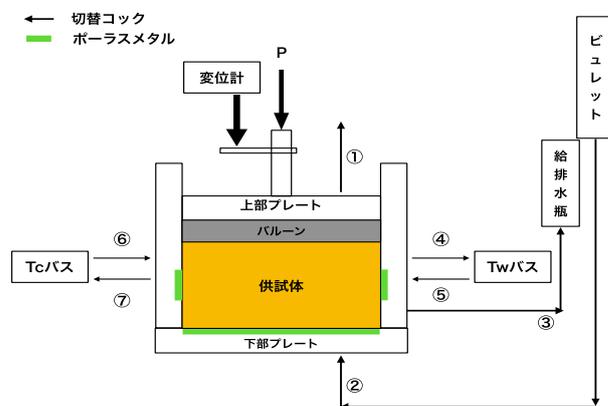


図-1 水平方向変位拘束凍結融解鉛直透水実験

表-3 透水試験時のコックの開閉方法

	透水管		給排水管	不凍水循環管 (T_w)		不凍水循環管 (T_c)	
管番号	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦
透水試験開始時	○	○	×	○	○	○	○
透水試験終了時	×	×	○	○	○	○	○

○ : 開ける × : 閉じる

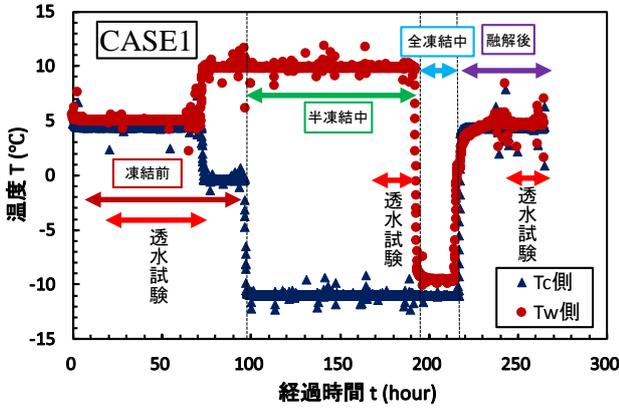


図-2 温度の経時変化

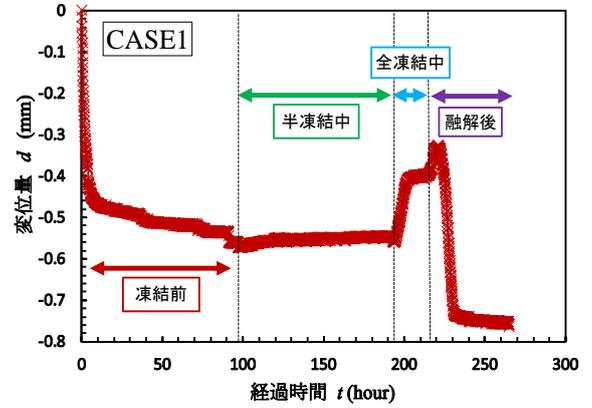


図-3 変位量の経時変化

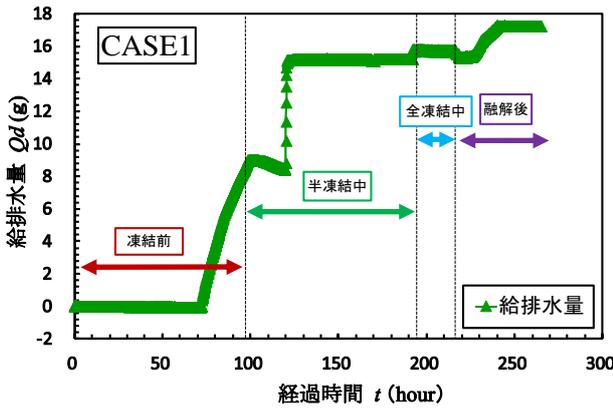


図-4 給排水量の経時変化

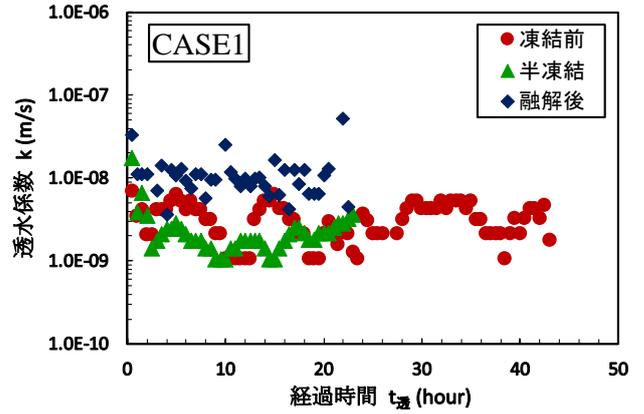


図-5 透水係数の経時変化

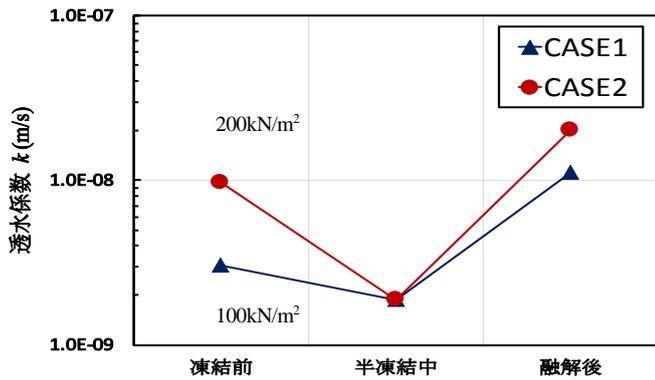


図-6 荷重の違いによる透水係数比較

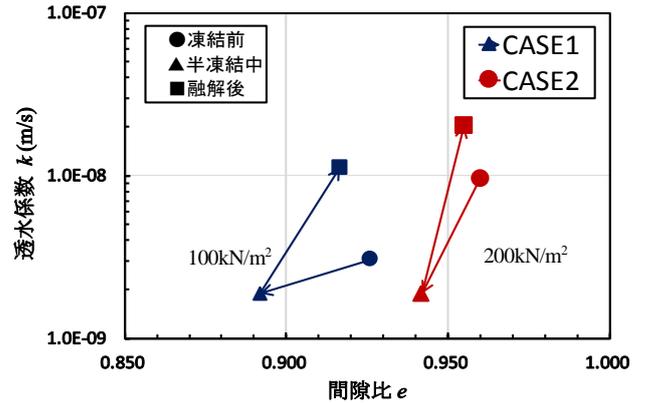


図-7 間隙比と透水係数の関係

参考文献：廣瀬剛，伊藤讓，石川達也，赤川敏：凍結融解土の透水係数の実験的予測方法，土木学会文集 C(地圏工学)，Vol.73, No.2, pp131-140,2017.