

(株) 精研 正員 高志 勤
 シ シ 〇 生 頼 孝 博
 シ シ シ 山 本 英 夫

1. はじめに

砂凍土の一軸圧縮強度に影響を与える要因としては温度・歪速度などの外的要因と粒度分布・含水(含水)比などの内的要因があり、砂凍土の力学的特長解明の為にはこの内的要因の影響を調べることも重要になる。前回には豊浦標準砂を用いた凍土の一軸圧縮強度に締固め程度がかなり影響することを報告した¹⁾。凍土では一般に粒径が粗い程大きな強度を示すといわれていることからこれを確認する目的も含めて今回は一軸圧縮強度に及ぼす粒径の影響を調べる実験を行なったのでその結果を報告する。

2. 実験方法及び供試体の作製

用いた一軸圧縮試験機及び温度制御方法は文献1)と同じである。試料土としては豊浦標準砂の他にこの標準砂を粉砕したもの(豊浦粉砕砂)及び豊浦で採取した標準砂より粗いもの(豊浦粗砂)の三種類に相馬標準砂を加えた四種類を用いた。図1にそれぞれの粒度分布を示す。相馬標準砂の場合はそのまゝ供試体作製に用いたが、豊浦採取砂の場合は三種類から表1に示すように粒径によって6段階に分類しそれぞれを供試体作製に用いた。尚、74~840μ(分類番号Ⅲ~Ⅵ)のものはフルイを用いて分類し、1~74μ(Ⅰ~Ⅱ)のものはストークスの法則を用いた沈降速度の違いによって分類した。供試体の作製は文献1)と同じ方法で行ない、同じ粒径のもので締固め程度の異なるものをいくつか作製した。但し、Ⅰ及びⅡの場合は締固めることがかなり困難でその為比較的疎充填のものだけが作製できなかった。供試体は-20℃の低温槽に入水急速凍結し、試験温度で一昼夜以上養生した後試験に供した。凍結した供試体を見るとⅠ及びⅡには不規則なアイスレンズが観察されたがその他はコンクリート状凍土であった。

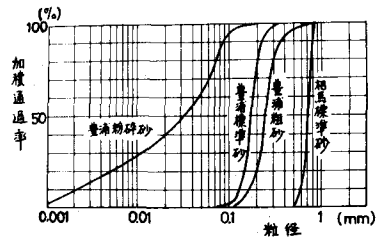


図1 粒度分布

表1 試料の分類

分類番号	粒径範囲μ	試料	分類方法
Ⅰ	1~20	豊浦粉砕砂	沈降による
Ⅱ	20~74	〃	〃
Ⅲ	74~105	〃	フルイによる
Ⅳ	105~250	豊浦標準砂	〃
Ⅴ	250~420	豊浦粗砂	〃
Ⅵ	420~840	〃	〃
Ⅶ	590~840	相馬標準砂	〃

3. 実験結果及び考察

図2及び図3はそれぞれ-2℃及び-10℃に於ける荷重~変位曲線の代表的な例を示したものである。実線は比較的密充填、点線は疎充填のものである。両図共にⅢ~Ⅵのものはピークが現われ、粒径が細かい方がピークでの荷重は大きくなっている。また、粒径が粗い程小さい変位でピークに達しており、立上りの勾配も急である。一方、Ⅰ~Ⅱのものはピークが現われなくて砂を母岩としているにもかかわらず粘土質凍土と同じパターン²⁾となっており、74μ以下は土質分類

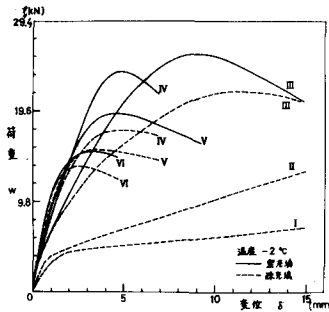


図2 荷重~変位曲線 (-2℃)

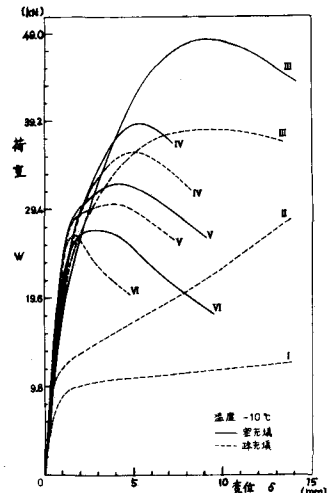


図3 荷重~変位曲線 (-10℃)

上はシルト・粘土に属することと良い一致を示している。本報告での一軸圧縮強度はⅢ～Ⅵについては最大荷重を、Ⅰ～Ⅱについては変位が10%に達した時の荷重をそれぞれ圧縮前の供試体断面積で割った値 (σ_u また σ_{10}) を用いた。尚、Ⅰ～Ⅱの場合も変位が30%以上で最大荷重に達した例もあったが今回の報告では省略する。

