

Ⅲ－B349 飽和粘性土における凍結・融解作用について

北海学園大学工学部 正会員 小野 丘

まえがき

筆者らは、軸対称応力条件下で凍結・融解履歴を受けた飽和粘性土の示す非排水強度特性に関する一連の実験を実施してきており、その結果いくつかの成果を得ている^{1) 2) 3) 4)}。これまで得ている結果から、有効拘束圧力が200kPa程度の応力条件においては、凍結・融解履歴を受けた正規圧密粘性土は、軽く過圧密された場合と類似した非排水せん断特性を示すことが分かってきており、その原因は凍結中に発生するサクションが引き起こす有効応力増加履歴であると推定している^{3) 4)}。

一方、国内における自然地盤の凍結深を考えると、実地盤が凍結・融解作用を受ける状況は低い拘束圧力での過圧密条件で近似できると考えられる。そこで本報告では、凍結・融解履歴を低拘束圧過圧密粘土に与えた場合の非排水せん断特性の実験結果の一部を示すものである。

凍結・融解実験装置および実験方法

本報告で用いた軸対称三軸凍結・融解実験装置は、通常の三軸試験装置の圧力セルの中で供試体に任意の温度場を与えることができるように工夫してあるものである⁵⁾。実験は有効応力300kPaで等方圧密後、有効応力25kPaまで除荷する過圧密過程終了後、サーマルショックを与えて氷核を形成した後に、キャップ側は0℃から、ベDESTAL側は+10℃から両端同時に-0.2℃/hourの冷却速度で温度を降下させて凍結履歴を与えた。このときの凍結速度は2mm/hourである。凍結中の吸排水はベDESTAL側から行なった。0℃線が供試体下端まで到達した後に、上下端の温度を2℃に上げて融解させ、融解による排水が終了後、直ちに非排水せん断を実施した。圧密から融解終了までの全過程で背圧100kPaを載荷している。また比較のために、同じ過圧密履歴後に未凍結で非排水せん断を実施した。

実験試料

今回の実験に用いた試料の物理的性質を表-1に示す。供試体は液性限界の約2倍のスラリー状態から100kPaで予備圧密して作成した試料から、φ50mm、H100mmに切り出した飽和試料である。

表-1 試料の物理的性質

液性限界	48.9%
塑性指数	23.7
粘土分	58.0%
土粒子の密度	2.628 g/cm ³

凍結・融解履歴と非排水せん断特性

図-1は、過圧密比8の試料に凍結・融解履歴を与えた場合と同じ過圧密比を持つ未凍結の場合の非排水せん断結果を比較したものである。図-1にはさらに比較のために、別に実施した正規圧密粘性土に対する同様の結果も並べて示した。正規圧密の場合、図-1では凍結・融解作用を受けると非排水強度が20%程度増加する。また、発生間隙水圧にやや過圧密の傾向が見られる。これらの結果は正規圧密粘性土に対する凍結・融解履歴は、軽い過圧密履歴に相当することを示している^{3) 4)}。この非排水強度増加の理由は、主に融解後の間隙比の減少によるものであると考えられる。一方、過圧密供試体の場合は、凍結・融解履歴を受けると未凍結に比べ非排水強度は約65%も減少することが分る。この場合、融解後に十分な排水時間を取っているのに、単に有効拘束圧力が25kPaと低いことや、融解水による高含水比がその強度減少の原因ということはある得ない。また、実験結果から融解後の間隙比が凍結過程直前より大きいことが確認されている。

せん断中の発生間隙水圧は、過圧密の場合はその影響で当然正規圧密の場合に比べて値が小さいが、同じ過圧密の場合を比べると、凍結・融解作用を受けた方は未凍結の場合のような負の値を示さないことが注目される。発生間隙水圧はダイレンタンシー特性の現れであるから、この結果から、過圧密状態における凍結・融解作用は、

