

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正員 ○ 佐藤 弘行
安田 進
曾我 誠

1. まえがき

ゆるい飽和砂は採取後、運搬中の振動による乱れを防ぐために現場で試料凍結を行なっている。その際、凍結膨張による試料の乱れを懸念して水抜きを行なっているのが通例である。この水抜き・凍結過程における砂試料の乱れについての品質評価法は、現在のところまだ確立されるには至っておらず、研究段階途上にあると言える。阪上らは豊浦砂を用いて試料凍結を行ない、試料の間げき比や飽和度と膨張量との関係について前回報告を行なっているが、筆者らは次に質的評価の一方策として、豊浦標準砂を使ってチューブ径や試料密度、飽和度を種々変えた凍結試料に対し振動三軸試験を行ない、それらによって求められる液状化強度とモールド内に作成した非凍結の試料の液状化強度の比較を行なってみた。以下、実験概要及び結果について報告する。

2. 実験概要

豊浦砂を用いて表-1に示すような実験を行なった。

- i) 凍結試料作成； チューブ径や試料密度・飽和度をそれぞれ2種類ずつ変え、合計8本のサンプルを作成した。チューブは内径で56%の塩ビチューブ及び75%のシンウオールチューブを使用した。試料作成はチューブ下端をシールした後、水を張り乾燥した試料を所定の量、静かに投入してゆき、適当なる振動をチューブに与えることによって所定の密度(設定相対密度 50%…T-1, 2及びT-5, 6；70%…T-3, 4及びT-7, 8)になることを期し、終了後試料の上面をパラフィンでシールした。なお、現場での水抜きを模して、上記のうち4本のサンプル(T-2, 4, 6, 8)についてはチューブ下端より排水を行なわしめ、不飽和試料とした。作成の終わったサンプルは冷凍庫(-20℃恒温)内にねかせて凍結させた。

- ii) 試料押し出し； 試料の押し出しはジャッキにより静かに押し出した。なお、押し出し困難なものについてはチューブを切断して押し出しを容易ならしめた。

- iii) 振動三軸試験； 各チューブごと4本の供試体を作成し、拘束圧 $\sigma'_v = 1.0 \text{ kg/cm}^2$ の下で液状化試験を行なった。これにより応力比 $R_L \sim$ 液状化回数 N_L 関係が求められた。なお、この凍結試料の液状化強度との比較のために非凍結試料についても同様の試験を行なう必要があると考えられたが、押し出し・成形時の作業困難性のため、モールド内に試料を作成することとし、これに対して液状化試験を行なった。

3. 実験結果及び考察

塩ビチューブ、シンウオールチューブを使った実験について試料作成時から供試体圧密後に至るまでの間げき比 e の推移を描けば図-1のようになる。ゆる詰め試料は作成時 $D_r = 50\%$

表-1 実験内容

TEST No.	記 号	使用 チューブ	チューブ				供試体	
			凍結前 試料長 (cm)	相対密度 D_r (%)	飽和度 S_r (%)	長さ方向 膨張率 (%)	圧密後 相対密度 D_{rc} (%)	液状化 応力比 R_L
モルフ-1	×		—	—	—	—	52.4	0.205
モルフ-2	×		—	—	—	—	73.3	0.265
T-1	○	塩ビチューブ	68.8	50.0	100.0	1.74	50.4	0.270
2	●		66.9	64.6	69.4	0.45	72.3	0.285
3	△	φ56%	69.4	70.0	100.0	2.31	73.4	0.297
4	▲		69.9	70.9	70.1	0.00	81.4	0.345
5	□	シンウオールチューブ	71.0	42.9	100.0	2.82	51.1	0.260
6	■		68.7	65.1	70.3	0.00	72.3	0.268
7	◇	φ75%	71.1	67.1	100.0	1.69	75.1	0.310
8	◆		70.9	71.7	69.6	0.00	72.0	0.275
A		塩ビチューブ	70.2	36.9	100.0	3.42	—	—
B			70.4	45.1	—	3.33	—	—
C	○	φ56%	69.9	52.9	—	2.58	—	—
D			70.0	64.0	—	3.00	—	—
E			70.3	70.3	—	2.56	—	—
F			70.2	86.6	—	2.71	—	—

程度)飽和試料については凍結時、不飽和試料については木抜き時に大きく間ゲキ比変化が生じている。一方、密詰めめの試料は(作成時 $D_r=70\%$ 程度)それに比して間ゲキ比変化の量がかなり小さくなっているのがわかる。チューブの違いによる、間ゲキ比変化は一部試料押し出し時の乱れを除けば、とくに変わりはないようである。

