

III-B 365

飽和粘性土のせん断特性に与える凍結融解作用の影響

足利工業大学	学生会員	◎近藤 義之
同上	正会員	西村 友良

1.はじめに

人工的に冷熱作用によって地盤を凍結させる地盤凍結工法は、地盤の強度を高め遮水性を向上するが、融解後の地盤の解凍沈下や強度の変化については十分に解明されていない。筆者らは、参考文献1)において凍結融解作用を受けた飽和シルト質土のせん断特性について検討し、凍結融解作用による飽和シルト質土のせん断強度の低下は融解後に発生した過剰間隙水圧によって有効応力が減少したためであると結論づけた。本研究では、正規圧密状態の飽和粘性土にクローズドシステムで凍結融解作用を与え、融解後の過剰間隙水圧の発生および凍結融解土の限界状態について明白にしている。

2.実験概要

本実験で用いた試料は、粘土分22%，シルト分70%，砂分8%の粘性土($I_p=25.3$, $G_s=2.67$)であり、凍上性小と判定される。直径5.0cm、高さ12.5cmにトリミングした供試体を低温恒温式三軸圧縮試験機に設置し、飽和度を高めるために背圧100kPaを載荷させた。飽和状態(B 値=0.95以上)を確認した後、所定の等方圧密圧力で24時間等方圧密を行った。等方圧密後、 $+20^{\circ}\text{C} \sim -20^{\circ}\text{C} \sim +20^{\circ}\text{C}$ の温度変化で1サイクルを37時間として、クローズドシステムにより凍結融解を1サイクル行った。供試体は非排水状態におかれているため融解後に解凍沈下が発生されない。融解後の過剰間隙水圧を測定した後、軸ひずみ速度を0.05%/minとし非排水条件で三軸圧縮試験を行い、軸ひずみが15%時の軸差応力を最大軸差応力としている。また、せん断特性の変化を把握するために、未凍結土の供試体にも三軸圧縮試験を行った。

3.実験結果

図-1は未凍結土と凍結融解土の応力-軸ひずみ関係を示したものである。供試体は凍結融解作用の有無にかかわらず、ひずみ硬化の挙動を示し、明確なピークを示していない。凍結融解作用を受けることで飽和粘性土のせん断強度は低下を生じ、せん断強度の低下量は等方圧密圧力の増大に伴い大きくなることが分かる。せん断中の未凍結土の間隙水圧は図-2のように等方圧密圧力が大きいほど高く発生している。一方、凍結融解土の間隙水圧は未凍結土に比べ小さいことが分かる。

図-3は凍結融解土の融解後に発生した過剰間隙水圧と凍結前の等方圧密圧力の関係を示したものである。過剰間隙水圧は等方圧密圧力の増大に伴い大きいが、発生の原因として、凍結融解作用時の体積変化、間隙構造の乱れおよび吸着水の自由水への変化が考えられる。

図-4と図-5は未凍結土および凍結融解土の有効応力経路を示したものである。凍結融解土の限界状態線の勾配は、未凍結土の軸差応力より小さく、せん断中の間隙水圧が小さいため、未凍結土の限界状態線の勾配より小さく示されている。また、融解後の過剰間隙水圧を考慮した凍結融解土の有効応力経路は図-6に示すようになる。それぞれの限界状態線の定数を表-1に示す。凍結融解作用を受けた飽和粘性土の限界状態線の勾配は、融解後に発生した過剰間隙水圧を考慮することによって、未凍結土の限界状態線の勾配とほぼ等しくなり、両者の限界状態線は一致するものと考えられる。よって、クローズドシステムで凍結融解作用を受けた飽和粘性土は、融解後に過剰間隙水圧の発生による有効応力の減少を生じる。また、軸ひずみの進行に伴い到達した限界状態線は未凍結土の限界状態線と一致するため、未凍結土の限界状態線を用いて凍結融解土のせん断強度を推定することが可能であると考えられる。

4.まとめ

本研究によって、凍結融解作用による飽和粘性土のせん断強度の低下は融解後に発生した過剰間隙水圧によって有効応力が減少したためであることが明らかとなった。未凍結土と凍結融解土の限界状態線が一致す

ることから、融解後の発生する過剰間隙水圧を把握することによって凍結融解土のせん断強度を推定することが可能であるが、今後は融解後の過剰間隙水圧と等方圧密圧力の関係を明白にする必要がある。