キーワード：凍結・融解、正規圧密、過圧密、非排水せん断

〒064-0926 札幌市中央区南26条西11丁目 Tel(011)841-1161 Fax(011)551-2951

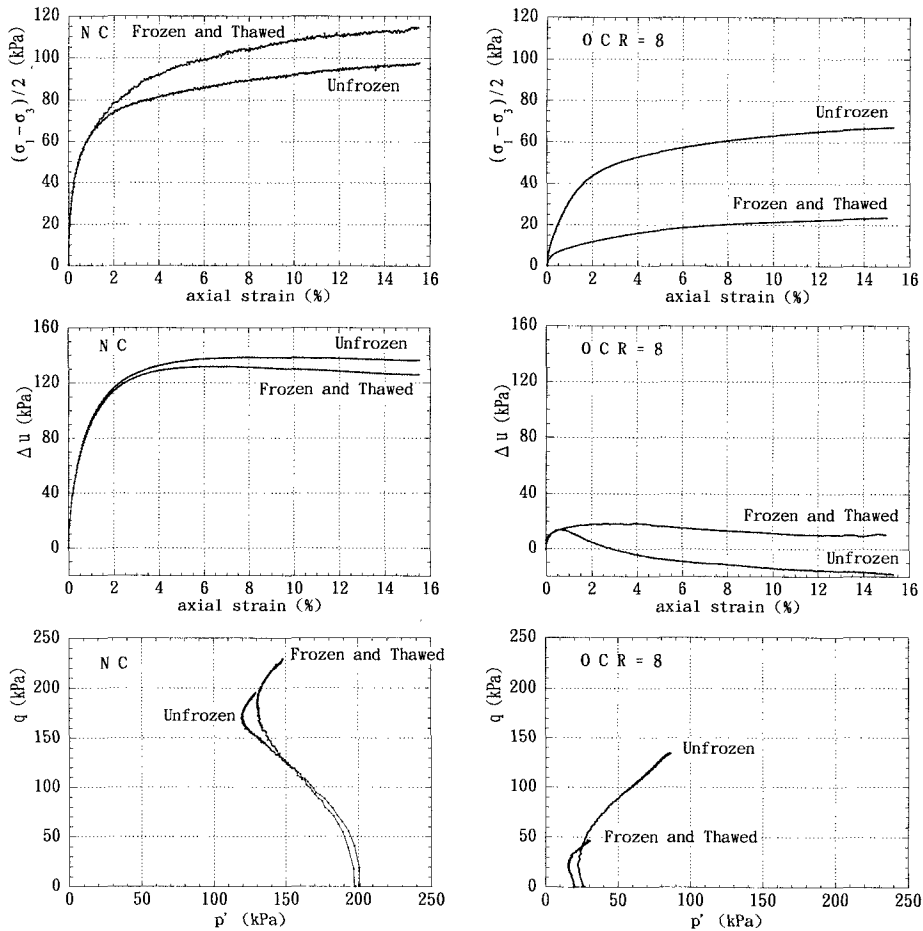


図-1 凍結・融解履歴を受けた過圧密飽和粘性土の非排水せん断結果

その過圧密の程度を軽減するように粘土構造に働くと考えることができる。

有効応力経路から見ると、過圧密未凍結の場合と過圧密で凍結・融解履歴を受けた場合とは経路が相似形をなしており、凍結・融解作用を受けたあとも過圧密領域の特徴を示している。しかし、正規圧密における有効応力経路の差異に比べ、過圧密における凍結・融解の影響は顕著であることがわかる。

このように、凍結・融解履歴が正規圧密と過圧密とで著しく異なって表れるのは、凍結過程中的有効応力増加履歴に起因していると考えられる。つまり、正規圧密状態での凍結作用による有効応力の増加は圧密による強度増加に類似した間隙比変化をもたらし、融解後にその影響が残るが、過圧密ではそのような効果は起こらずに、凍結・融解作用が間隙比を増大させ、ダイレイタンスー特性を変えてしまうものと推論できる。

以上のような凍結・融解作用が与える効果については、さらに有効拘束圧力そのものやO.C.R.の依存性を今後調べていく必要があると考えている。

参考文献 1) 小野・三田地：正規圧密飽和粘性土の三軸凍結・融解・せん断特性，第32回地盤工学研究発表会講演集2-1，1179-1180，1997，2) 小野・三田地：凍結・融解履歴を受けた飽和粘性土の圧密過程，第52回土木学会年次学術講演会概要集3-B，646-647，1997，3) 加藤・武市・小野：飽和粘性土における凍結・融解履歴と過圧密履歴について，第33回地盤工学研究発表会講演集2-1，1171-1172，1998，4) 加藤・武市・小野：凍結・融解履歴を受けた飽和粘性土の非排水せん断挙動について，第53回土木学会年次学術講演会概要集3-B，766-767，1998，5) 小野・三田地：粘性土の軸対称三軸応力下における凍結・融解履歴について，土木学会論文集No.617/III-46，275-282，1999