## 凍土遮水壁周辺地盤の透水係数変化の実験的研究

摂南大学大学院理工学研究科	学生会員	〇山本	はいか	摂南大学	正会員	伊藤	譲
奥村土木興業	正会員	廣瀬	岡川	ケイコン	非会員	長濱	太造
NEXCO エンジニアリング	非会員	三木	椋介				

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.人工地盤 凍結工法は,ほとんどの工事において数ヶ月から1年程度の工事期間はであり,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なると考えられた.地盤を凍結させた際にアイスレンズ(IL)と呼ばれる氷晶を伴う激しい凍上 が発生することがある.その際,凍結面に向かって水分が移動するため,未凍土側では脱水圧密により収縮クラッ ク(SC)が熱流方向に発生する.このようなSCが多数発生し,連結すると凍土遮水壁を回り込むような水道の発生 が考えられる.本研究では,長期間の凍結が実施される地盤における未凍土側の透水係数の変化について検討した.

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. 試料土を 液性限界の 1.3 倍の量の水と混合し,脱気させた後にセルに流し込み予圧密荷重 P= 500 kN/m<sup>2</sup> 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. CASE1 と CASE2 で半凍結期間の違いで透 水係数比較を行う.実験荷重は p= 200 kN/m<sup>2</sup> とした.本実験では,1つの供試体において凍結前,半凍結中,融解 後の計 3 回の透水試験を行う.この装置では透水試験を行う際,コックの切り替えが必要である.透水試験時は① 上部排水管と②透水管を開け,③給排水管を閉じ,凍結融解時は,①と②を閉じ,③を開ける.

3. 結果と考察 図-2 に温度の経時変化を示す.半凍結期間は Tw 側(高温)を+10℃, Tc 側(低温) -10℃とした.図-3 に CASE1 の給排水量の経時変化を示す.給排水量 Qd の増加は,未凍土全体では圧密されているため,間隙水が排出されることを示す.凍結前において,Tw=+10℃,Tc 側=0℃であった t=60.8 時間 Tc 側から凍結を開始させると,Qd が増加した.半凍結(Tw=+10 ℃,Tc=-10 ℃)時 t=88.7 時間から Qd の増加は経過時間と共に緩やかになった. 半凍結中の透水試験開始時 t=132h からは給排水系を閉じているため,Qd の変化はない.その後融解時には急激にQd が増加した.実験では Tc 側から 8.9 cm の位置に 幅 1 mm,高さ 7 cm の IL が発生した. IL の発生に伴い凍結面への水分移動が発生し,IL 近くの未凍土は脱水圧密されたと考えられる.また,IL の成長による水から氷への相変化による体積膨張により,Tw 側の未凍結土は圧縮され Tw 方向に水が流れ給排水瓶に押し出されたものと考える

ことができる. 今回の実験では, 目視では SC は観測されなかった.

図-4 には、透水係数測定時の経時変化を示す. CASE1 では透水係数が大きいものから融解後、凍結前、半凍結中 となった. 半凍結中の透水係数が凍結前より小さいことは未凍土側が脱水圧密され間隙水が減少したことと凍土に 押されて圧縮された未凍結部分が原因であると考えられる.図-5 に CASE1 と CASE2 の半凍結期間における給排水 量の比較を示す.どちらも緩やかに上昇している.図-6 には、透水試験の比較を示す. CASE1, CASE2 どちらも大 きい順に融解後、凍結前、半凍結中であった.半凍結期間が長い CASE2 の方が半凍結の透水係数は k=1.89×10<sup>9</sup> から k= 7.0×10<sup>10</sup> へと減少した.図-7 に間隙比と透水係数との関係を示す. CASE1, CASE2 共に半凍結中は凍結 前よりも間隙比も小さく、透水係数が小さくなった.

4. まとめ (1)凍結中,一貫して供試体の Tw 側からの排水が継続した.(2)半凍結期間 96h と 384h を比較すると給 排水量の変化に収束する傾向は見られない.(3)間隙比は大きい順に凍結前,半凍結で,透水係数も半凍結の方が凍 結前よりも小さい.(4)今回の実験の凍結時間の範囲では,凍結時間を長くしても当初予想していた収縮クラックに よる透水係数の急激な増加は見られなかった.

謝辞:本研究には科学研究費補助金 17H03307(基盤研究(B)) が使われています.

キーワード:凍結融解,アイスレンズ,収縮クラック,透水係数.

連絡先:〒572-8508 大阪府寝屋川市池田中町 17-8 摂南大学大学院理工学研究科 TEL 072-839-9117

参考文献:廣瀬剛,伊藤譲,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,土木学会論文集 C(地圏 工学), Vol.73, No.2, pp.131-140(2017)

<b>太</b> -1 膝衆 16N の物性値											
	土粒子密度	液性限界	塑性网	退界	粒度分布						
	$\rho_s (g/cm^3)$	$W_L$ (%)	$W_p$ (	(%)	砂 (%)	シ	フレト(%)	粘土 (%)			
	2.705	45.5	23.4		0.9	31.5		67.6			
	<b>一下</b> 下入 亚、口	予圧密荷重		実験荷重		半凍結期間					
美颖雀	美騻番方	$P(\text{kN/m}^2)$		$p (\text{kN/m}^2)$		t (hour)					
	CASE1	500		200		96					
	CASE2			200			384				

藤本 1 CN の 物 州 信





図-1 水平方向変位拘束凍結融解鉛直透水実験装置

