

下総層群中に見出された液状化抵抗の極めて小さな砂について

風岡 修・楠田 隆

はじめに

近年、谷を周囲の地層で埋積・盛土下部分が、地震時に液状化—流動化し、大きな災害となっている例が宮城県沖地震時（基礎地盤コンサルタンツ，2003a；風岡ほか，2003）、宮城県北部地震時（基礎地盤コンサルタンツ，2003b；風岡ほか，2003）や2004年中越地震時などに頻発している。

風岡ほか（1995）は粘土化していない軽石による人工地層が液状化しやすいことを、風岡ほか（2002）は風化雲母の混入が砂層の液状化強度を減少させることを非排水繰り返し三軸試験によって明らかにした。

千葉県内では、1987年千葉県東方沖地震時には、谷を埋めたところの一部で、液状化—流動化被害がみられた。しかし、谷を埋めた周囲の地層を一度崩し、再構成したもの、すなわち盛土材としての液状化強度についてはこれまで調べられてこなかった。今回は、試みに、下総台地北部の下総町和田山の露頭（図1）に存在する、下総層群上部の風化雲母が多く含まれる層準から地層を採取し（図3）、その砂の液状化強度を調べてみた。

採取した砂の物性と非排水繰り返し三軸試験方法

今回採取された上岩橋層の極細粒砂層（以下「下総の砂」と呼ぶ）の物性を表1に示す。また、粒径分布を図2に示す。

この砂は、極細粒砂を主体とし、構成鉱物は、火山ガラス（約45%）、岩片（約40%）、風化雲母（7-8%）、斜方輝石（2-3%）、長石（約2%）、角閃石（1-2%）、ジルコン（1-2%）であり、火山ガラスと風化雲母を多く含んでいることが特徴である。また、風化雲母を多く混入するためか、最大密度は一般の砂に比べて低い。このためか、最大密度時の山中式土壤硬度計による地層の硬さは4.0kg/cm²程度と固く締め固まらない。

一般に作成した供試体は、その密度・堆積構造によって液状化強度が大きく異なる。そこで、混合試料ごとに密度の異なる供試体を作成し、密度ごとのケースに

ついて非排水繰り返し三軸試験を行い、その結果を石原(1976)の提唱する余裕間隙比をもとに整理した。

なお、堆積構造については、供試体の作成方法を同じくさせることにより統一した。すなわち、同一状態の供試体作成の再現性が比較的良好な空中落下法と供試体作成用真鍮製モールドの側面打撃を組み合わせる供試体を作成した。

液状化強度は、非排水繰り返し三軸試験方法(JGS T 541, 木暮ほか, 1990)にもとづいて誠研舎製 DTC-360 を使用して行った。供試体の飽和はCO₂ガスと脱気水にて行い、拘束圧 3.0kgf/cm²、背圧 2.0kgf/cm²にて、試験を行った。なお、ロードセルは、三軸室内に置き、フルスケール 50kgf のものを使用した。

試験結果とまとめ

各ケースについてN(繰り返し回数)=20の時の応力比をそのケースの液状化強度と仮に定義しまとめたものと、万田野砂および宮城県沖地震時に斜面崩壊した築館軽石、宮城県北部地震時に斜面崩壊した三ツ谷層の砂層、十勝沖地震時に斜面崩壊した八戸軽石、魚沼層群中のSK030火山灰層の余裕間隙比と液状化強度を示したものが図4である。これらより以下のことが明らかとなった。

下総の砂は、余裕間隙比が0.3以上の時には、通常の砂である万田野砂とほぼ同様な液状化強度である。しかし、余裕間隙比が0.3よりも小さくなっていくと、下総の砂は、万田野砂と異なり液状化強度がなかなか上昇していかない。これは、八戸軽石や三ツ谷層と同様である。

以上、下総層群中の砂のうち、風化雲母を多く含む部分は液状化強度が小さい可能性が高い。今後、下総層群の各層準の液状化強度を明らかにし、適正な盛土材としての利用が防災上重要である。

