

凍結時における土中の温度勾配とサクション圧に関する研究

○東北大学工学部 (学) 柏 崎 昭 宏

東北大学工学部 (正) 柳 沢 栄 司

東北大学工学部 (学) 阿 部 泰 典

1. まえがき

土の凍結は土中の熱伝導と水分移動が相互に影響し合う複雑な現象である。特に凍結、凍上機構で問題となるのは凍結面に吸水を伴いながら凍結する現象である。本報告では、その際発生するサクション圧に着目し、温度変化と共に実験、解析を行った。

2. 実験概要

試料は青葉山ローム土を気乾状態にしたものと、阿武隈川産の砂の各々を0.84mmフルイでふるい分け通過したものと混合し粒度配合を変えて使用した。混合割合は、ローム土：砂、10:0、8:2、6:4、4:6、の4種類で、各々飽和度が100%を確保できる含水比に調整した。本報告で述べる土の物理的性質を表-1に示す。又試験装置の概略を図-1に示す。試料をビニール円筒(内径125mm,高さ210mm)に空気が入らないように詰め、あらかじめ圧密したもの、上面から一定温度-9.4℃で冷却した。測定項目は、未凍結土中の間隙水圧変化(センサーは5本、供試体上面より2.4.6.8.10cmに入れた。)、温度変化(センサーは6本、同の2.4.6.8.15cmに入れた。)、及び冷却開始から24時間経過後の凍結深、並びに土中含水比の変化である。間隙水圧センサーには、先端が空洞のままの真ちゅうパイプ(外径1.5mm)の物を使い、供試体にあらかじめ開けておいた穴(径はセンサーと同じ)にそって空気が混入しないよう差し込んだ。他端は水銀マンオメーターにつないだ。

試料番号	N01	N02
混合割合(ローム 砂)	6:4	4:6
土粒子の比重(G_s)	2.71	2.71
初期含水比(%)	34.9	27.0
飽和度(%)	95.7	89.4
初期間隙比	1.00	0.83

表-1 試料の物理的性質

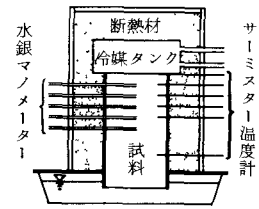


図-1 実験装置

3. 実験結果及び考察

図-3は温度勾配の経時変化であるが、凍結深 X は $X = a\sqrt{t} - b$ と表すことができ、吸排水現象を考慮していないNeumann解と一致している。これは未凍結域で一旦吸水を受けて容積含水率が減少した後、凍結面で吸水するため図-4に示したように、凍結土の容積含水率が凍結によって大きく変わらない(最大でも3%以内)ことによると考えられる。各供試体の a 、 b はN01で2.80, 2.80, N02で3.33, 3.43である。なお b は供試体と冷却器が密着していないために生ずる定数と推定でき、他の供試体についても同程度の値が得られている。

間隙水圧分布はTerzaghiの圧密方程式を凍結速度で動く座標系からみた方程式に変換することによって得られる。圧密方程式は次の通りである。

$$\frac{\partial P(x', t')}{\partial t'} = C_v \frac{\partial^2 P(x', t')}{\partial x'^2} \quad (x' \geq X) \quad (1)$$

初期条件: $t'=0$ のとき $P=0$

境界条件: $x'=\infty$ のとき $P=0$ $x'=X$ のとき $P=P_0$

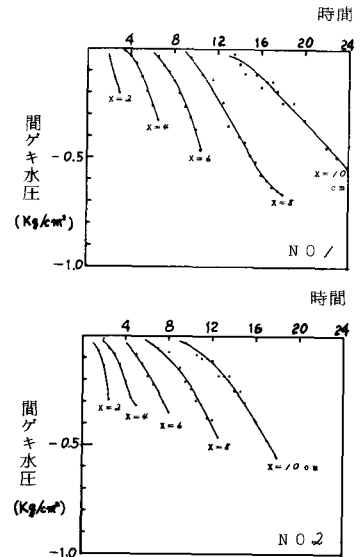


図-2 間隙水圧の経時変化

