

# 火山性粗粒土の動的強度 - 変形特性に及ぼす構造異方性と拘束圧の影響

(株)地崎工業 土木部技術課 正会員 ○八木 一善  
 北海道大学大学院 工学研究科 フェロー 三浦 清一  
 北海道大学大学院 工学研究科 学生員 前 宗孝  
 北海道大学大学院 工学研究科 学生員 阿曾沼 剛

## 1. はじめに

不攪乱火山灰土に関する過去の研究<sup>1)</sup>は、その動的力学特性に顕著な異方性の影響があることを明らかにしている。また再構成供試体においても、この構造異方性の影響は存在することが分っている<sup>2)</sup>。本研究では、粒子破碎性が異なる2種類の火山性粗粒土に対して、圧密時の拘束圧を変化させた繰返し非排水せん断試験を行い、拘束圧の大きさに依存する粒子破碎と構造異方性が強度 - 変形特性に及ぼす影響を調べている。

## 2. 試料と試験方法

火山性粗粒土は、中標津町当幌(当幌火山灰土)、森町姫川(森火山灰土)からブロックサンプリングによる不攪乱試料と乱した試料を採取した。表 - 1に、各火山灰土の代表的な物理的性質を示す。当幌火山灰土の構成粒子は非常に多孔質で脆弱であるため、その密度は小さく粒子破碎しやすい粒状体である。一方、森火山灰土は黒色鉱物を含むために砂と同等の密度であり、粒子も硬質であるために通常の応力レベルでは粒子破碎しづらい火山灰土である<sup>1)</sup>。なお、両火山灰土の構成粒子は共にアンギュラーなものとなっている。

不攪乱試料からは、原位置の鉛直方向(UV供試体)あるいは水平方向(UH供試体)に軸方向が一致するような2種類の供試体を用意した。また再構成供試体では、モールド内に試料を空中落下させて飽和 脱水 凍結を行った後に、不攪乱供試体と同じく直交する2つの方向で供試体を切り出した。その供試体を、それぞれRV、RH供試体と称している。凍結された供試体は三軸セル内で融解し、二重負圧法と196kPaのバックプレッシャーの供給により飽和させている。この方法により、全ての供試体の間隙水圧係数*B*値は0.96以上を得ている。所定の有効拘束圧  $\sigma'_c$  (= 29.4 ~ 196kPa)で等方圧密した後は、軸差応力振幅一定、載荷周波数0.1Hzの正弦波にて繰返し非排水せん断を行った。

不攪乱試料からは、原位置の鉛直方向(UV供試体)あるいは水平方向(UH供試体)に軸方向が一致するような2種類の供試体を用意した。また再構成供試体では、モールド内に試料を空中落下させて飽和 脱水 凍結を行った後に、不攪乱供試体と同じく直交する2つの方向で供試体を切り出した。その供試体を、それぞれRV、RH供試体と称している。凍結された供試体は三軸セル内で融解し、二重負圧法と196kPaのバックプレッシャーの供給により飽和させている。この方法により、全ての供試体の間隙水圧係数*B*値は0.96以上を得ている。所定の有効拘束圧  $\sigma'_c$  (= 29.4 ~ 196kPa)で等方圧密した後は、軸差応力振幅一定、載荷周波数0.1Hzの正弦波にて繰返し非排水せん断を行った。

## 3. 試験結果と考察

図 - 1に、不攪乱および再構成供試体に関する  $DA = 5\%$  時の液状化強度を示す。いずれの火山灰土でも、不攪乱供試体は再構成供試体よりも液状化強度が高く、原位置火山灰土が保有するセメンテーションの影響<sup>1)</sup>が明確に現れている。また当幌火山灰土では拘束圧の増加に伴って液状化強度は低下し、その低下は不攪乱供試体で著しい。さらに、両火山灰土ではUV供試体よりもUH供試体の強度が高くなるという構造異方性の影響が現れている。ただし、当幌火山灰土の  $\sigma'_c = 49\text{kPa}$ では(図中の  $\bullet$ ,  $\blacktriangle$  印)、その強度差は小さいという結果になっている。これは、圧密圧力の増大に伴う粒子破碎の増加によって構造変化が生じ、そのセメンテーション効果の低減や異方的な粒子配列構造の消失が生じるためと推察される。

