

東京工業大学 学生員 畑中崇憲
建設省建築研究所 正員 大岡 弘
同上 正員 横坂 博

1. 結 論

地盤の力学的特性を正しく評価するためには、不攪乱試料について室内せん断試験を実施することが望まれる。筆者らは飽和砂の現位置試料採取方法の一つとして、地盤凍結法を試みてきた。今回は、室内大型実験装置を用いて、凍結管設置に伴う周囲地盤の攪乱範囲とその程度について検討したので報告する。

2. 凍結管の設置方法

モデル地盤は、新潟砂によく似た利根川気乾砂を、直径1m、深さ2.9mの地盤タンク内の水中に所定の位置より自由落下させることによって作る。地盤内張度が一樣になる様に、砂層表面までの水深を換尺により絶えず50cmに保った。地盤作成後は、図1の(a)、(b)、(c)に示す様に凍結外管として既製ケーシング(外径73mm、厚さ3mm)を固定ホルダーを通して設置した。まず ΔS (10~15cm)だけ回転圧入後、(d)に示す建研式砂取り器を用いて先端面まで砂をとり、以後この操作を繰り返した。先端ボイリングが生じないようにケーシング内の水位を地盤水位よりも20~30cm高くした。なお、今回凍結管の設置はすべて手動で注意深く行なった。所定の深さに到達後、生モルタルを用いて(e)に示す様に先端部にフタをしている。その結果、乾燥密度 1.40 g/cm^3 のゆるい地盤中に、根入れ深さ約2mの凍結外管を設置することができた。

3. 地盤凍結実験結果と考察

地盤はドライアイスで約 -72°C に冷却した変性アルコールを塩ビ製内管を通して図2中の矢印に示す様に還流させて凍結させた。実験の詳細については文献(3)、(4)を参照されたい。

図3は、実験中の地盤中温度と凍結厚さの経時変化を示している。実験は今回の温度分布を示し、実験は凍結管を埋め込み方式で設置した場合の結果である。埋め込み方式の利点は、熱電対を所定の位置に正確に設置できる点にある。図中白丸は手掘りにより計測した地表面での凍結厚さの経時変化であり、黒丸は地表面から深さ約70cmの所に凍結厚さ測定器による測定結果である。両者はほぼ一致している。またその最終値は

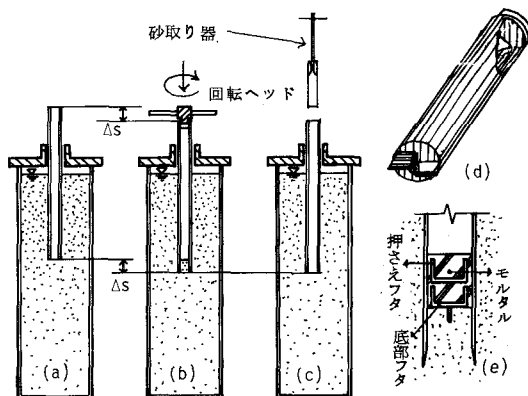


図1 凍結管の設置方法

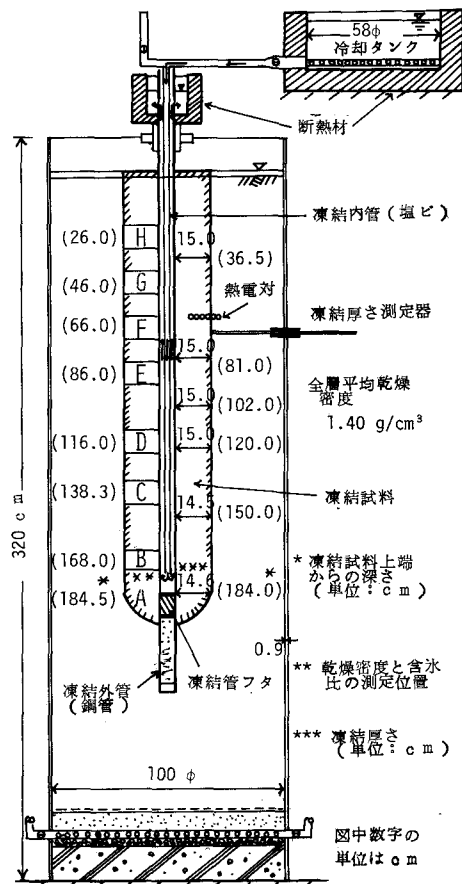


図2 地盤凍結実験装置

凍結試料引き抜き後の実測値(図2参照)ともよく一致している。今回は初期地盤温度が22℃で、9.5時間後約15cmの凍結厚さが得られた。

図4は、凍結試料を引き抜き際に記録した引抜き荷重と引抜き変位量の関係である。1回目の載荷時には、約20mmの引き上げで変位時の荷重がピークに達し、その値は0.63トンである。一方、2回目の載荷では最大荷重が0.29トンで凍結試料自重0.41トンより小さくなっている。これは浮力が作用する結果と考えられる。すなわち、地下水位面が地表面に近いゆるい砂地盤の場合には、バイブロ・ハンマー等を用いれば、凍結試料の自重より小さい引抜き荷重で引き抜けることを示唆するものと考えることが出来る。一方、中密な地盤中の少し大きな凍結試料を引き抜き際の最大荷重は約2.2tであった。しかし、いずれの場合にも、凍結試料の形状は図2に示す様に深さ方向の凍結厚さ分布が一樣であり、極めて引き抜き易い形であることがわかった。