図-2は56φ塩ビチューブを使用して、6種類の間ゲキ比に調整した飽和試料(N₀、A~F)の凍結による膨張量を調べたものである。間ゲキ比が大きくなるにつれて膨張率が上向き傾向にあるようである。図中、実線はゼロ空隙の場合の、試料内の木がすべて氷に変化したと仮定した場合の凍結膨張率を示したものであるが、それと類似した傾向にあると言えよう。なお、不飽和試料の凍結膨張率については表-1に示したように、かなり小さな値になっている。

図-3及び図-4は使用チューブ別に、圧密後相対密度 D_{rc} と液状化応力比 R_L ($N_e=20$ 回、 $DA=5.0\%$)との関係をまとめたものである。図中、一点鎖線はモールド試料の実験結果から推定される $R_L \sim D_{rc}$ 関係である。図-3は塩ビチューブを使用した場合のものであるが、試験No. T-1のゆる詰めめの飽和砂の実験値を除けば、ほぼ非凍結の試料の $R_L \sim D_{rc}$ 関係のライン付近にプロットされていると受けとれる。図-4のシンウォールチューブを使用した場合の実験結果もほぼ同様な関係が得られており、チューブの別によらず、ゆる詰めめの不飽和砂および密詰めめの飽和砂・不飽和砂については、“凍結前”の段階以降では凍結の影響により、液状化強度の変化しないことが考えられる。一方、ゆる詰めめの飽和砂の試験結果であるが、今回の試験によればやや高めめの液状化強度を示した。凍結時には、木抜きを行なった場合のサンプルよりもより大きな膨張を示すが、その際の粒状体が受ける応力履歴あるいは粒子の動きがこういった結果を与えているのかもしれない。なお、これについては現在検討中である。

今後、この問題を含め不攪乱の沖積砂を対象として同様な研究を続けてゆきたいと考えている。

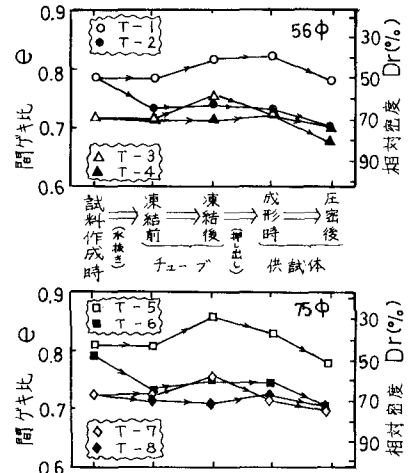


図-1 間ゲキ比 e の推移

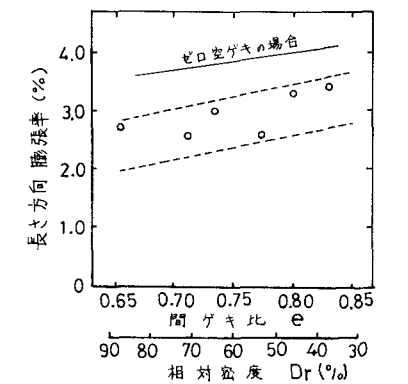


図-2 飽和砂の凍結膨張率

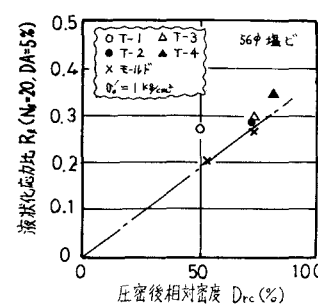


図-3 $R_L \sim D_{rc}$ 関係(56φ塩ビ)

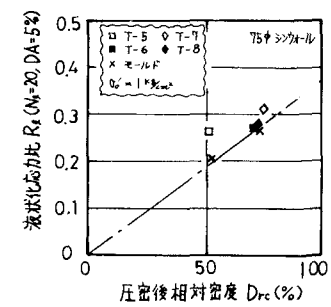


図-4 $R_L \sim D_{rc}$ 関係(75φシンウォール)

<謝 辞>

本実験に際して、前原幸嗣氏に振動三軸試験の御助力を願った。記して感謝する。

<参考文献>

- 1) 阪上最一, 安田進, 佐藤弘行(1979), “凍結によるサンプラー内の試料の体積変化”, 第6回関東支部年次研究発表会