表 - 1 火山性粗粒土の物理的性質

SAMPLE NAME	$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\rho_{dc}$ (g/cm <sup>3</sup> )	D <sub>50</sub> (mm)	U <sub>c</sub>	F <sub>c</sub> (%)
TOUHORO	2.44	0.46	6.54	36.0	2.06
MORI	2.90	1.51	0.65	2.5	0.20

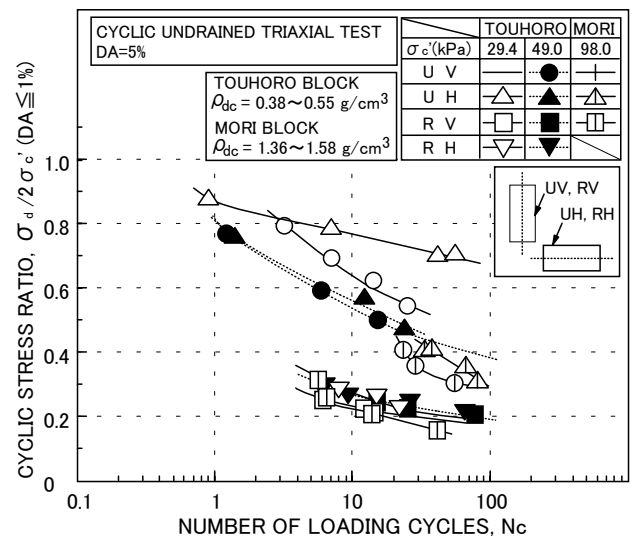


図 - 1 不攪乱および再構成供試体の液状化強度

キーワード：火山性粗粒土、液状化強度、異方性、拘束圧、粒子破碎

連絡先：〒064-8588 札幌市中央区南4条西7丁目 (株)地崎工業 (TEL：011-511-8114 FAX：011-511-2660)

図 - 2は、拘束圧  $\sigma'_c$  の変化による強度異方性の変動を示している。図の縦軸の  $R_s$  は、UH供試体とUV供試体(もしくはRH供試体とRV供試体)の液状化強度の比である。図から、拘束圧の増加によって、当幌火山灰土の不攪乱供試体の  $R_s$  は急激に低下することが分る。また同様な傾向は、再構成供試体においても認めることができるが、 $\sigma'_c$  が49kPaよりも大きくなると強度異方性は消失していくようである。さらに、同じ拘束圧 ( $\sigma'_c = 49 \sim 98\text{kPa}$ ) であれば、構成粒子が硬質な森火山灰土の強度異方性は当幌火山灰土よりも強く、その  $R_s$  の値は拘束圧の影響をあまり受けないという様子も伺える。

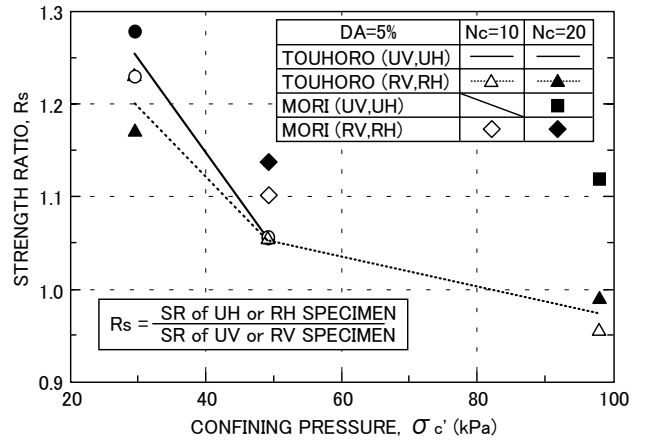


図 - 2 拘束圧の変化による強度異方性の変動

この構造異方性の影響を、変形特性に着目して調べたのが図 - 3である。図の縦軸は、 $DA = 5\%$ 時に圧縮側軸ひずみ  $\epsilon_{a\ comp}$  が発生する割合(軸ひずみ比)である。不攪乱当幌火山灰土に関しては、UV供試体(○印)の変形が伸張側で著しく卓越し、UH供試体(●印)の軸ひずみは圧縮側と伸張側でほぼ等しくなるという結果が得られている。このような異方的な変形特性は、不攪乱森火山灰土(□印)でさらに顕著となるが、再構成された当幌火山灰土でも類似した傾向を認めることができる。また当幌火山灰土では、不攪乱、再構成ともに拘束圧の増加によって変形特性における構造異方性の影響は低減される。

