

(Ⅲ - 29) 締固めた不飽和粘性土の一軸圧縮強さに与える凍結-融解作用の影響

足利工業大学 正会員 西村友良

1. まえがき

わが国の寒冷地や標高の高い山岳地域は冬期から春先の期間に凍上現象や凍結-融解作用によって道路の路床・路盤の支持力が低下し舗装面に沈下や亀裂が生じ、また切・盛り土の人工斜面および自然斜面の崩壊、宅地造成地の家屋の不等沈下が発生している。このような被害の原因は凍結-融解作用による土のせん断強さの減少である。本研究では静的に締固めた含水比、乾燥密度の異なる不飽和粘性土に非排気・非排水状態で三次元的な凍結-融解作用を与え、凍結-融解後に一軸圧縮試験を行って、締固めた土の工学的性質への凍結-融解作用の影響について明らかにするとを目的としている。

2. 試料・凍結-融解試験

実験に用いた試料は新潟県栃尾市大野より採取したシルト質粘性土であり物理的性質を表-1に示す。供試体は気乾状態にした試料を所定の含水比に調整し、内面がフッ素樹脂加工したモールド内で表-2の内的因子を有するように一次元的な圧縮力を載荷して静的に締固めて作製した。熱サイクル三軸圧縮試験機に供試体を設置し、+20℃から-20℃の温度変化を1サイクルのみ供試体に与え、凍結-融解試験後ただちに軸ひずみ速度0.2%/minで一軸圧縮試験を行った。また凍結-融解の影響を検討するために非凍結土にも一軸圧縮試験を行っている。

表-1 物理的性質

大野粘性土	
比重	2.70
液性限界	80.2%
塑性限界	48.7%
塑性指数	31.5
砂含有量	18.0%
シルト含有量	43.9%
粘土含有量	38.1%
透水係数	$0.18 \times 10^{-3} \text{cm/sec}$

表-2 供試体の内的因子

乾燥密度 g/cm ³	間隙比	含水比 %
1.25	1.16	30
		40
		50
1.16	1.33	30
		40
		50
1.08	1.50	30
		40
		50
1.00	1.70	30
		40
		50

3. 応力-ひずみ曲線への凍結-融解作用の影響

土中の温度が0℃以下に下がり凍結面が進行すると凍結面で間隙水が氷結し、間隙部分の体積の膨張が生じる。同時に微少なクラックが土中に発生し、そのために締固められた時の安定した土の骨組構造は乱される。また、アイスレンズの成長とともに氷晶分離が起こり土粒子の周りの吸着水膜が氷結する。氷結した吸着水膜は融解後には自由水となり、凍結-融解土の吸着水量は減少する。このような土の骨組構造や土粒子間の接触部の吸着水膜を介して作用している結合力に与える凍結-融解作用の影響が凍結-融解土の応力-ひずみ曲線に現れ、図-1のように曲線の形状が非凍結土の曲線よりも平坦になり軸差応力のピーク時の軸ひずみ量は増加し、一軸圧縮強度が非凍結土よりも小さくなる。

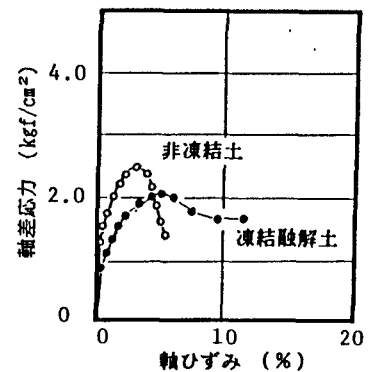


図-1 応力-ひずみ曲線

4. 一軸圧縮強さと含水比、乾燥密度の関係

締固めた土の一軸圧縮強さは粒度分布、含水比、間隙比および締固め方法、締固めエネルギーによって異なる。含水比と間隙比の異なる締固めた供試体の一軸圧縮強さを推定するために、一軸圧縮試験のための供試体と同じ含水比の試料を標準圧密試験機用モールドにゆるく詰め、圧縮荷重を0.1kgf/cm²から12.8kgf/cm²まで段階的に載荷する圧縮試験を行う。その結果は図-2のような間隙比とlog(p)の関係となり、供試体と同一の含水比、間隙比に対応するpを供試体が締固め時に受けた最大の圧縮応力(p_{max})として推

