

Ⅲ-224

北海道東方沖地震によって被災した粗粒火山灰土の繰返し非排水三軸強度

北海道開発コンサルタント(株) 正会員 磯崎 真一
 室蘭工業大学 工学部 正会員 三浦 清一
 (株)地崎工業 技術開発室 正会員 八木 一善

1. はじめに

1994年10月4日に発生した北海道東方沖地震(M=8.1)において摩周降下生成物からなる火山灰質粒状体の噴出跡が確認された。筆者らは噴出した試料と同種の試料を地震発生直前にサンプリングしている。ここではその試料に対して行った繰返し非排水三軸試験の結果を、過去に北海道内の数地点から採取した不攪乱・再構成火山灰土の結果と比較・検討し報告する。

2. 試料の概要と物理的性質

今回試験に用いた試料は、噴出跡の確認された地点から約4km離れた中標津町武佐において採取したものである(中標津火山灰土)。また、比較のための火山灰土試料は森町姫川(森火山灰土)、門別町富川(富川火山灰土)より採取した。森火山灰土は駒ヶ岳の降下生成物であり、富川火山灰土は支笏の降下生成物である。また、森火山灰土はブロックサンプラーによって、富川火山灰土はシンウォールサンプラーによってそれぞれ不攪乱試料を採取している。各火山灰土の物理的性質を表-1に示す。再構成供試体は初期密度が原位置のそれになるように、多重ふるい落手法(MSP法)により作製した。なお、全ての試験は初期有効拘束圧 $\sigma'_v = 49,98\text{kPa}$ のもとで行われている。

表-1

SAMPLE NAME		NAKASHIBETSU	MORI	TOMIKAWA
ρ_s (g/cm ³)		2.51	2.82	2.22
DRY DENSITY (g/cm ³)	MAXIMUM	0.410	1.589	0.549
	MINIMUM	0.278	1.249	0.433
GRADATION	D ₅₀ (mm)	4.6	0.64	1.10
	U _c	5.1	2.3	2.8
FINER FRACTION(%) ($\leq 75 \mu\text{m}$)		1.6	0.2	1.0

3. 試験結果と考察

図-1は各火山灰土について繰返し非排水三軸試験(液状化強度試験)を実施した結果を、両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ が生ずるに必要な繰返し載荷回数 N_c と、両振幅軸ひずみ $DA<1\%$ までの平均繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma'_v$ との関係(いわゆる液状化強度線)として不攪乱および再構成供試体について示した。各火山灰土で再構成供試体の初期密度と不攪乱供試体の原位置密度に若干の差があるものの、粗粒火山灰土の液状化強度に対する密度依存性は小さいことが明らかにされている¹⁾。このことから、中標津火山灰土の再構成供試体の液状化強度(□印)は、他の道内再構成火山灰土供試体に比べ液状化強度が若干高くなっているものの、ほぼ似たような関係になっていると言える。また、シンウォールサンプラーによって採取した富川火山灰土の液状化強度(●印)は、再構成供試体(○印)とほぼ同程度の値になっているのに対し、ブロックサンプラーによって採取した森火山灰土の液状化強度(▲印)は、再構成供試体(△印)に比べかなり高くなっている。これはシンウォールサンプリングではサンプリングから抜き出した試料をそのまま供試体として用いているために、ブロックサンプリングのように周面を削り出して供試体を作製するものに比べ、サンプリング時の周辺部の乱れがそのまま試験結果に反映してしまうためと考えられる。このことは、土岐ら²⁾によって道内の不攪乱自然堆積砂においても報告されており、特に粗粒な火山灰土においては、シンウォールサンプリングによる堆積構造の乱れなど

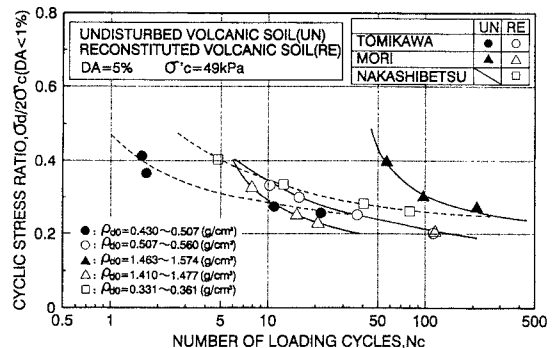


図-1

により、良質な試料確保の困難さを示唆している結果と言える。また、森火山灰土での不攪乱および再構成供試体との強度差から、降下火山灰においても自然堆積地盤でのセメンテーションのような年代効果や、堆積時の粒子間接点での溶結作用などは無視できない要因であることがわかる。図-2は道内不攪乱自然堆積火山灰と砂（ブロックサンプリングにより採取されたもの）³⁾の液状化強度線を示したものである。再構成供試体との強度差のないシンウォールサンプラーによって採取した富川火山灰土の液状化強度は、その原位置密度は他の試料に比べ著しく低いものの、道内の不攪乱自然堆積砂と比べやや低いか同程度の強度を有している。また、森火山灰土についてもほぼ自然堆積砂と似たような挙動を示している。このことから、東方沖地震で噴出した中標津火山灰土においても埋戻し等によって地盤が一旦乱された場合は、工学上通常の砂よりも決して安全であるとは言えない。

