

Ⅲ-A97 室内及び原位置試験から推定した二次堆積火山灰のせん断剛性

北海道大学大学院 工学研究科 フェロー 三浦 清一
 ㈱地崎工業 土木部技術課 正 員 ○八木 一善
 運輸省 港湾技術研究所 正 員 田中 洋行

1. はじめに

本研究では、二次堆積火山灰地盤から不攪乱試料(トリプルチューブ)を採取し、三軸試験を実施して動的変形特性と粒子破碎性を検討した。また、室内及び原位置試験から求めたせん断剛性の対応を調べた。

2. 試験試料と試験方法

試料は、苫小牧市ウトナイ地区の二次堆積火山灰層から採取した¹⁾。その物理的性質を表-1に示す。ただし、表のB4-3~B4-5のみ砂地盤となっている。また当地区では、PS検層とSCP²⁾も併せて実施した。これらの軽石は非常に多孔質であって、粒子内間隙の占める割合が大きいために表-1の乾燥密度 ρ_d は低い値となる。なお、せん断剛性を求める三軸試験の方法は、地盤工学会基準に従った。

表-1 二次堆積火山灰土の物理的性質(トリプルチューブ)

SAMPLE	DEPTH (m)	σ'_c (kPa)	G _s	ρ_d (kN/m ³)	e_s	ω (%)	D ₅₀ (mm)	U _c (mm)	F _c (%)	
UTONAI B1 (SP160)	B1-1	8.0-10.5	68.6	2.37	7.84-8.33	1.884	71.7	0.21	4.23	10.6
	B1-2	13.0-15.0	88.2	2.33	9.41-9.51	1.410	63.1	0.15	2.33	7.8
UTONAI B2 (SP483)	B2-1	2.6-4.1	39.2	3.01	10.98-13.13	1.466	32.1	1.40	19.13	6.7
	B2-2	6.9-9.4	49.0	2.51	7.35-9.02	2.084	74.1	0.68	17.58	7.2
	B2-3	11.5-14.5	68.6	2.54	7.25-8.33	2.137	67.7	0.59	13.85	11.6
	B2-4	15.4-17.4	88.2	2.44	7.64-8.53	1.919	72.9	0.20	3.65	12.4
	B2-5	18.0-20.0	98.0	2.42	8.13-9.31	1.724	66.5	0.17	3.55	13.9
UTONAI B3 (SP870.5)	B3-1	12.6-14.2	98.0	2.30	5.29-5.98	2.929	98.0	2.7	5.11	2.0
	B3-2	15.3-16.0	98.0	2.33	5.00-5.10	3.435	106.1	3.0	5.88	2.6
	B3-3	16.1-18.2	98.0	2.26	4.70-5.29	3.515	110.7	4.7	6.02	1.6
	B3-4	18.3-19.3	98.0	2.46	5.39-6.47	3.078	95.0	4.5	7.12	2.2
UTONAI B4 (SP1471)	B4-1	2.5-3.6	39.2	2.85	11.56-14.99	1.151	34.6	1.3	14.50	4.8
	B4-2	4.5-6.2	49.0	2.75	10.19-12.54	1.367	43.0	1.2	7.15	4.8
	B4-3	10.0-12.0	78.4	2.50	10.39-10.98	1.334	45.8	0.17	2.50	9.0
	B4-4	12.0-13.6	88.2	2.46	10.29-11.17	1.255	46.5	0.16	2.44	8.1
	B4-5	13.6-15.1	98.0	2.45	10.09-11.07	1.370	47.3	0.19	2.40	6.5

