

III-256

乱さない火山灰質粒状体の液状化特性

室蘭工業大学工学部 正会員 三浦 清一
 室蘭工業大学大学院 学生員 宮永 孝志
 室蘭工業大学大学院 学生員 益村 公人

1. まえがき：筆者らは、北海道に広く分布する火山灰質地盤より不攪乱試料を採取して種々の三軸試験を行い、原位置火山灰土の変形・強度特性について検討を行った¹⁾。本文では、さらに非排水繰返し三軸試験を実施して、自然堆積状態下にある火山灰の液状化特性について検討した結果を述べる。

2. 不攪乱試料及び試験方法：本試験で使用した不攪乱試料は、北海道沙流郡門別町富川地点（樽前系降下堆積物）より採取したものである。サンプリングは、シンウォールサンプラー（φ75×H240mm）を堆積方向（重力方向）とサンプラーの軸方向とが一致するように静的に押し込む方法によるものである¹⁾。試料採取後の運搬・保存は、凍結状態で行った。また、比較検討に用いた不攪乱砂試料（UV供試体）は、北海道石狩郡石狩町及び釧路市の自然堆積砂層においてブロックサンプリング法により得られたもので、堆積方向と供試体の軸方向とが一致するようにしている²⁾。各試料の物理的性質を表-1に示す。不攪乱火山灰土の凍結供試体は、三軸セル内で有効拘束圧19.6kPaのもとで融解させた後CO₂、脱気水を通して飽和させ、196kPaのバックプレッシャーを供給している（B値は0.95以上）。引続き、所定の圧密圧力 $p_c (= \sigma' c')$ のもとで4時間以上等方圧密した後に、側圧一定の非排水繰返し三軸試験（振幅一定、載荷周波数 $f=0.1$ Hz、正弦波）を実施した。なお、実験に使用したメンブレンの厚さは0.2mmであり、メンブレンの貫入補正はしていない。

Table-1

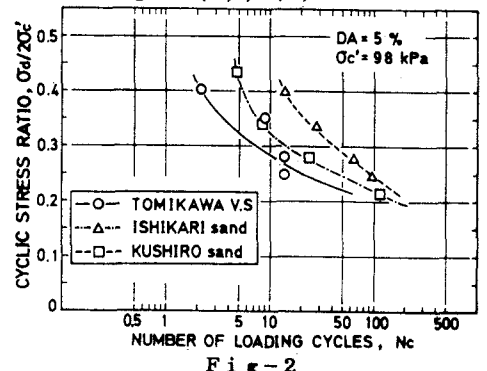
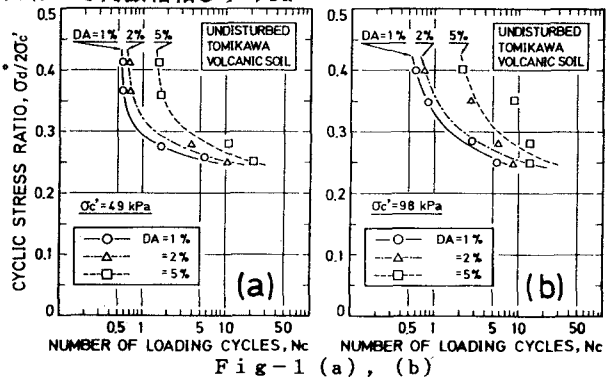
SAMPLE NAME	TOMIKAWA volcanic	ISHIKARI sand	KUSHIRO sand
Gs	2.22	2.73	2.69
Td max (g/cm ³)	0.549	1.510	1.516
Td min (g/cm ³)	0.433	1.221	1.173
D ₅₀ (mm)	1.10	0.26	0.17
U _c	2.8	1.5	1.6
P _c (%) ≦74 μm	1.0	0.5	3.0
D _{rc} (%) in-situ	60~90	85	98
w(%) in-situ	53~81	8	15

3. 試験結果と考察

3-1 不攪乱火山灰土の液状化特性：図-1は、富川火山灰土について行った非排水繰返し三軸試験（ $\sigma' c'=49, 98$ kPa）において両振幅軸ひずみ $DA=1, 2, 5\%$ が生じたときの繰返し回数 N_c と繰返し応力比 $\sigma_d/2\sigma' c'$ との関係を示したものである。

火山灰といえども通常の自然堆積砂と類似の液状化強度特性を認めることができる。また、この程度の圧力レベルでは、圧密圧力（有効拘束圧）の相違による液状化強度の差はみられない。しかし、図示は省略したが $DA=5\%$ 以降では変形が急激に卓越する極めて脆性的な破壊パターンを示している。これは不攪乱火山灰の粒子間が、その生成過程に起因する熔結作用で結合されているためであろうと考えられる。

図-2は、 $DA=5\%$ が生じたときの N_c と $\sigma_d/2\sigma' c'$ との関係を、石狩砂、釧路砂と比較して示したものである。図から、本火山灰土の液状化強度は他の道内不攪乱自然堆積砂のそれよりやや低い同程度の値となっていることが理解される。図-3は、本火山灰土と自然堆積砂のタイムヒストリーの比較を示している。これより、いずれの場合も繰返しせん断過程における軸ひずみと間隙水圧の発生状況に非常に類似した傾向がみられる。即ち、軸ひずみは伸張側に卓越して生じるとともに、過剰間隙水圧の発生は、圧縮側に比べ伸張側に著しいことがわかる。火山灰土のこのような変形性状から、本不攪乱火山灰土は、通常の自然