図-3、4は、各々間隙水圧および軸ひずみの発生を中標津および他の火山灰土と比較するために、発生する間隙水圧を初期有効拘束圧で正規化した値、および両振幅軸ひずみ $\Delta\epsilon$ を $\Delta\epsilon=5\%$ で正規化した値と、繰返し回数を $\Delta\epsilon=5\%$ に達したときの繰返し回数で正規化した値との関係を再構成供試体について示した。中標津と他の火山灰土の間で、間隙水圧、軸ひずみの発生挙動に若干の差が認められる。すなわち森・富川火山灰土の間隙水圧、軸ひずみの発生挙動は比較的密な砂のようにサイクリックモビリティを伴う軸ひずみの漸増が認められるが、中標津火山灰土の場合はそれよりも比較的緩い砂の挙動に近い。すなわち、間隙水圧の上昇に伴うひずみ振幅の上昇は森・富川火山灰土よりも急激である。また、いずれの火山灰土とも過剰間隙水圧比が1に達しないと言う、粗粒な火山灰土に特有な性質⁴⁾を示している。ただし中標津火山灰土ではクリーンな砂と同様 $\Delta\epsilon=10\%$ に達するまで一様な変形が観察されたのに対し、森・富川火山灰土はそれ以前に脆性的な破壊を起こしている。

4. まとめ

中標津火山灰土の再構成供試体の液状化強度特性は、他の道内再構成火山灰土と類似したものであり、工学上通常の砂よりも安全であるとは言えない。また、いわゆる粗粒火山灰土では生成過程でもたらされる堆積構造条件が動的力学挙動に及ぼす影響は極めて大である。

参考文献 1) 三浦・阿曾沼・八木：過圧密による破砕性粒状体の繰返し非排水三軸強度の変化，第30回土質工学研究発表会講演集，1995，投稿中。 2) 土岐・三浦・谷澤：自然堆積砂の変形・強度特性とサンプリング法の相違による変化，砂質土および砂地盤の変形・破壊強度の評価に関するシンポジウム発表論文集，pp.75-80,1984。 3) Miura, S and Toki, S.: Anisotropy in mechanical properties and its simulation of sand sampled from natural deposits, Soils and Foundations, Vol.24, No.3, pp.69-87, 1984。 4) 三浦・三浦・斎藤：北海道における地震災害，土と基礎，Vol.37, No.9, pp.59-64, 1989。

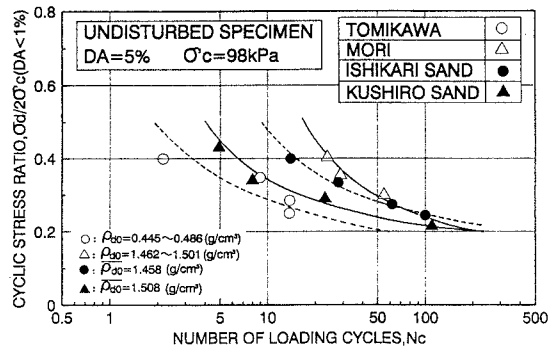


図-2

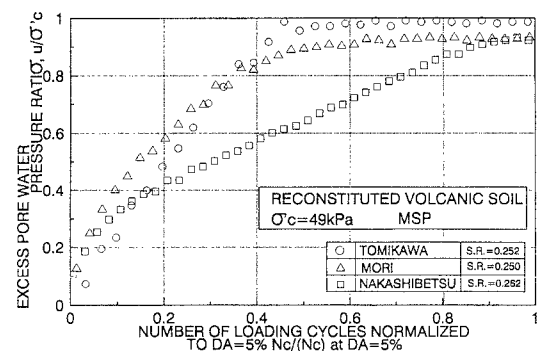


図-3

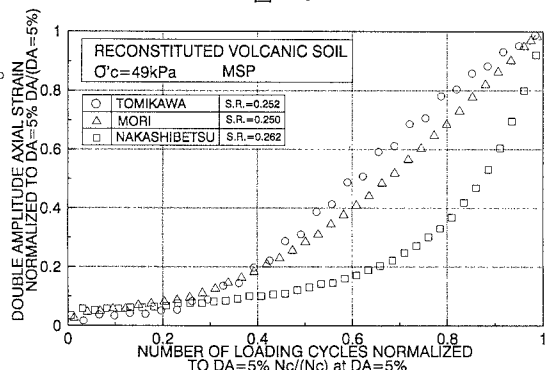


図-4