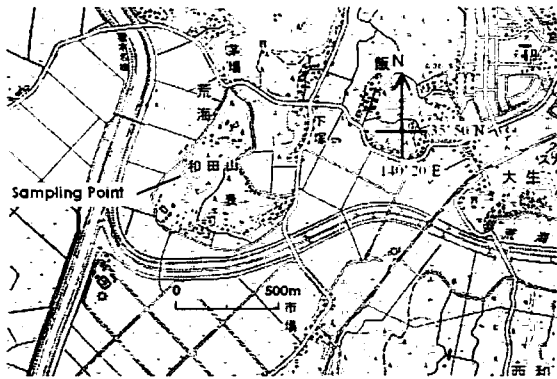


図1 試料採取位置

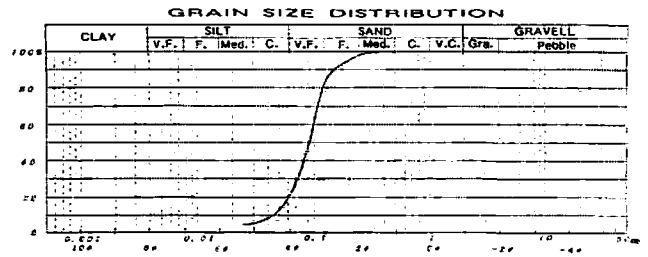


図2 試料の粒度分布

表 1 採取試料の地層物理特性

Grain Sample	Grain Size	Grain Density (g/cm^3)	Maximum Density (g/cm^3)	Minimum Void Ratio
Shimousa Sand	very fine sand 0.09mm	2.545	1.342	0.896

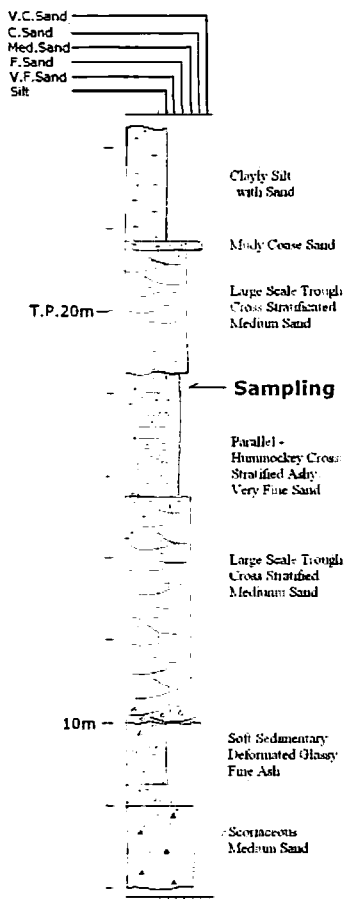


図3 試料採取地点の地質柱状図
とサンプリング層準

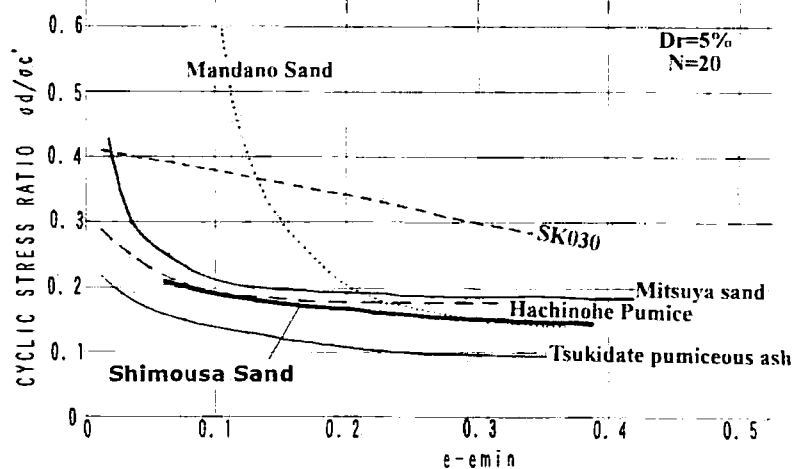


図4 各試料の液状化強度