

基礎地盤コンサルタンツ(株) 正員 〇阪上最一

〃 〃 安田 進

〃 〃 特別員 佐藤弘行

ゆるい砂の不攪乱試料は運搬時の振動による乱れなどを防ぐため、採取後、現場でドライアイスなどでサンプラーと凍結させることが多く用いられるようである。この際、水抜きを行ない凍結による膨張を小さくする操作が行なわれるのが普通であるが、試料は含水量が高いと体積膨張を起し、乱れが予想される。さらに、これらの凍結による乱れが土質試験にどのような影響を及ぼすかについては、ほとんどわかっていないのが現状である。そこでこれらの凍結時の問題にとりくむ手はじめとして、室内でシンワオールチューブ内に種々の砂の試料を作り、凍結させ、試料の間ゲキ比や飽和度と膨張量との関係について詳細に調べた。これらの室内実験結果について、現場データを合せて、報告する。

1. 実験概要

実験に用いた試料は豊浦標準砂と浦安砂である。それぞれの粒径加積曲線を図-1に、物理試験結果を表-1に示す。浦安砂は、74 μ m以下の細粒分を20%あまり含んでおり、この点で豊浦砂とは異なる物理特性を有している。供試体は太削すると試料を飽和させたものと、そうでない不飽和のものがある。飽和試料はキャップしたシンワオールチューブに水をはり、乾燥させた試料を所定の間ゲキ比になるように適当な振動を与えながらその水面下まで詰め、パラフィンでシールして作成した。供試体の間ゲキ比は、試料の詰め方が振動の大小によることを利用して、間ゲキ比の異なる供試体を作成した。さらに、不飽和試料は、飽和試料から水を抜くことにより作成した。なお、飽和度は抜く水の量を変えることにより調節している。作成した供試体は、所定の寸法や重量を測定した後、冷凍庫(-20 $^{\circ}$ C恒温)に入れ十分に凍結するのを待ってから長さ方向と、半径方向との膨張量を測定した。

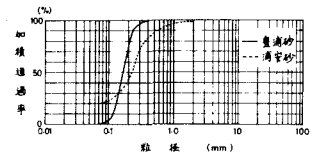


図-1 粒径加積曲線

表-1. 物理特性

	Gs	D ₁₀	D ₅₀	U _c	75 μ m以下 の細粒分(%)
豊浦砂	2.64	0.13	0.17	1.38	20.0
浦安砂	2.65		0.23		0.0

表-2. 実験結果一覧表

No.	試料	試料長 (cm)	試料径 (cm)	間ゲキ比 e	飽和度 Sr(%)	膨張率(%)	
						長さ方向	半径方向
1	豊浦	59.8	7.415	0.730	100.0	2.99	
2	"	26.4	7.465	"	"	1.89	0.20
3	"	53.9	7.445	"	"	1.48	0.60
4	"	54.6	7.505	0.695	"	4.64	
5	"	54.9	7.490	"	97.5	1.46	
6	"	54.1	7.500	"	90.0	0.46	
7	"	58.0	7.420	0.660	100.0	4.31	
8	"	28.4	7.470	"	"	4.23	0.40
9	"	57.0	7.495	"	97.0	2.28	"
10	"	57.3	7.480	"	93.6	19.2	0.20
11	"	56.8	7.465	"	87.0	0.53	0.00
12	"	59.7	7.400	0.629	100.0	3.85	
13	"	59.8	7.455	"	87.4	0.50	
14	浦安	70.2	7.530	1.170	78.0	0.70	
15	"	49.3	7.415	0.005	87.5	1.40	

2. 実験結果及び考察

実験結果を表-2に示す。図-2は今回行った豊浦標準砂を試料とした実験結果のうち飽和度 $S_r=100\%$ のものについて間ゲキ比 e と供試体の長さ方向の膨張率との関係でプロットしたものである。図より e が0.63~0.69の範囲では e が大きくなるにつれて膨張率が大きくなる傾向がうかがわれる。これは間ゲキ比が大きくなると、単位体積当りにしめる水の量が増すためであると考えられる。しかし、 e が0.69を越える範囲では逆の傾向がうかがわれるようである。また、図は、試料長の違いによっては凍結時の供試体の長さ方向の膨張率は変化

