火山灰土のクリープによる粒子破砕と間隙構造の変化

基礎地盤コンサルタンツ(株) 学生会員 中田 隆文

北海道大学大学院工学研究科 フェロー 三浦 清一

1.はじめに

本研究は,極めて破砕性の高い当幌火山灰土と破砕性を有する富川火山灰土および非破砕性の豊浦砂に対しせん断応力一定排水クリープ試験を行った.試験結果から,破砕性粒状体のクリープ挙動-間隙比の変化-粒子破砕特性の関係を明らかにしている.

2. 試料の物性値と試験方法

本研究で用いた試料は,当幌火山灰土(Ma-/), 富川火山灰土(Spfa-1)と豊浦標準砂である.試料 の物理的性質を表1に示す.表から当幌火山灰土,

富川火山灰土は豊浦砂と比較すると粗粒であり,当幌火山灰土は富川火山 灰土よりも破砕性が強いことが報告されている¹⁾.

図1にはクリープ試験の応力経路図を示す.試験は等方圧密(⁻=49kPa)を 行い,非排水せん断試験で所定の応力に達した後,過剰間隙水圧を消散さ せ,偏差応力一定排水クリープ試験を行っている(A試験).しかし,当幌火 山灰土は脆弱なため,応力比2.0以上で載荷を行うと過剰間隙水圧が上昇し 破壊に至る.載荷応力比2.0以上で試験を行う場合には,排水せん断試験に より所定の応力に達することでクリープ試験を行った(B試験).

表2には応力比_a'/ ,' = 1.5 , 1.75で行なった A , B 試験のクリープ開始 点での粒子破砕量の結果とクリープ時間200000s における破砕量の 比較を示す.なお,クリープによる粒子破砕を評価するために,ク リープ時に起こる破砕細粒分の増加量 *Fc*_{Cree}(= *Fc* (*Fc*' + *Fc*_{initial})) を調べた .*Fc* は試験後の細粒分含有率(%) ,*Fc*'はクリープ開始時(t=0) までの細粒分増加量(%) , *Fc*_{initial} は初期細粒分含有率(%)である.表 から,試験方法を変更してもクリープ開始点までの粒子破砕および

Fc_{Cree} に差異は無く,当幌火山灰土の応力比2.0以上の試験は B 試験で行った²⁾.

3.結果と考察

図2には,当幌火山灰土,富川火山灰土および豊浦砂の応力比2.5におけるクリープ時間 t=700000s までの(a)時間と軸ひずみの関係および(b)時間と体積ひずみの関係を示した.また図中には,クリープ時間に対応する当幌火山灰土,富川火山灰土の *Fc*_{Creep}の値をプロットしている.図から富川火山灰土,豊浦砂の軸ひずみ挙動は,クリープ時間の経過に伴い漸増しているが,当幌火山灰土の軸ひずみ挙動はクリープ時間が t=100000s を超えるとひずみ硬化型を示している.さらに軸ひずみ量は,非破砕性の豊浦砂に比べ破砕性の火山灰土のひずみ量が大きく,当幌火山灰土のひずみ量は極めて大きい.また体積ひずみにおける関係では,富川火山灰土が負のダイレイタンシー挙動を示すが,当幌火山灰土と豊浦砂は負から正のダイレイタンシー挙動を示す.さらにクリープ時間と*Fc*_{Creep}の関係では,富川火山灰土では軸ひずみ,体積ひずみの増加とともに*Fc*_{Creep}も増加傾向を示している. 一方,当幌火山灰土では,軸ひずみがひずみ硬化型を示し,体積ひずみが正のダイレイタンシーに移行すると*Fc*_{Creep}が急激に増加することが示されている.したがって,富川火山灰土,当幌火山灰土のクリープによる粒子

連絡先 〒003-0807 北海道札幌市白石区菊水7条2丁目 基礎地盤コンサルタンツ(株) TEL011-822-4209 FAX011-822-4727

表1 試験に用いた火山灰土の物理的性質	Į
---------------------	---

	(g/cm^3)	d^{max} (g/cm ³)	$d \min (g/cm^3)$	D ₅₀ (mm)	$Fc_{initial} \ (\%)$
Touhoro	2.44	0.68	0.48	2.30	2.0
Tomikawa	2.22	0.56	0.47	1.20	1.0
Toyoura Sand	2.64	1.64	1.34	0.18	-



図1 応力経路図

表2 A, B 試験の粒子破砕量の比較

	a'/ r'	Test Case	Fc'	Fc_{creep} (t=200000s)
			%	%
	1.5	A Test	2.903	0.803
		B Test	2.799	0.772
	1.75	A Test	3.124	2.287
		B Test	3.030	2.090

破砕特性は,やや異なる傾向を示す.

図3には,当幌火山灰土,富川火山灰土の応力比2.5におけるクリープ時間と間隙比の変化の関係を示したもので,図中には Fc_{Creep}の値を示している.富川火山灰土では時間経過と共に一定勾配で間隙比が減少しているものの,当幌火山灰土は正のダイレイタンシーを示すあたりから間隙比も増加している.さらに間隙比と Fc_{Creep}の関係では,富川火山灰土においては間隙比の減少と共に Fc_{Creep}は増加する傾向にある.一方,当幌火山灰土については間隙比の減少率が小さくなり始め膨張傾向が示される段階で Fc_{Creep}の増加が顕著となる.

4.まとめ

クリープ開始に至る応力経路を変更しても Fc', Fc_{Creep} に差異はない, クリープによる軸ひずみ量および体 積ひずみ量は,非破砕性の豊浦砂より破砕性の火山灰土が大きい.また破砕性の高い当幌火山灰土のひずみ量は 富川火山灰土より大きい,および 富川火山灰土の Fc_{Creep} は,間隙比の減少と共に増加傾向にあるが,当幌火 山灰土の Fc_{Creep} は,ひずみ硬化型を示し間隙比が増加する段階で急激な増加が見られる.



図 3 クリープによる間隙比の変化と Fc_{Creep}の関係 (a)当幌火山灰土,(b)富川火山灰土 【謝辞】本研究における実験は,木村充宏氏(鉱研工業(株))の協力を得た.末筆ながら深甚なる謝意を表します. 【参考文献】1) Miura.S.,Yagi K.and Asonuma T.: Deformation-strength evaluation of crushable volcanic soils by laboratory and in-situ testing.Soils and Foundations,43(4),2003., 2) 木村・三浦・中田:破砕性粒状体のクリープ特性の評価,第 40 回地盤工学研究発表会,2005.(投稿中)