

フジタ工業(株)技術本部 正員 丸 田 春 樹

同 上 正員 後 藤 哲 雄

同 上 正員 樫 村 博

§ 1 はじめに

L N G地下タンク周辺の地盤は、建設後時間の経過に伴って凍結する。その際生じる地盤の凍上変位、凍結土圧は、地盤の含有水の凍結膨張が主要な原因である。従って、この含有水の凍結膨張が、どのような土質条件、温度、応力のもとで生じるかを定量的に把握することが、この種の問題を解決する上で必要となる。筆者らは、シルト質土の凍上特性を支配する基本的なパラメーターとして、有効上載圧を考え、この影響を明らかにすべく冷却温度一定の室内凍上実験を行なったので報告する。

§ 2 実験装置及び実験方法

図-1 は実験装置を示している。上載荷重は、空気圧制御方式により凍結実験中一定となるようにした。冷媒としては、エチルアルコールにドライアイスを加えたものを用い、冷却温度を-70℃前後に保った。また、試料を飽和状態にし実験中吸排水量を測定するため試料の上端および下端に吸排水口を設けた。

試料は、内径10 cmの亚克力製円筒容器に鋼製リングを装着して、シールド構内地下約20 mの地盤に圧入して採取したものを用い、供試体寸法は高さ10 cm前後とした。今回実験に用いた試料の物理定数を表-1 に示す。

実験は、供試体をセル内にセットして通水させ、所定の上載荷重を加えて、圧密終了とみなせるまで置いたのち、供試体下部から冷却して行なった。凍結実験中は、上端からビューレットで吸排水量を、ダイヤルゲージで凍上量を、熱電対(C・C)により試料内温度分布を、またロードセルにより上載荷重を計測した。

実験条件は、吸排水可能な状態で、間げき水圧を大気圧に等しくセットし、上載圧のみを0 Kg/cm²、0.5 Kg/cm²、1 Kg/cm²、2 Kg/cm²、3 Kg/cm²、6 Kg/cm²、の6通りとした。

G _s	L.L	P.L	P.I	k
Kg/cm ³	%	%	%	cm/sec
2.72	52	33	19	3.1×10 ⁻⁶

表-1 試料の物理定数

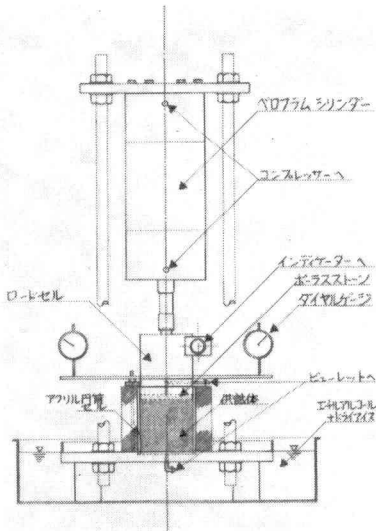


図-1 室内凍上実験装置

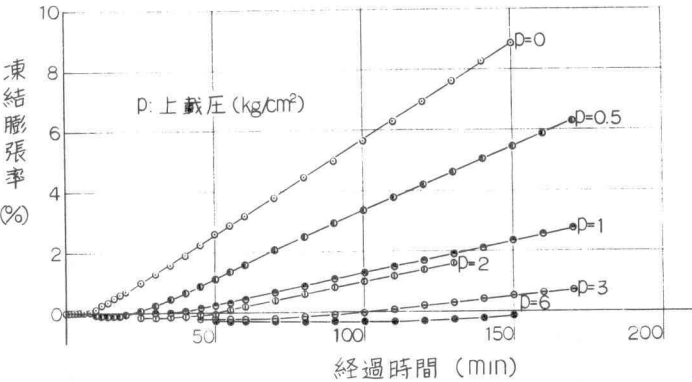


図-2 上載圧の違いによる凍結膨張率の経時変化

§ 3 実験結果及び考察

図-2に、上載圧の変化による時間-凍結膨張率の関係を示す。凍結に要した時間は、初期高さ8.8 cm ~ 10.4 cmで、130分~170分であった。図から、膨張はほぼ直線的で、上載圧が0 Kg/cm²の場合を除けば、凍結開始後0.1~0.3%の収縮がおこり、途中膨張に転ずるまでの時間は、上載圧が大きくなる程遅れる傾向が見られた。これは、急激な温度低下による凍縮現象なのか、凍結膨張圧によるセルの側方膨張によるものか明らかではない。