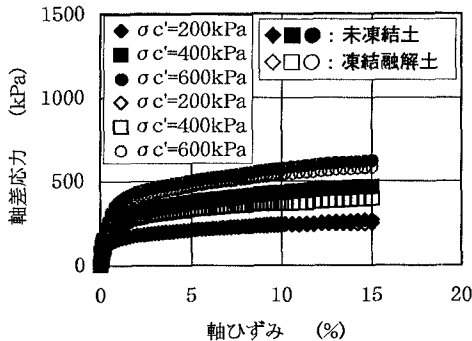


図-1 応力-ひずみ曲線

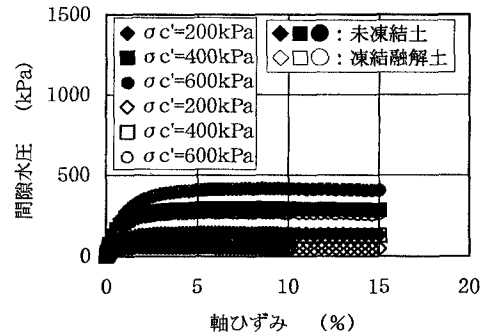


図-2 間隙水圧-軸ひずみ曲線

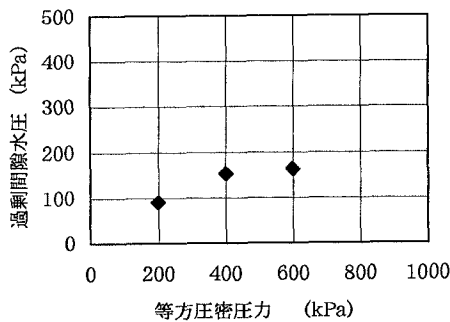


図-3 融解後の過剰間隙水圧と等方圧密圧力の関係

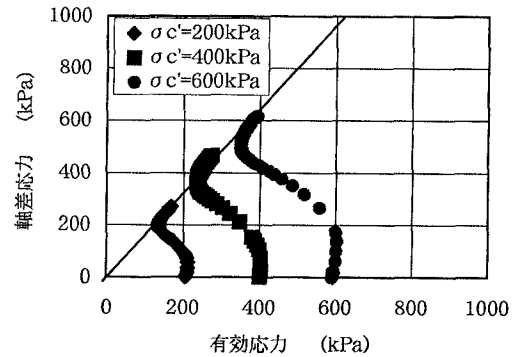


図-4 未凍結土の有効応力経路

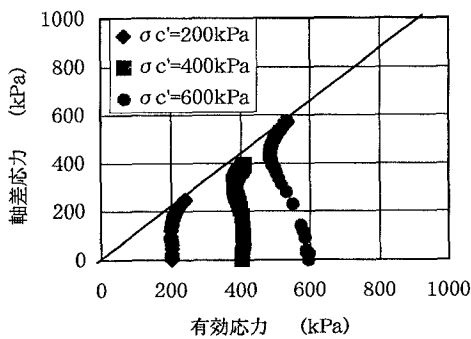


図-5 凍結融解土の有効応力経路

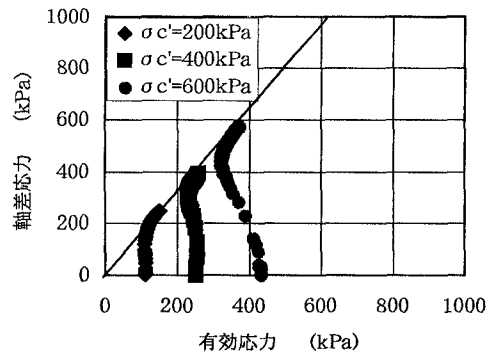


図-6 融解後の過剰間隙水圧を考慮した凍結融解土の有効応力経路

表-1 各限界状態線の定数

	勾配	有効内部摩擦角
未凍結土	1.61	39.44°
凍結融解土	1.02	25.80°
融解後の過剰間隙水圧を考慮した凍結融解土	1.56	38.29°

（参考文献）1）近藤義之，西村友良ら：飽和土のせん断特性に与える凍結融解作用の影響，第31回地盤工学会研究発表会論文集，1996

（謝辞）試料の採取について，飛島建設（株）東京湾横断道路（作）の皆様にご協力を頂いた事に感謝いたします。