

Ⅲ－19

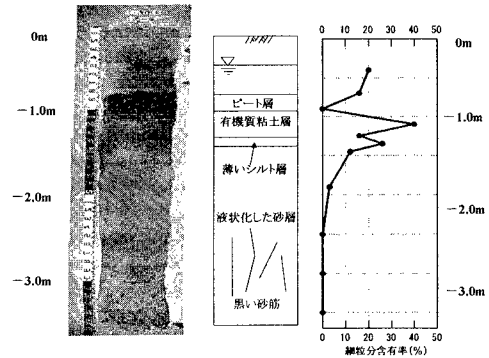
細粒子を含む砂質土の液状化時の透水性と分級に関する考察

東北大学工学部土木工学科 学生会員 ○登山征一

同 上 正 会 員 仙頭紀明 渦岡良介 風間基樹

1. はじめに

1983年に発生した日本海中部地震により、液状化の被害が大きかった秋田県南秋田郡若美町五明光付近の地盤をジオスライサーにより地盤調査したところ、地表面下1.0～1.5mのピート層の直下にシルト層が観察された。図－1は五明光地点のジオスライサー写真と、各深度における土層構成、及び細粒分含有率分布を示したものである。図中の有機質粘土直下の薄いシルト層は、砂層に含まれるシルト分が液状化時の上向きの浸透流により分級したものと推定された。そこで本研究では三軸試験機を用いて、細粒子を含む砂質土の液状化時の透水試験を行い、砂質土の分級挙動と透水性を考察した。



図－1 五明光地区の土層構成と細粒分含有率分布

2. 実験方法

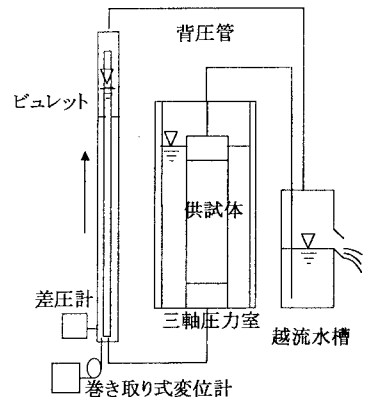
試料は珪砂4号と相馬砂7号の混合砂，五明光地点の砂および豊浦砂である。表－1に実験に用いた試料の粒度構成を示す。なお単一粒径に近い豊浦砂は，分級しない材料であり，比較のために用いた。

表－1 試料の粒度分布

	混合砂	五明光	豊浦砂
砂分	80%	79%	100%
細粒分	20%	21%	0%

供試体の作成方法は，細粒分を含む砂の場合，乾燥状態では均等に混ざらないため，含水比が10%前後になるように湿らせてから混合した。また分級が起きたときの細粒子の移動をより明確にとらえるため，供試体と上部ペDESTALの間に供試体よりも十分に透水性の大きいガラスビーズ（直径1mm）の層を1cm作製した。また，乱した試料を用いるので，試料作製時に供試体を自立させるためには負圧（－20kPa程度）を作用させるが，その時点で分級が起ってしまうため，試料は事前に凍結させて作製した。

試験には三軸試験機を用いた。三軸試験で背圧作用下で定水位透水試験に近い状態を作り出すため，図－2のような装置とした。測定方法は定水位試験であるので，水面の高さを一定に保てるように二重管の水位が所定の高さを保つように二重管を手動で持ち上げながら行なった。差圧計と巻き取り式変位計から動水勾配と流量を求めた。



図－2 実験装置の概略図

試験の手順を以下に記す。凍結させた試料にゴムスリーブを空気の入らないようにかぶせ，上下ペDESTALに設置する。供試体を20kPaで予備圧密し，その状態で試料を解凍する。試料にCO₂，脱気水を透水実験の水頭差より十分小さな水頭で循環させた後，背圧を100kPa 載荷し飽和させる。有効拘束圧を50kPaで圧密し，その後所定の過剰間隙水圧比（0，0.98）において定水位試験を行なう。液状化状態は繰返しせん

断より作り出すものとする。定水位透水試験は低い動水勾配から行い、徐々に動水勾配を大きくしていった。データは一定時間同じ水頭差を保ち、ピュレットにつけた差圧計と巻き取り式変位計の値から流量を求めた。実験後、試料が乱れないように装置を解体し、飽和状態のまま試料を凍結させた。

