

(株) 精研 正員 高志 勤
 " " 生頼 孝博
 " " 山本 英夫

1. はじめに

水で飽和した土が凍結するときの凍上率(全凍上量/凍結前供試体体積、土の凍結膨脹率とした方が用語としては明確ではあるが、ここでは凍上率を用いる)に及ぼす供試体長さの影響を室内実験によって調べた。

前報では、凍上率が最大となる供試体長さの範囲があり、室内実験に用いる供試体長さはこの範囲のものが適切であることを示した。しかしながら、用いた試料土が現地盤より採取した不攪乱土であった為、供試体全長に涉って均質とは言い難く、供試体を順次削り落して繰り返し凍結を行なうような実験方法では問題が残った。

そこで、本報告では、同一条件下で作製した均質な供試体を用いて土の有効応力及び凍結速度が異なった場合の ξ と ξ_w の関係を調べた。

2. 実験の概要

実験に用いた試料土は相模粘土-3 である(表-1)。

供試体は、気乾燥してとろろとした試料土に水を加えた粘土ペーストを 0.5 から 16 kg/cm² まで合計 6 段階で圧密したものを 4 個作製した(各供試体を MM-1~4 とし、実験結果の表示に用いる)。供試体の凍結前の形状及び諸定数を表-1 に示す。

実験では、各供試体について表-2 に示すように、土の有効応力 σ と凍結速度 U を一定に保って、凍結中の水分移動に対して開放系で凍結実験を行なった。供試体長さは 5 cm から始め、一つの ξ を図-1 に示すように 12 回前後実験を繰り返す。その ξ における代表の凍上率 ξ 及び吸排水率 ξ_w を求め、順次供試体を削りながら同じ作業を繰り返した。実験装置の詳細は前報¹⁾ 及び文献²⁾ に譲る。

3. 実験結果及び考察

MM-2 の供試体長さが $l=1$ 、 $l=2$ 段階での凍結-解凍を繰り返したときの ξ 及び ξ_w の変化を図-1 に示す。前回用いた不攪乱土と同じように、 $l=1$ 段階の試料長では、凍結を繰り返す事によって ξ が減少して一定値に達する。しかしながら、 $l=2$ 段階以後では、 ξ がほぼ一定かもしくは ξ が大きくなって一定値に達する場合もある。(この凍結-解凍の繰り返しに対する ξ の変化については補を改めて報告したい。) 各供試体長における代表の ξ 、 ξ_w は後半の一定に達した数回の平均値をもって示した。

図-2 は、各供試体についての ξ と ξ_w 及び ξ_w の関係を示したものである。今回の実験条件では l が 2 cm 以上では ξ 、 ξ_w 共にほぼ一定値を示している。文献³⁾ に示された未凍結土の動水抵抗の影響を考慮して ξ 、 ξ_w を求める式を用いて計算した結果、こ

表-1 供試体の諸定数

粒度特性	%	
砂		1.0
シルト		44.0
粘土		55.0
土粒子比重	G _s	2.712
比表面積	S _v m ² /g	26.2
供試体直径	cm	9.93
供試体長さ	cm	5.09
含水比	w %	25.9
単位体積重量	γ_t g/cm ³	1.994
空隙率	n	0.416
飽和度	S _r %	97.9
凍水係数	k cm/min	1.394 · 10 ⁴

表-2 各供試体の有効応力 σ と平均の凍結速度 U

供試体番号	有効応力 σ , kg/cm ²	凍結速度 U , mm/h
MM-1	2.4	2.955
2	2.4	5.616
3	1.2	3.054
4	2.4	1.536

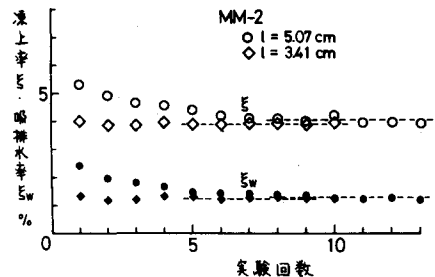


図-1 凍結を繰り返した場合の ξ 、 ξ_w の変化

の試料長の範囲では、吸水速度の大きいMM-3を除いて、ほとんど動水抵抗の影響を受けず一致している。(但し、計算には不攪乱土についての定数を用いた。)一方、 l の短いところでは、 $\bar{\epsilon}_{w}$ は必ず減少し、吸水型から排水型になるものもあり前回報告のもの一致するが、 $\bar{\epsilon}$ は $\bar{\epsilon}_w$ と同じ傾向を待つものとうで無いものがある。凍上の発生領域が凍結面後方の有限長の範囲にあるとすると、供試体長が短かくなると凍上発生領域が未完成のまま凍結が完了する為、凍上量及び吸水量が減少するはずであり、 $\bar{\epsilon}_w$ に関しては傾向的に一致している。 l が短いところでの $\bar{\epsilon}$ と $\bar{\epsilon}_w$ の変化の相異は、本質的のものか、あるいは、 l が短くなる為計測の精度上の問題であるのか今のところわからない。前報で得られた $\bar{\epsilon}$ が最大となる l の範囲は、 $l > 2\text{cm}$ の $\bar{\epsilon}$ の平坦部分として現われ、室内実験で用いる供試体は、今回の応力及び凍結速度範囲に関する限り、この平坦部分の長さのものが適当と考えられる。