図4は、図2に示した試料からA~Hのブロックを切り取り、水銀置換法によって乾燥密度を求めた結果である。併せて含水比分布も示した。これを見ると、凍結管に近いほど密度が大きく、特に凍結厚さの二等分線を境として大きく変化する事がわかる。従って、ゆるい地盤に今回の凍結管設置方法を用いる場合には、ほぼ凍結管の直径分の厚さだけはとれると考えねばならないが、それを越えれば密度はかなり低下するものと判断できる。

4. 結 論

(1) ゆるい砂地盤に本方式で凍結管を設置する場合は凍結管の直径に相当する厚さ(7.5cm程度)を越えれば密度はかなり低下する。

(2) 地下水位面が地表面に近いゆるい砂地盤の場合、凍結試料の必要引き抜き荷重は小さく、凍結試料の自重を越えないうちにも引き抜ける。

謝 辞 本研究を行なうにあたり、針指導を賜った吉見吉昭東工大教授、及び装置に関し多大の労をいただいた建築研究所の森義夫氏に深謝の意を表します。

1) Ladd「Specimen Preparation and Liquefaction of Sands」ASCE Oct. 1974

2) 吉見・畑中「ゆるい砂地盤の現位置密度測定」第10回災害科学総合シンポジウム 1973

3) 畑中・大岡「凍結法による飽和砂試料採取の際の凍結の影響について」第11回土木工学研究発表会 1976

4) 畑中・大岡「凍結法による飽和砂試料採取の室内実験」昭和51年度 建築学会秋季大会学術講演要録集

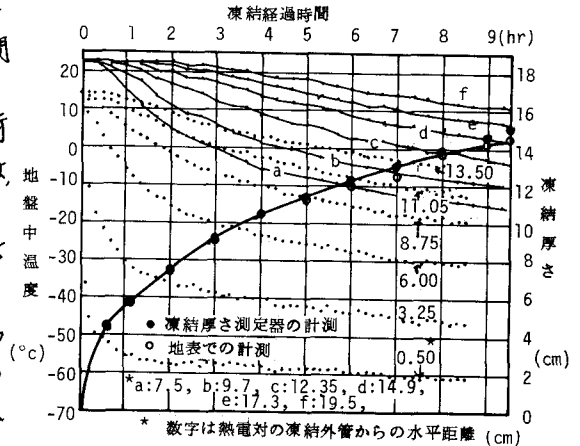


図3 地盤中温度と凍結厚さの経時変化

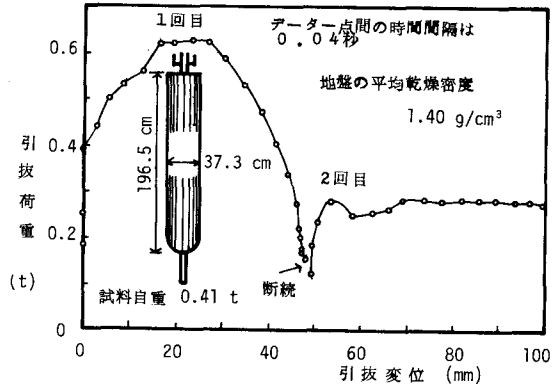


図4 凍結試料引き抜き時の荷重変位曲線

平均密度 1.410 g/cm³

1.408	1.418	1.420	1.425	1.456	1.452	1.469	*1.507	H
1.389	1.400	1.396	1.402	1.428	1.423	1.452	1.604	***
32.1		31.6		30.9		**30.1		G
1.392	1.398	1.406	1.416	1.440	1.461	1.465	1.476	F
1.406	1.406	1.420	1.418	1.417	1.453	1.439	1.489	E
32.5		31.6		30.3		30.0		
1.421	1.398	1.409	1.436	1.439	1.413	1.442	1.505	D
1.394	1.403	1.426	1.412	1.433	1.404	1.453	1.474	C
32.3		31.2		31.4		30.4		
1.420	1.428	1.417	1.418	1.418	1.436	1.446	1.464	B
31.6		29.7		29.5		29.7		A

* 乾燥密度 (g/cm³) ** 含水比 (%) *** 図2参照

図5 凍結管設置に伴う乾燥密度変化と含水比分布