3. 実験結果および考察

図-3は拘束圧 50kPa の下での各砂の動水勾配と流速の関係を、図-4は液状化時における各砂の動水勾配と流速を示したものである。拘束圧が大きいと、混合砂と五明光砂に関しては動水勾配1を越えてから若干流速が大きくなる。これに対し液状化して拘束圧がほぼ0の状態では混合砂で動水勾配が0.7、五明光砂では0.6付近で流速が大きくなる。これは上向き浸透流により細粒分が移動し、分級が起こったものと考えられる。この傾向を確かめるために、図-5に示すように、試験前後における混合砂、および五明光砂の細粒分含有率を調べた。ここでの細粒分とはふるい試験において、0.075mm のふるいを通したものである。豊浦砂に関しては単一粒径に近いので、分級しないこと、仮に分級してもふるい分けによって判別できないため省略した。初期状態とは透水試験を行なう直前の、通水後の試料の状態である。どちらの砂に関しても、第二層より下の層については大きな傾向の変化は見られないが、第一層では液状化時に細粒分の含有量が増加した。また拘束圧が大きな状態でも量は少ないものの、細粒分含有率が初期状態に比べると増加した。このことから細粒分の移動による分級が起こったことが確認できる。また、ガラスビーズ層への細粒分の流出量を図-6に示す。液状化時にはこれらの細粒分は実際の噴砂となって現れる。

4. 結論

細粒分を含む砂は、液状化により拘束圧が減少すると分級しやすくなることが、定水位透水実験の動水勾配-流量関係、および試験後の砂層の粒度試験より明らかになった。したがって、五明光地点のシルト層は液状化後の浸透による分級で生じたものと推定される。

参考文献

(1)A.W.Skempton and J.M.Brogan:Experiments on piping in sandy gravels,Geotechnique 44,No.3, pp449 - 460,1994 (2)T.C.Kenny and D.Lau:Internal stability of granular filters,Department of Civil Engineering,1985

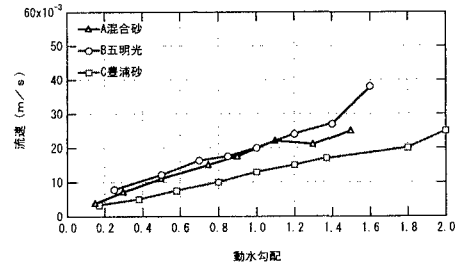


図-3 拘束圧50kPa下での動水勾配-流速関係

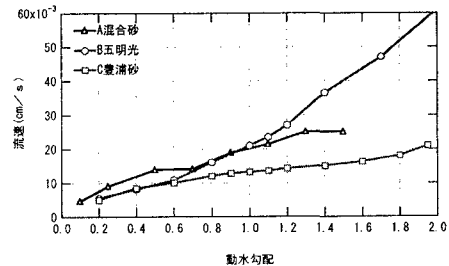


図-4 液状化時の動水勾配-流速関係

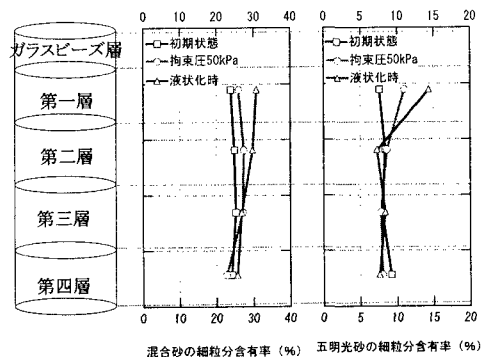


図-5 透水試験後の供試体の各層における細粒分含有率

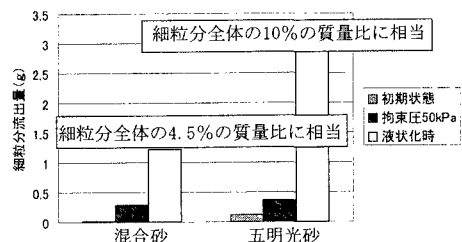


図-6 ガラスビーズ層への細粒分流出量