l が短かくなると $\bar{\epsilon}_w$ が吸水型から排水型に変化することに関連して、図3に示す凍上、吸排水量の経時変化から興味ある結果が得られる。図より明らかのように、凍結を開始した後、凍結が進行するにも拘らず数時間は凍上が見られない。これは、凍結面後方の凍土中では凍上しない(あるいはできない)領域が存在する事を示していると考えられる。この領域は σ が大きい程そして U が小さい程大きくなる傾向がみられる。

4. おわりに

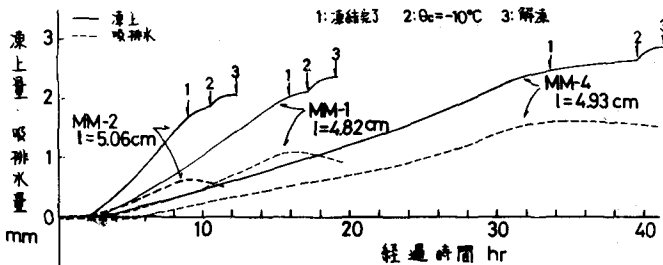
本実験によって、 l が2cmより長くなると凍上率及び吸排水率が一定の最大値をとる事がわかり、室内実験に用いる供試体長さは、この範囲のものが適切であると考えられる。但し、吸水速度が大きくなるような実験条件では、動水抵抗の影響が顕著になると考えられ、更に実験を進めて明らかにしたい。

参考文献 1) 高志・生頼・山本, 34 国土不学会年次学術講演概要集, III-115 (1979)

2) 高志・益田, 雪氷, Vol. 33, No. 3, pp. 1-12 (1971)

3) 高志・益田・山本, 雪氷, Vol. 38, No. 1, pp. 1-10 (1976)

4) 高志・生頼・山本, 岡本, 雪氷, Vol. 41, No. 4, pp. 47-57 (1979)



(a) 凍結速度が異なる場合 ($\sigma = 2.4 \text{ kg/cm}^2$)

図3 凍上量、吸排水量の経時変化

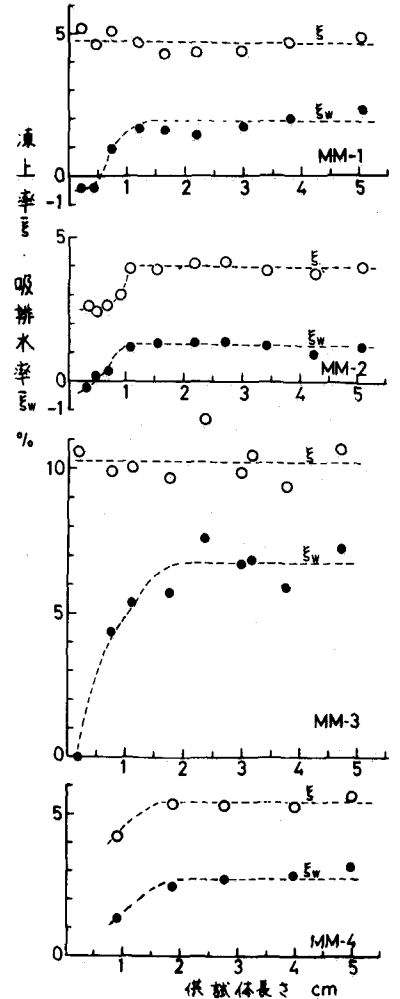
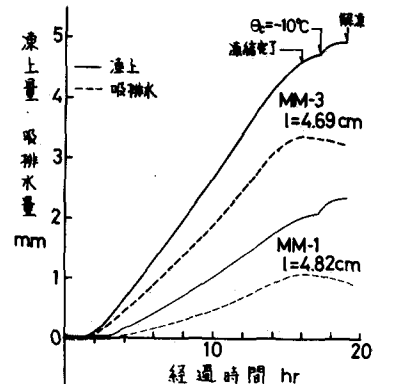


図2 $\bar{\epsilon}$, $\bar{\epsilon}_w$ と l の関係



(b) 応力が異なる場合 ($U = 2.93 \text{ mm/h}$)