

不攪乱高館ロームの凍上の繰り返しによる
強度低下の把握

八戸工業大学
八戸工業大学大学院
八戸工業大学大学院

学生会員
学生会員
正会員

○三浦 和希
小笠原 亮介・堀合 紳弥
橋詰 豊・金子 賢治

1. はじめに

八戸地域は北東北の太平洋側に位置し、冬期間の気温が低く降水量も少ないため、凍上作用を受けやすい気候である。八戸地域周辺には高館ロームと呼ばれる地域特有の火山灰質粘性土が広く堆積している。この土は、シルト分が多く含水比が高く、凍上作用を受けやすい土である。凍上融解作用を受けた地盤では、降雨や地震によって切土斜面が表層崩壊することが考えられ¹⁾、不攪乱試料を対象とした強度低下の把握は重要である。既往の研究では、繰り返し凍上作用を受ける乱した試料、不攪乱試料を対象に一軸圧縮試験により強度低下の検討が行われた^{2),3)}。しかし、一軸圧縮試験では深さ方向についての強度分布を把握することは難しい。本研究では、不攪乱の試料を採取し、凍上作用を受けた試料を対象に静的コーン貫入試験を実施し、検討を行う。

2. 実験概要

本研究では、不攪乱の高館ロームを採取し、基本的な物性試験を実施した。基本的な物性値を表-1に、粒径加積曲線を図-1を示す。また、採取した供試体の高さは約90mm、直径は60mmである。繰り返し凍上作用を受ける高館ロームの強度低下を把握するため、図-2に示す装置で凍上試験を実施する。凍道路土工排水工指針⁴⁾を参考にして凍上試験を行う。供試体の上下端面の整形した後塩化ビニル製モールドごと断熱材で囲み熱伝導を一次元的に制御した。供試体下部にポーラスストーンおよび脱脂綿を設置し、脱脂綿は下部水槽に浸されているため脱脂綿およびポーラスストーンを介して、凍上中の供試体に水分が供給される。凍上試験機の上部冷却室の温度を-5℃に設定し、下部水槽室の温度を5℃に設定し、予備実験として供試体内部の温度を10分ごとでデータを取り24時間計測した。供試体内部の温度変化を図-3に示す。供試体内の水分が氷に変化する際には、0℃付近で一定となり、完全に氷となった場合、再度温度が低下する。供試体上

表-1 高館ロームの基本的性質

使用材料	高館ローム
土粒子の密度 (g/cm ³)	2.76
自然含水比 (%)	112
液性限界 (%)	100.9
塑性限界 (%)	78.4
塑性指数	22.5

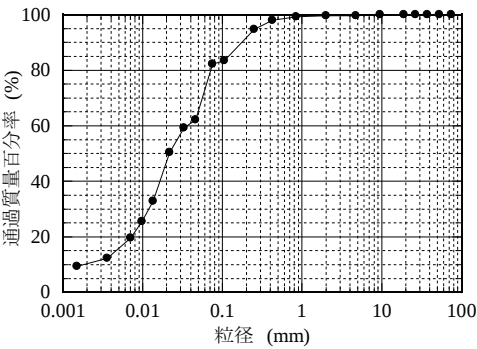


図-1 粒径加積曲線

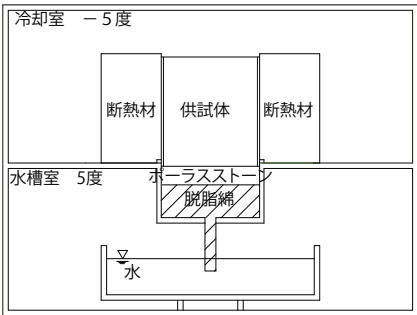


図-2 凍上試験機の概要

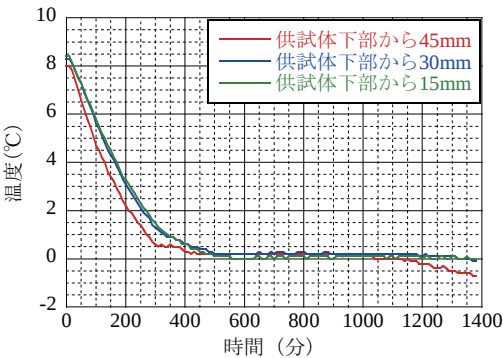


図-3 温度変化

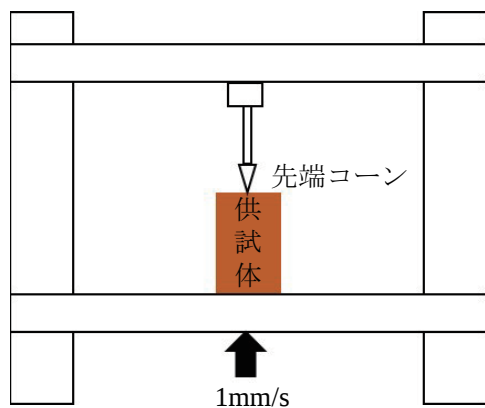


図-4 貫入試験の概要

部から中央付近までは、1200 分程度で完全に氷に変化している。一方で、供試体下部から 30mm までは、完全には氷となっていない。本研究では、24 時間程度で凍上を終了することとした。