3. 試験結果と考察

図-1(a)は、不攪乱ウトナイ火山灰土($\sigma'_c = 98\text{kPa}$)に関する等価ヤング率 E_{eq} 及び履歴減衰定数 h と片振幅軸ひずみ $(\epsilon_a)_{sa}$ の関係を排水・非排水載荷について示している。また図-1(b)は、再構成された火山灰土と豊浦砂におけるその関係を示した。図の富川・中標津M火山灰土は降下堆積物¹⁾であり、また図には山下³⁾による豊浦砂と粒度分布が一致するよう調整された火山灰土のデータもプロットしている。図から、いずれの火山灰土の繰返し変形挙動にも、通常の砂と同様に強いひずみ依存性が存在していることが分かる。また、 10^{-5} の微小ひずみレベルにおける不攪乱火山灰土の等価ヤング率 E_{eq0} は、緩い豊浦砂よりも低くなるが再構成火山灰土よりかなり高い値である。このように、火山灰土の繰返し変形挙動には、セメンテーションの影響が現れている。また図-1(b)からも明らかなように、平均粒径が大きく粒子が脆弱な火山灰土ほど E_{eq0} は小さくなり、またその値は非排水載荷よりも排水載荷の場合の方が小さくなる。一方、不攪乱ウトナイ火山灰土の E_{eq0} は、排水条件や供試体密度の影響を受けずにほぼ一致する。ここで、図-2に再構成富川、中標津M火山灰土と不攪乱ウトナイ火山灰土の粒子破碎特性を

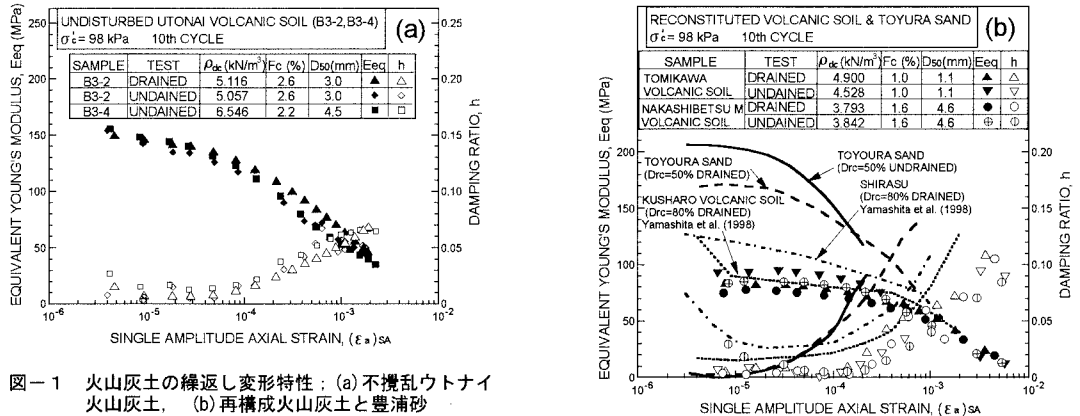


図-1 火山灰土の繰返し変形特性: (a)不攪乱ウトナイ火山灰土, (b)再構成火山灰土と豊浦砂

キーワード: 火山性粗粒土、二次堆積、粒子破碎、せん断剛性、液状化

連絡先: 〒064-8588 札幌市中央区南4条西7丁目6番地 ㈱地崎工業 (TEL:011-511-8114 FAX:011-511-2660)

示す。図は破壊時の有効平均主応力 p_f' の増加に伴う細粒分含有率の増加 ΔF_c の関係⁴⁾であり、ウトナイ火山灰土の粒子破碎性は最も低いことが理解できる。このことから、有効応力が増加する試験条件では、粒子破碎しやすい粒状体ほど等価ヤング率は小さくなるものと見てよい。

図-3は、PS検層、SCPから求めたせん断剛性率 G_{ps} 、 G_{sc} と、図-1を基に推定した三軸試験による G_{cts} を比較している。図のように、B3地点の地層は比較的均一であるにも関わらず、 G_{sc} の分布にはかなりのばらつきが認められる。またそれらの値は、異なる測点の G_{ps} 値よりもかなり高い。さらに、 G_{cts} は G_{sc} 分布の下限値が半減された程度の値となる。この原因として、まずチューブサンプリング時の試料の乱れが考えられるが、せん断波が地層の硬い部分を走りやすいこと²⁾、粒子破碎により G_{cts} が低減されたという可能性も考えられる。