図4は-2℃及び-10℃に於る一軸圧縮強度 σ_u 又は σ_{10} をそれぞれの粒径範囲を対数平均粒径で代表させてプロットしたものである。-10℃には豊浦標準砂と相馬標準砂の場合のデータも記入した。それぞれの供試体の締固め程度は厳密には異なっているが両温度の場合共にⅢのものが最大の強度を示しており、それより粒径が粗くなると σ_u は低下し、細くなると σ_u は現れず σ_{10} もかなり小さい値となっている。両温度の場合を比較してみると-10℃の方が-2℃の場合より粒径依存性が大きいことがわかる。特に、-2℃でのⅢの σ_u はⅣに比べてそれ程増加せず、図2でⅢの立上りがゆるくピークもゆるやかになっていることと関係しているものと考えられる。尚、Ⅰ～Ⅱの σ_{10} の値は藤の森粘土凍土の値²⁾よりかなり大きな値となっている。

図5は締固め程度を同じにした場合の粒径による σ_u の大小関係を確かめるために σ_u 又は σ_{10} を乾燥密度 ρ_d に対してプロットしたものである。実線は-10℃の場合で、点線は-2℃の場合である。Ⅲ～Ⅵのものでは粒径が細くなる程 ρ_d の依存性が大きくなっているが、今回の実験範囲内では同じ ρ_d であっても粒径が細かい方が σ_u は大きいことがわかる。尚、Ⅰ～ⅡはⅢ～Ⅵと同じ方法での密充填の供試体の作製が困難であったが圧密等の方法で作製し実験を進める予定である。

図6は今回の分類のⅣとは同じ豊浦標準砂とⅥの範囲に含まれる相馬標準砂との σ_u を種々の温度で比較する為に示したものである。相馬標準砂の方がわずかに密充填にもかかわらず全ての温度で σ_u の値は下廻っている。また、-10℃以下での σ_u の増加の割合はほぼ同じとなっている。

4. おわりに

同じ母岩から分類した異なる粒径範囲からなる凍土では一軸圧縮強度を最大にする粒径が存在することがわかった。この結果は、砂凍土の場合でも同じ温度条件では粒径の細かい程不凍水量が多いことから考えると、不凍水量が多い程凍土の強度が低下するという現在の一般的な考えだけでは説明できない。今後も実験を進め今回の結果を説明できる何かを見出すことが砂凍土の力学的特性解明の大きなポイントであろうと考えられる。

文献 1) 高志・生頼・山本; 砂凍土の一軸圧縮強度に及ぼす締固め程度の影響, 土木学会34回講演概要集3, 1979.

2) 高志・生頼・山本; 粘土質凍土の一軸圧縮強度, 土木学会33回講演概要集3, 1978.

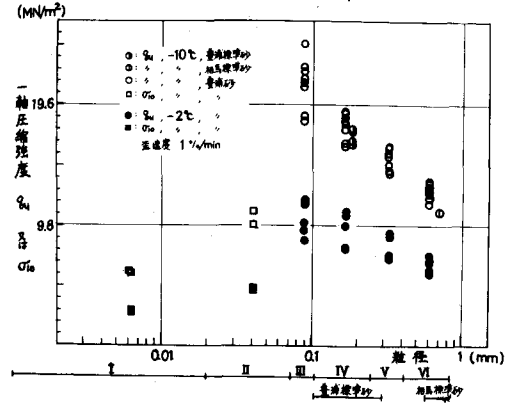


図4 σ_u 又は σ_{10} と粒径の関係

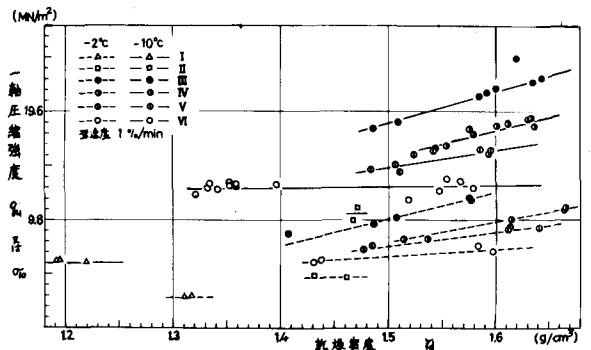


図5 σ_u 又は σ_{10} と乾燥密度 ρ_d の関係

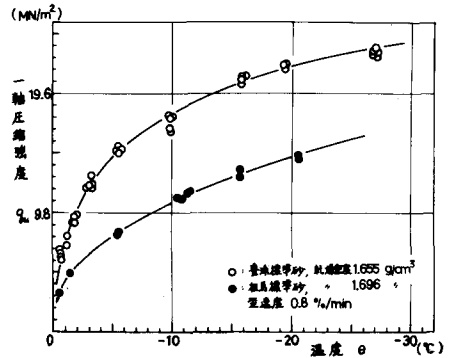


図6 粒径の異なる二種の σ_u の温度依存性