定する。ここに p は圧縮応力である。その p_{max} と内的因子の異なる非凍結土の一軸圧縮強さは図-3のような関係があるが、一軸圧縮強さと p_{max} の関係は含水比の大きさによって違いが見られる。一方、図-4の凍結-融解土の一軸圧縮強さと凍結前の供試体作製時の p_{max} の関係は非凍結土と同様の関係である。したがって締固め土の一軸圧縮強さは非凍結土、凍結-融解土に拘らず含水比、間隙比、最大圧縮応力より推定ができることになる。

さらに図-2、3、4より供試体と同じ大きさの含水比に対して一軸圧縮強さが1.5, 2.0 kgf/cm²の乾燥密度（間隙比）を求め、図-5の突固めによる締固め曲線上に、求めた乾燥密度と含水比をプロットすると、同じ大きさの一軸圧縮強さを有する土の乾燥密度が非凍結土と凍結-融解土で違いがある。また乾燥密度の違いは最適含水比(35%)よりも湿潤側で大きい傾向にある。

5. まとめ

凍結-融解作用は締固めた土の一軸圧縮強さを減少させ、一軸圧縮強さと含水比および乾燥密度の関係に影響を与えることがわかる。

参考文献

小川正二, 西村友良, 和田 正: 三次元的な凍結-融解作用を受けた不飽和粘性土の体積変化および強度定数, 土木学会論文集, No. 430, III-15, pp. 21-28, 1991, 6.

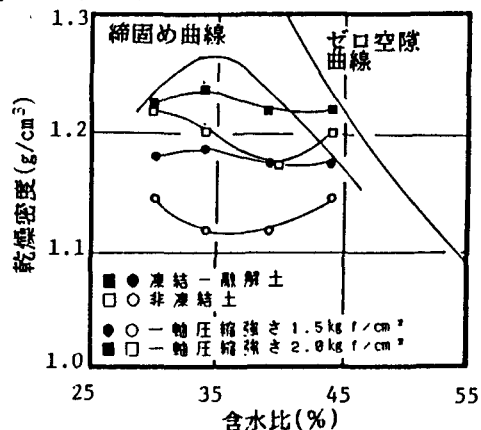


図-5 一軸圧縮強さと含水比, 乾燥密度の関係

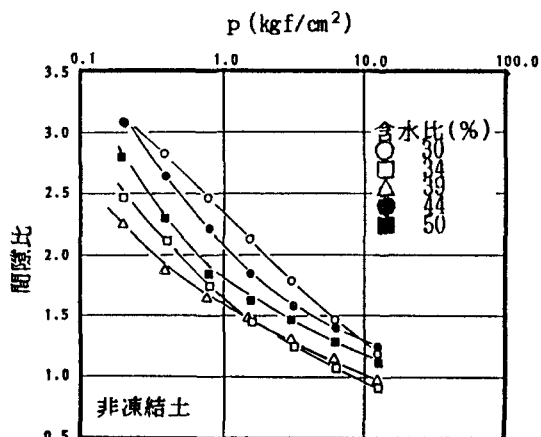


図-2 p と間隙比の関係

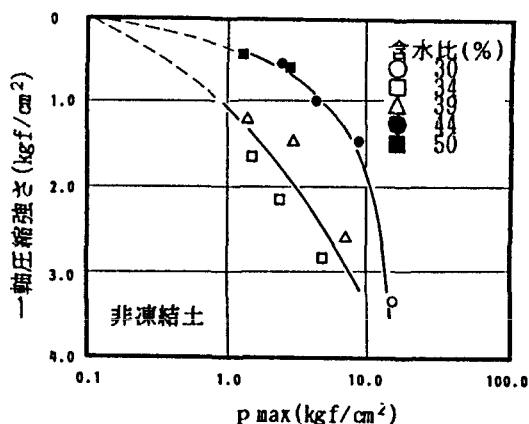


図-3 p_{max} と一軸圧縮強さの関係

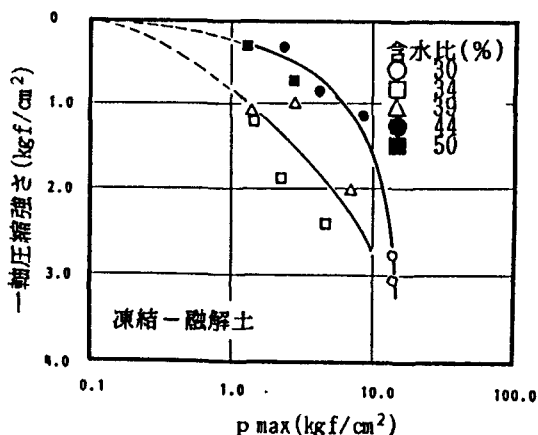


図-4 p_{max} と一軸圧縮強さの関係