

§ 研究の目的

地盤凍結工法等において凍結膨張量を評価する場合、一般には、JIS規格の供試体で一定凍結試験を行ない、判断を下している。しかし、実際の地盤では、凍結面と地下水面の距離が長いこと、更に、軟弱粘土の場合には、凍結面付近に発生するサクションにより地盤が圧密収縮の影響を受ける等、の条件が加わる。そのため、さきの試験だけでは凍結膨張量を過大評価する恐れがある。そこで、本研究では、軟弱粘土が凍結作用を受けた場合、圧密収縮が凍結膨張に及ぼす影響、並びに、その分布状況を検討することにした。

§ 研究の方法

土が凍結する時には、凍結面において氷層の形成によるサクション圧が発生し、凍結および吸水による膨張と同時に、圧密を生じることが知られている。しかし、これらの現象の定量的な解析は、いまだ、なされていない現状である。そこで、以下の手順により研究を行なった。(図-1)

(1) 凍上試験

用いた試料は、青葉山ローム土を攪乱、天日乾燥後粉砕し、840μmフルイで粗粒分を除いたものである。供試体は、0.5kg/cm²の荷重をかけて作成。長さを10cmにし、飽和状態となるよう留意した。試験方式としては、常時、水分を供給し、拘束圧力をかけずに4通りの凍結速度 ($\bar{U}=13\text{ mm/hr}$, $\bar{U}=10\text{ mm/hr}$, $\bar{U}=6.8\text{ mm/hr}$, $\bar{U}=5\text{ mm/hr}$) で、凍結率が4cmに達するまで継続した。(図-2)が実験装置図である。

(2) 数値解析

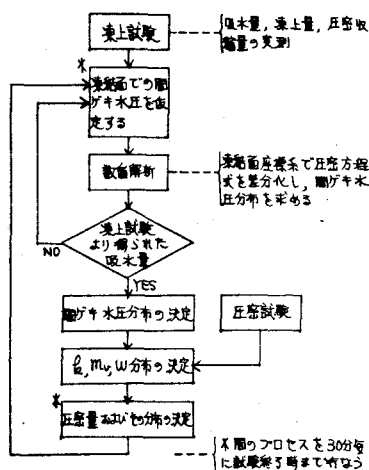
凍結面座標系に変換した圧密方程式は、次のとおりである。

$$C_v \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \bar{U} \frac{\partial p}{\partial x} = \frac{\partial p}{\partial t}$$

これを差分化し、前進差分法により解析を行なった。

(3) 圧密試験

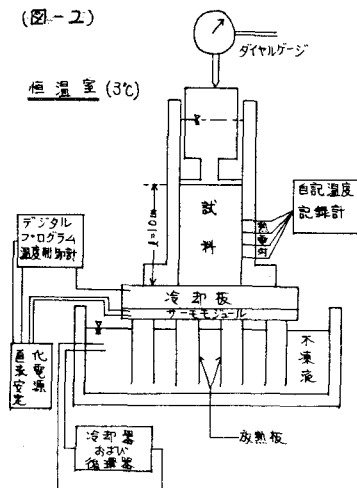
数値解析より得た有効応力分布より、透水係数、体積圧縮係数等の分布を求めるためには、予め、有効応力とそれらの対応を知っておく必要がある。このため



(図-1) 研究の手順

実験装置

(図-2)



に、別途、圧密試験を行ない、これとの関係を得た。

§ 結果の整理

(図-3)は、実測凍上量と吸水量より求めた圧密収縮量である。凍結速度が遅いほど、常時、大きな値をとりながら変化している。変化パターンは、 $\bar{U}=5$ mm/hr, $\bar{U}=6.8$ mm/hr 群の立ち上がり勾配が、 $\bar{U}=10$ mm/hr, $\bar{U}=13$ mm/hr 群の4倍近い値をとっている点が目される。

(図-4)は、実測より得られた圧密収縮の影響度である。 $\bar{U}=10$ mm/hrを境に、それより小さな5 mm 間の上昇カーブが著しいことがわかる。

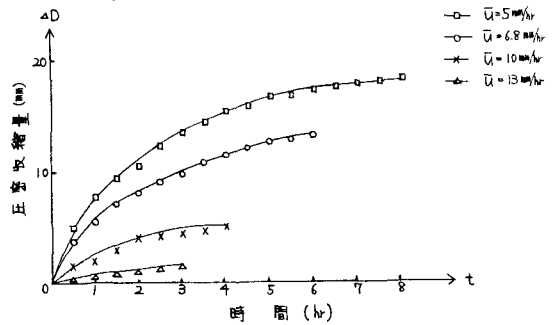
(図-5)は、凍結面が S と k くさい幅で圧密を受けたが、その最大値をプロットしたものである。圧密領域とは、 0.5 kgf/cm^2 (供試体作成時の載荷重)を上回る負圧を受けた場所を言う。さきに述べた数値解析より有効応力分布を求めて決定した。これも、 $\bar{U}=10$ mm/hr 付近を境にして、それより遅くなると急激な増加を示している。

(図-6)は、試験終了時(凍結深4 cm時)の圧密収縮量の分布を示している。未凍土側より凍結面に向かって加算したものである。 $\bar{U}=13$ mm/hr, $\bar{U}=10$ mm/hr では急激的な分布を示すが、 $\bar{U}=6.8$ mm/hr, $\bar{U}=5$ mm/hr では凍結面付近で収縮量が急激に増加するパターンとなる。

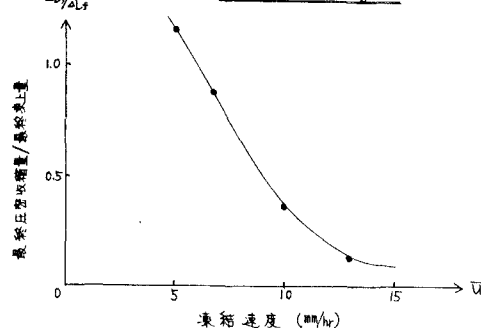
§ おわりに

軟弱粘土が凍結作用を受けた場合、凍結速度が遅いほど圧密収縮の影響が大きくなるが、重要なことは、ある凍結速度(ここでは $\bar{U}=10$ mm/hr付近)を境に急激に増大することである。実際の軟弱地盤において凍結断層を評価する場合も、この項目の凍結速度を、予め、把握しておく必要がある。そして、それを下回る凍結速度の場合には、JIS規格の凍上試験のみならず、寸法の長い凍上試験や現地観測等を併用してゆく必要がある。

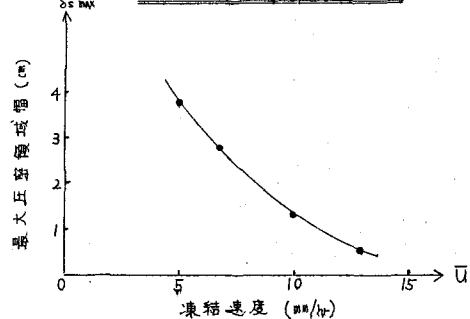
(図-3) 圧密収縮量の時間変化



(図-4) 圧密収縮の影響度



(図-5) 最大圧密領域値と凍結速度



(図-6) 累積圧密収縮量の分布

