

新潟大学工学部 正員 小川 正二
新潟大学工学部 正員 〇青山 清道

1. まえがき

寒冷地における道路の路床、路盤の設計、施工にあたっては、凍結-融解作用を受けた土が、くり返し載荷を受けた時の力学特性を考慮する必要がある。凍結-融解を受けない粘性土がくり返し荷重を受けた時の硬化あるいは疲労現象に関しては、数多くの研究がなされているが、凍結-融解を受けた土のそれらについては、ほとんど明らかにされていない。

このような観点から著者は“CLOSED-SYSTEM”のもとで凍結-融解を受けた飽和粘性土にくり返し応力を与え、その若干の動的性質について調べたので、ここにその結果を報告する。

2. 実験概要

実験に用いた試料土の物理的性質は、すでに述べたとおりであり、十分に飽和した供試体を作るために、含水比約 65% の懸濁状態にした試料を直径 50 cm、高さ 35 cm の圧密装置で圧密した。この時の含水比は平均 38% であった。この試料を直方体 (7×7×18 cm) に切りだし、1 サイクルの凍結-融解を受けた後、直径 5 cm、高さ 12.5 cm の円筒供試体を作成し、圧密非排水状態で試験を行った。

なお、比較のために凍結-融解を受けない供試体についても同様の試験を行った。

凍結-融解を与える方法は次のとおりである。供試体外部からの水分の供給がないようにして、 -18°C で 24 時間凍結し、その後 20°C に保った恒温恒湿槽で 24 時間融解する。この行程を 1 サイクルとした。

実験条件は表-1 に示すとおりである。また実験終了後に含水比を求め、軸差応力を載荷する前の乾燥密度を計算すると表-1 のようになる。なお圧密終了後の B -係数の平均値は 0.95 であり、ほとんど飽和しているものと判断できる。実験は三軸試験機で行い、くり返し応力のサイクル数は 2 Hz である。本報告での解析は全応力を用いている。

表-1 実験条件と供試体の条件

実験番号 No.	O.C.R.	圧密圧力 σ_c kg/cm ²	拘束圧力 σ_3 kg/cm ²	含水比 w %	乾燥密度 γ_d g/cm ³
凍結-融解土	1	1.0	2.0	32.9	1.42
	2	1.0	2.0	34.8	1.38
不凍結土	3	2.0	4.0	32.6	1.42
	4	2.0	2.0	32.3	1.43

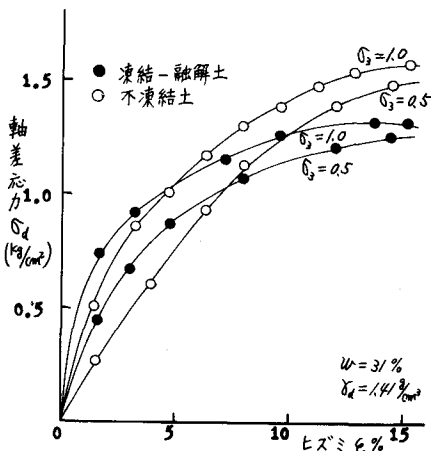


図-1 静的三軸圧縮試験結果の一例

3. 実験結果とその考察

凍結-融解を受けた供試体と受けない供試体の静的な三軸圧縮試験結果の一例を示すと図-1 のようになり、凍結-融解を受けた供試体は、軸差応力の小さい範囲では不凍結土に比べヒズミが小さいのに対して、ある軸差応力以上になるとヒズミが急に増大し不凍結のそれを上回るようになり、力学性質が劣化する。

くり返し荷重を与えた実験結果から、軸ヒズミ振中と載荷回数との関係を求めると図-2のようになる。これより、軸ヒズミ振中の急増する点より、この載荷回数を降伏載荷回数(N_f)と呼ぶことにする。軸差応力が大なる場合には、降伏状態が明白でないが、軸差応力が小さいときとの関係から類推して、曲線の最大なる点を降伏載荷回数とした。