しないことを示している。たとえば、図中の $e=0.66$ に対応する2つのプロットは、表-2より試料長が倍も異なっているが、ほぼ同じ箇所にプロットされていて、膨張率に有意な差がないことを示している。図-3、図-4は、今回行った実験結果を飽和度と膨張率との関係で整理したものである。図-3は試料の長さ方向の、図-4は半径方向の膨張率である。()内は間ゲキ比である。図-3より、同じ間ゲキ比のものについてみれば、飽和度が下れば膨張率も下る様子がうかがわれる。また、その下り方は、間ゲキ比の大きいもの程急である。図-4に於いても、図-3と同様、飽和度が下れば、膨張率も下るようであるが、図-3の値と比べると最大で1%以下と小さく、長さ方向の膨張率が、半径方向のそれよりも卓越している様子がうかがわれる。そこで図-3の結果をもとにφ75のシンウォールサンプラー内の試料長80cmの豊浦砂の膨張率を0.5%以下にするには、いくら水を抜けばよいが試算し、結果を表-3にまとめた。表より150~180ccの水を抜けばよいようである。

以上、豊浦砂の室内凍結実験について説明したが、次に、浦安砂を試料としたものについて、現場のデータとあわせて説明する。図-5の○印は浦安砂、△印はシンウォールチューブで採取した不攪乱試料を、サンプラーごと現場で凍結させ長さ方向の膨張率を測定した結果である。この試料は74μ以下の細粒分を約20%含み、浦安砂にこの点で、同じ物理特性を有している。図より実験値はほぼ同じオーダーの箇所にプロットされ、室内実験結果と現場データとが比較的良好な対応をしているのが見られる。膨張率は図-2の同じ飽和度の豊浦砂の値と比べると、ほぼ同じか、それ以上と思われる。が、全般的に飽和度が低く膨張率が低いので、この図だけからでは必ずしも $Sr=100\%$ のとき、74μ以下の細粒分を含む方が膨張率が大きいとは言えない。

3. 結論

以上の実験結果及び考察から次の事が明らかになったと思われる。

- 1). 凍結による膨張率は、長さ方向のそれが、半径方向のそれより卓越している。すなわち長さ方向の乱れの方が、半径方向の乱れの影響よりも大であると考えられる。
- 2). 不飽和になれば、長さ方向及び半径方向の膨張率は減少するが、その程度は、間ゲキ比が大きいもの程、大きいと思われる。
- 3). 豊浦砂のような74μ以下の細粒分の少ない砂を、現場でφ75のシンウォールチューブ80cm程の長さでサンプリングし、凍結させる際には、表-3に示したように150~180ccの量の水を抜きとれば、長さ方向の膨張による乱れは、極めて少なくなると思われる。

今後、豊浦砂と浦安砂以外の砂についても実験を行ない、凍結による体積変化について調べ、さらに多くの現場のデータを集め、室内実験結果とより現実的なものにしたいたいと考えている。

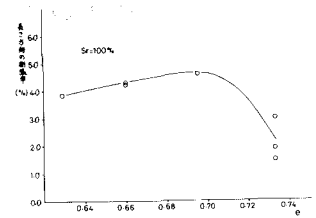


図-2 長さ方向の膨張率と間ゲキ比との関係(豊浦砂)

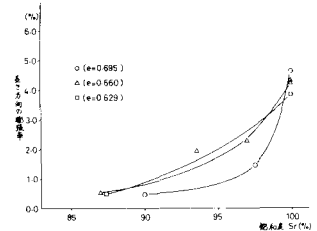


図-3 長さ方向の膨張率と飽和度との関係(豊浦砂)

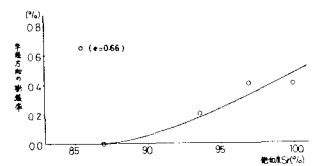


図-4 半径方向の膨張率と飽和度との関係(豊浦砂)

表-3 膨張率を0.5%にするための排水量

e	Sr (%)	排水量(cc)
0.695	90.0	145
0.660	87.0	183
0.629	87.4	172

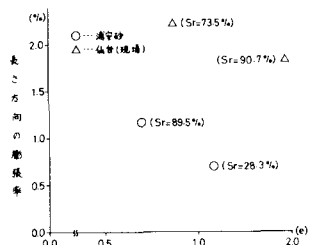


図-5 長さ方向の膨張率と間ゲキ比との関係