図-4に、原位置及び室内試験から推定されたせん断剛性率 G と間隙比 e_0 の関係を示す。また図には、砂質土の G - e_0 関係を表す既往の提案式¹⁾によるライン($\sigma_v'=98\text{kPa}$)も示した。図から、火山灰土の G は砂の場合よりも明らかに高く、それは G_{sc} にて特に顕著となる。また火山灰土の ρ_d が小さいために、状態量である e_0 は砂の場合よりも非常に大きい。このように、各種試験結果から推定された火山灰土の G には、砂で報告されているような間隙比依存性は認められなかった。

4. まとめ

- 1) 破碎しやすい火山灰土ほど等価ヤング率は小さくなる。また、その値はセメンテーションの影響を受ける。
- 2) 室内及び原位置試験から推定された火山灰地盤のせん断剛性率には、砂の場合のような間隙比依存性は認められない。さらに、そのせん断剛性率は砂地盤よりも高く、それはSCPの試験結果において顕著となる。

参考文献 1) Miura, S., Tanaka, H. and Yagi, K.: IS-TORINO'99, 1999 (投稿中) 2) Mishima, O., Tanaka, H., Tanaka, M. and Miura, S.: IS-TOHOKU'98, pp.195-198, 1998 3) 山下聡, 大城英嗣, 鈴木輝之: 第33回地盤工学研究発表会講演集, pp.729-730, 1998 4) 三浦清一, 八木一善: 土木学会論文集, No.561/III-38, pp.257-269, 1997

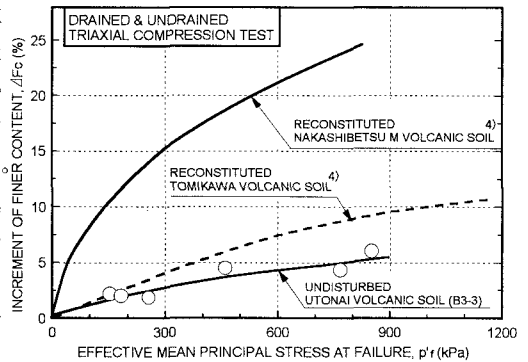


図-2 不攪乱及び再構成火山灰土の粒子破碎特性

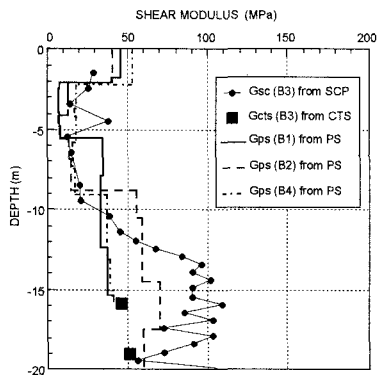


図-3 各種試験から求めたせん断剛性率

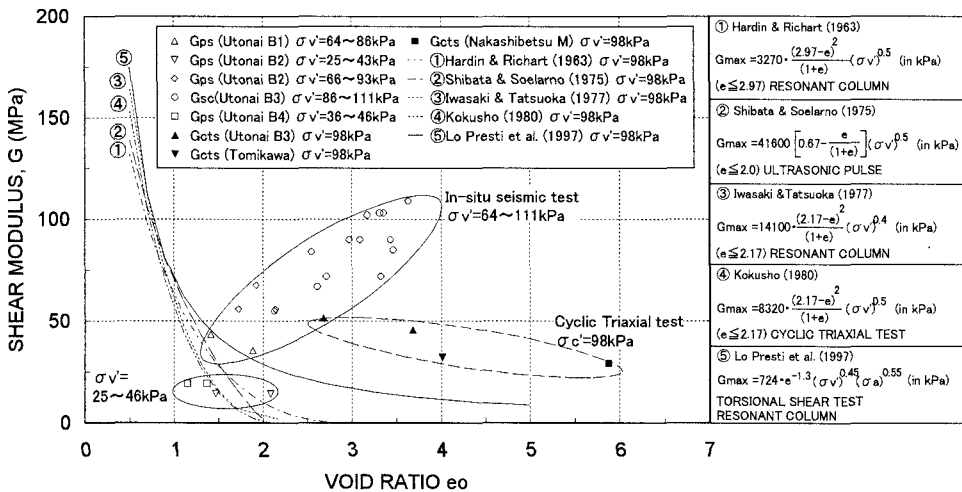


図-4 各種試験から求めた火山灰土のせん断剛性率と間隙比の関係