いま、 σ_1 面上のせん断応力 $\frac{\sigma_1}{2}$ を有効拘束圧 $\bar{\sigma}_0$ で除した $\frac{\sigma_1}{2\bar{\sigma}_0}$ と降伏載荷回数との関係を求めると図-3のようになり、くり返し応力を用いた凍結-融解を受けた飽和粘性土の降伏基準が得られる。図-3には、比較のために不凍結土の降伏基準についても過圧密比をパラメーターとして示してある。これより、降伏載荷回数が小さくなるとは拘束圧力、含水比、乾燥密度のほぼ同じ不凍結土 N_f と同じ傾向を示していることがわかる。初期圧密圧力や有効拘束圧力の同じ不凍結土 N_f の $\frac{\sigma_1}{2\bar{\sigma}_0} - N_f$ 曲線より土側にちがわれるのは、静的な三軸圧縮試験結果の軸差応力の小さい範囲での凍結土と不凍結土の応力-ヒズミ関係に類似している。

くり返し応力を用いたときの履歴曲線より、Silver²⁾が行ったようにして、等価弾性係数を求めた。この場合、降伏載荷回数までは、履歴曲線をバイリニヤ-モデルで表わすことが出来るため、その値が容易に求められるが、降伏載荷回数を超えた場合には、その求め方に問題が残る。各実験においては、載荷回数が増せば軸ヒズミ振中が増大するので、当然のこととして等価弾性係数は次第に減少する。各実験における降伏時の等価弾性係数(E_{egr})と降伏載荷回数の関係を求めると図-4のようになり、降伏載荷回数が多いほど等価弾性係数は大きくなっている。不凍結土 N_f の $E_{egr} - N_f$ 曲線より凍結-融解土のものが多少下側にちがわれるのは、凍結-融解を受けた飽和粘性土がくり返し応力を用いた降伏状態附近での軟化が不凍結土より顕著であることと示している。これは、凍結時に生じる供試体内部の微少クラックや物理化学的な性質の変化によるものと思われる。

4. あとがき

以上、くり返し応力を用いた凍結-融解を受けた飽和粘性土の動力学的性質に関して若干の結果を述べたが、今後、過圧密比や有効拘束圧力の影響が強度定数にどのような関係があるか研究を進めるつもりである。

参考文献

- 1) 小川正二、青山清道 “凍結-融解を受けた土の力学的性質” 日本国土工学研究発表会(昭和47年)
- 2) Silver, M. L. and Seed, H. B. "Deformation Characteristics of Sands under Cyclic Loading" Proc. A.S.C.E. Vol. 97 SM8

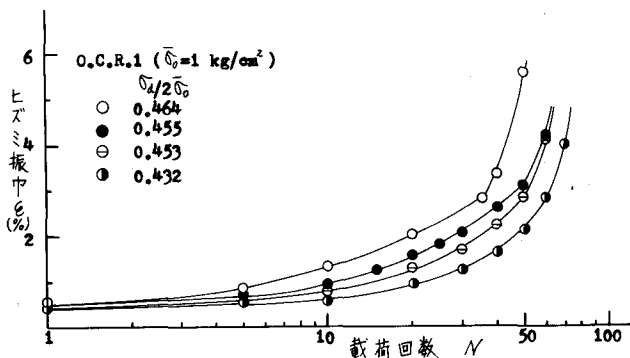


図-2 凍結-融解を受けた土の軸ヒズミ振中と載荷回数の関係

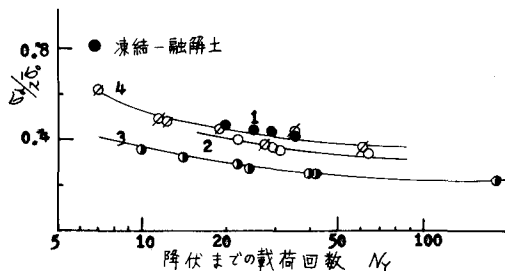


図-3 $\frac{\sigma_1}{2\bar{\sigma}_0}$ と降伏載荷回数の関係

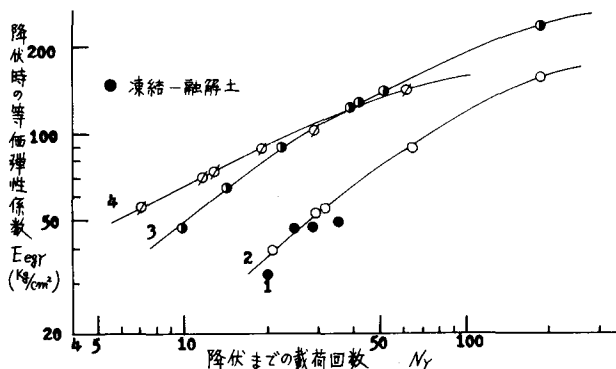


図-4 等価弾性係数と降伏載荷回数の関係