図-3に、上載圧と凍結完了時膨張率との関係を示す。最終凍結膨張率は、上載圧0 Kg/cm²で8.9%、上載圧の増加に伴ない双曲線的に減少して、6 Kg/cm²でほぼ0%であった。

図-4は、吸排水量の経時変化を示したもので、上載圧の大きい程排水量も多い。排水量と凍結膨張率との関係を示したのが図-5で、排水量の増加に伴ない膨張率の減少が認められる。凍結膨張量を含む水の吸排水量から考察すると、上載圧6 Kg/cm²の場合、供試体の試験前後の重量変化は19 gでほぼ排水量相当分の減少といえそうであり、初期全含水量の9%分の体積膨張量3.6 cm³が排水と体積膨張で吸収されたと考えると、体積膨張がほとんどゼロであるので、残りの膨張分1.4 cm³は試料内で逸散したものと思われる。そして、セルの側方膨張による体積膨張量は内圧6.0 Kg/cm²、ヤング係数2 × 10⁴ Kg/cm²と仮定して、2.6 cm³程度であるので、セルの体積膨張量はそれ程小さくなく、供試体の飽和度が97%であったことから、不飽和の部分で吸収されたのではないかと考えられる。この割合は上載圧6 Kg/cm²で大きく、上載圧0 Kg/cm²では初期含水量の9%体積膨張分に見合う凍上量であった。

§ 4 おわりに

今回の実験では、データ数も少なく今後の実験にまつべき点が多いが、明らかとなった点を要約すれば以下のとおりである。

- 1) 凍上量は、上載圧の変化により大きく影響を受け、上載圧と膨張率との関係は双曲線的に減少する。
- 2) 凍結膨張におよぼす水分の移動の影響は大きく、未飽和部分がある場合には、上載圧が大きいと凍結膨張量がこの部分に吸収される。

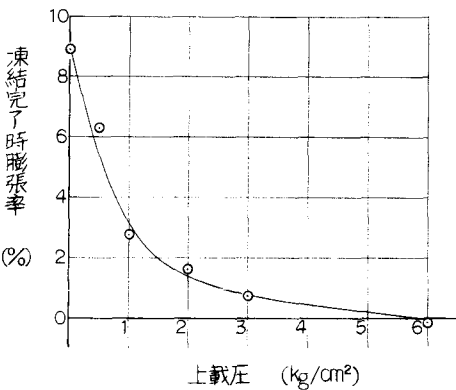


図-3 上載圧と凍結完了時膨張率との関係

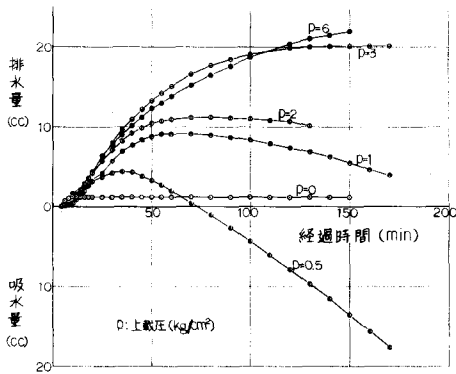


図-4 上載圧の違いによる吸排水量の経時変化

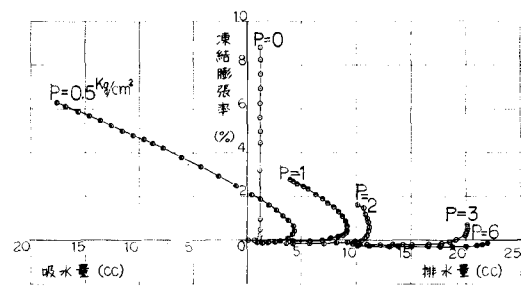


図-5 上載圧の変化による凍結膨張率と吸排水量の関係