堆積砂と同様、構造的に異方性の強い粒子配列を示していると推定できる²⁾。なお、本火山灰土の異方的な力学挙動は既に静的試験によっても詳細に調べられている¹⁾。さらに、通常の砂のような粒状体との決定的な相違点は、いわゆるサイクリックモビリティ時に有効応力が一時的に0となる現象が生じないことである。これは、メンブレン貫入の影響のためだけではなく、繰返し載荷過程での火山灰土粒子自身の脆弱性による粒子内間隙の変化等の影響も考えられる。いづれにしても、今後の研究によって早急に解明されなければならない事項である。

3. 2 非排水繰返しせん断による粒子破碎：

不攪乱火山灰土の静的三軸試験（特に圧縮試験）結果によると、粒子の破碎性はせん断中の有効応力の大きさのみに依存し、粒子破碎の程度はせん断強度を支配する主たる要因となることが示された¹⁾。ここでは、非排水繰返しせん断によってもたらされる粒子の破碎を調べてみた。即ち、図-4は非排水繰返し三軸試験後に行ったふるい分け試験から得られた粒度分布を、試験前のそれと比較して示している。各試験結果とも、図中の大変狭い範囲内に存在し、繰返し応力による破碎の程度は極めて小さいことが示されている。また、 D_{50} と U_c の変化を示した図-5からも明らかなように、破碎性は繰返し応力比（繰返しせん断応力）の大きさによらないことが明らかである。このことから、繰返し載荷とともに間隙水圧が蓄積され有効応力が減少するような条件の試験では、粒子破碎の影響はある程度無視できるといえる。

4. あとがき： 以上のように、自然堆積火山灰土の非排水繰返し三軸挙動をある程度把握することができた。しかし、いわゆる火山灰土は一般に粗粒土に分類されるものの、その力学挙動は生成過程や堆積環境に著しく依存するといわれているので、今後、他の地点の火山灰土についても同様な研究を展開していくつもりである。

最後に、実験及びデータ整理に本学卒業生 小寺一宗君の協力を得た。また、物理試験法に関して有益な御教示を頂いた北大農学部 相馬魁之助教授、さらに不攪乱試料の採取に当たり御協力頂いた室蘭土木現業所門別出張所 縄田健志氏始め関係諸氏に記して感謝の意を表します。

参考文献： 1)三浦、宮永(1989)；土質工学会北海道支部技術報告集、No.29,pp.9-16

2)Miura,S. and Toki,S.(1984)；Soils and Foundations, Vol.24,No.3,pp.69-84

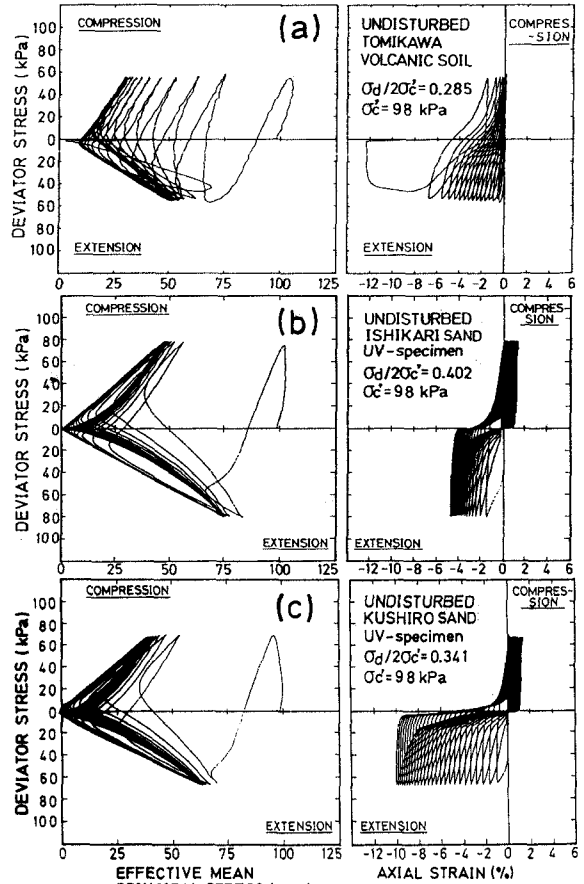


Fig-3 (a), (b), (c)

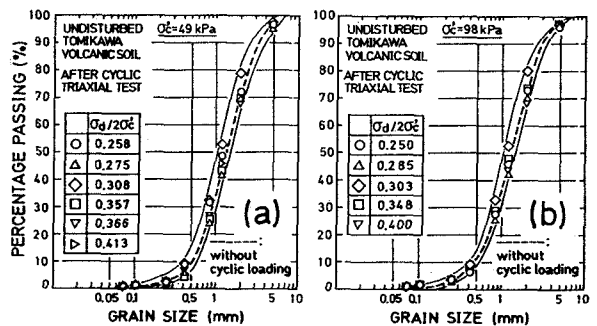


Fig-4 (a), (b)

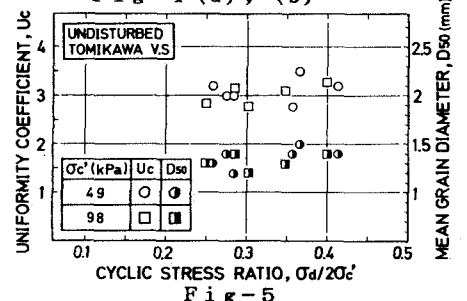


Fig-5