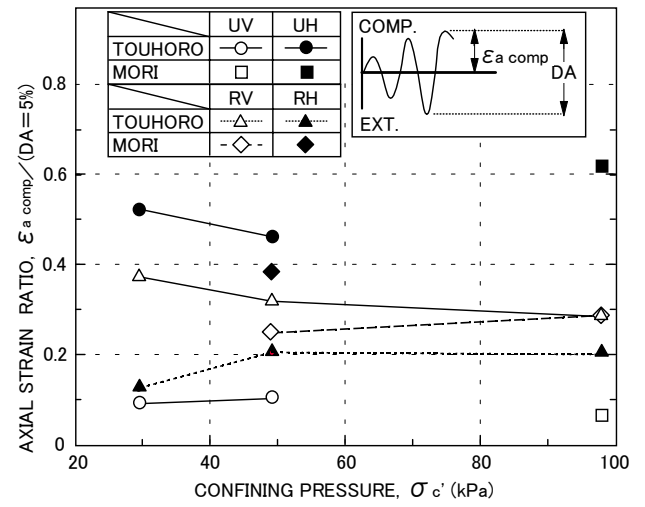


図 - 3 拘束圧の変化による変形特性の変動

図 - 4では、圧密過程で生ずる粒子破砕量と  $\sigma'_c$  との関係を示した。粒子破砕指標は、細粒分含有率の増加  $F_c$  (1,2)を用いている。図で示されるように、圧密圧力の増加に伴って当幌火山灰土の粒子破砕は著しく増加し、森火山灰土ではほとんど粒子破砕は生じていないことが理解できる。また、当幌火山灰土の不攪乱および再構成供試体の  $F_c$ 、V方向とH方向に切り出したそれぞれの供試体の  $F_c$ に大差はなく、初期細粒分の誤差の範疇である。

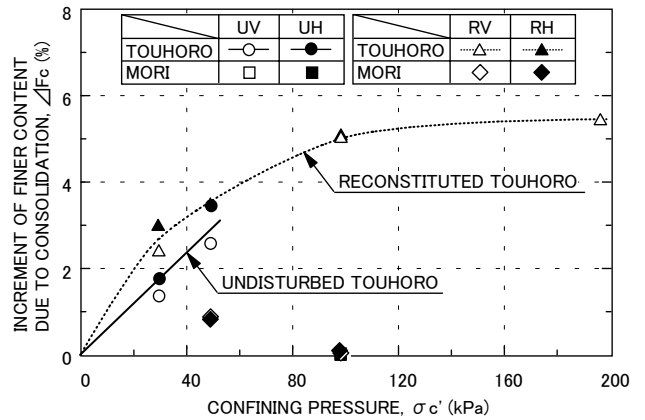


図 - 4 圧密による細粒分含有率の増加と拘束圧の関係

このように、火山性粗粒土の動的強度 - 変形特性には堆積構造の異方性の影響が存在し、また破砕性火山灰土では拘束圧の大きさに強く影響される粒子破砕により、その影響度は変化することが明らかである。

**まとめ**

- 1) 原位置火山灰土の動的強度 - 変形特性にはセメンテーションと構造異方性の影響が存在する。またその影響は、拘束圧の大きさによらず非破砕性を示す火山性粗粒土にて顕著に現れる。
- 2) 破砕性火山灰土では、拘束圧の増加に伴う粒子破砕の増大により、粒子配列構造が変化するものと考えられる。従って、その動的強度 - 変形特性で現れる構造異方性の影響も、拘束圧の大きさによって変化する。

**参考文献**

1) 三浦清一, 八木一善, 川村志麻: 北海道火山性粗粒土の静的および動的力学挙動と粒子破砕, 土木学会論文集, No.547/ -36, pp.159-170, 1996. 2) 三浦清一, 八木一善, 川村志麻: 破砕性粗粒火山灰土の繰返し非排水変形 - 強度特性に及ぼす応力履歴の影響, 土木学会論文集, No.547/ -36, pp.221-229, 1996.