凍上終了後は、室温 20℃ 一定の恒温室内に入れ、飽和度を保つために供試体上部をラップで密閉し、下部を水に浸した状態で 24 時間程度融解した。24 時間の凍上および気中融解を 1 サイクルとして、凍上作用を受ける前と、1 サイクルの供試体に対して静的コーン貫入を行った。コーン貫入試験の概要を図-4 に示す。本検討で使用する供試体は直径が 60mm であるため、一般的に使用されるコーン貫入試験装置を用いるとモールドの影響が大きくなる。そのため、ロッドの上部からコーンの下部までの高さ 100mm、ロッドの直径 5 mm、先端コーンの断面積 50.27mm² と小さく作製し、1mm/s の速度で貫入試験を実施する。

3. 結果の整理

コーン貫入抵抗力は次式により算出した。

$$q_c = \frac{Q_{rd}}{A} \quad (1)$$

ここで、 q_c はコーン貫入抵抗力 (N/mm²)、 Q_{rd} は貫入力 (N)、 A は先端コーンの断面積 (mm²) である。コーン貫入抵抗力を算出する際には、貫入コーンに付属しているロッドとコーンの質量を考慮しなければならないが、本検討では影響が少ないため使わないこととする。

図-5 に 0 サイクルと 1 サイクルにおけるコーン貫入抵抗力を比較したものを示している。0 サイクルでは、供試体上部から徐々に貫入抵抗が増加しており、供試体によりばらつきは見られるが、ほぼ同じ傾向となる。1 サイクルの貫入抵抗力は、0 サイクルの場合よりも供試体の全ての位置で半分以下となり、強度が大きく低下している。予備実験により供試体下部では 0℃ に

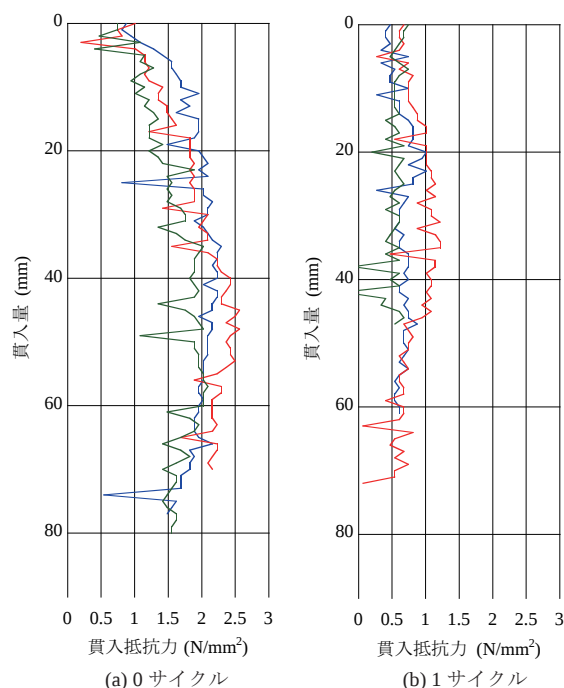


図-5 コーン貫入抵抗力の比較

近く、部分的な凍結が発生しているため、供試体下部においても強度が大きく低下していると考えられる。

4. おわりに

本研究では、不攪乱の高館ロームを採取し、凍上と融解作用を受けた供試体と受ける前の供試体について静的コーン貫入試験を実施し、1 回の凍上と融解作用を受けることで強度が大幅に低下することが明らかとなった。また、部分的に供試体内部が凍結することにより、下部においても著しく強度低下する。今後は、繰り返し凍上・融解サイクル数を増やし、さらなる強度低下の把握を行い、供試体内部の観察を検討する。

参考文献

- 1) 盛健太郎, 坂下光, 橋詰豊, 金子賢治: 八戸周辺の切土斜面における表層崩壊のメカニズムについて, 東北地域災害科学研究, 第 54 巻, vol.32, pp.197-202, 2017.
- 2) 千葉悟, 小山直輝, 橋詰豊, 金子賢治: 凍上による高館ロームの強度低下の把握, 平成 27 年度土木学会東北支部技術研究発表会, 2017.
- 3) 木村拓夢, 橋詰豊, 金子賢治: 繰返し凍上による高館ロームの強度変化の把握, 平成 28 年度土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集, 2018.
- 4) 社団法人日本道路協会: 道路土工排水工指針, 昭和 62 年 6 月.