

火山成粗粒土のせん断特性

長崎大学工学部 正 後藤 恵之輔 長崎大学工学部 正 山中 稔
同 上 学 ○田子森 亮憲 中央 開発(株) 正 中村 裕昭

1. はじめに

雲仙・普賢岳の噴火活動により、普賢岳を源流とする水無川流域では土石流の頻発によって大量の火山成粗粒土が堆積している。現在、この火山成粗粒土の有効利用が地域復興の面からも切望されている。これまで著者らは、建設材料への適用を目的とした火山成粗粒土の実験的研究を行ってきた¹⁾。

今回は、この火山成粗粒土のせん断特性の把握を目的として、圧密非排水(でU)三軸圧縮試験および圧密排水(CD)三軸圧縮試験を行い、その結果を報ずるものである。

2. 試料及び実験方法

(1) 試料

実験に用いた試料は、島原市水無川下流の土石流氾濫域で採取した。採取地において、砂置換法による現場密度試験を施し、さらに突固めによる室内締固め試験(A-b法)を実施した¹⁾。表-1に、現場密度試験および室内締固め試験結果を示す。

また、図-1には、採取試料の粒径加積曲線を示す。

(2) 供試体及び試験条件

2 mmふるい通過試料を用いて、現場堆積密度($\rho_d=1.57 \text{ g/cm}^3$, ρ_{dmax} の85%に相当)および締固め密度($\rho_d=\rho_{dmax} \times 95\%=1.76 \text{ g/cm}^3$)の異なる2つの密度条件で供試体を作成し、圧密非排水(でU)三軸圧縮試験および圧密排水(CD)三軸圧縮試験を実施した。圧密圧力 σ_c は49, 74, 98, 147, kPaの4通りとした。

表-1 試料諸特性

現場密度	土粒子密度 ρ_s	2.57 (g/cm ³)
	自然含水比 w_n	5.1 (%)
	湿潤密度 ρ_t	1.65 (g/cm ³)
締固め	乾燥密度 ρ_d	1.57 (g/cm ³)
	最大乾燥密度 ρ	1.85 (g/cm ³)
	最適含水比 w	13.0 (%)

3. 実験結果及び考察

図-2, 3にでU試験結果を示す。

図-2(a)は現場堆積密度条件における、主応力差と軸ひずみの関係で、どの圧密応力においても、ひずみが大きくなるにつれて緩やかなカーブを示し、明確なピークが表れないことが分かる。

図-2(b)は同じ現場堆積密度条件における、過剰間隙水圧と軸ひずみの関係で、過剰間隙水圧 Δu はせん断初期において上昇し、その後、負に推移することが分かる。

図-3(a)は締固め密度条件における、主応力差と軸ひずみの関係で、図-2(a)よりも曲線の立ち上りの勾配が大きく、4~6%付近でピークに達していることが分かる。ピーク時の主応力差の大きさは、図-2(a)のそれと比較して主応力差が1.5~2倍ほど大きな値を示す。また、ピーク後は、大きな主応力差の低下は見られない。

図-3(b)は締固め密度条件における、過剰間隙水圧と軸ひずみの関係で、図-2(b)と同様な挙動を示すが、図-2(b)では、 Δu のプラス側の変曲点が1~2%であるのに対して、図-3(b)の締固め密度条件は1%付近である。また、現場堆積密度条件の方が Δu の発生量は大きい。これは、締固め密度条件より密度が低いために、せん断時の圧縮量が大きくなったものと考えられる。

図-2(c)および図-3(c)は破壊時のモールの応力円²⁾で、どちらの密度条件ともに上記した正のダイレイタンス³⁾によってピーク時の過剰間隙水圧が負の値を示し、それによって、全応力より有効応力の方が粘着力、せん断抵抗角共に低く出ていることが分かる。

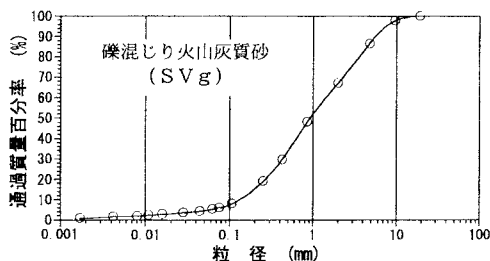


図-1 粒径加積曲線

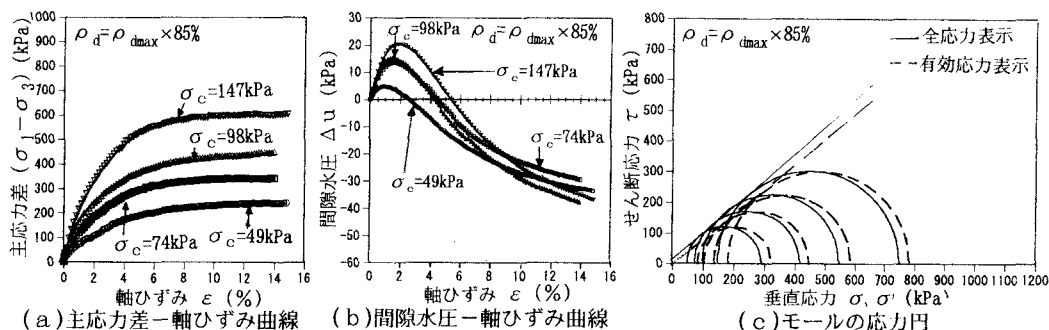


図-2 現場堆積密度条件($\rho_d=1.57\text{g/cm}^3$)による $\overline{\text{CU}}$ 三軸圧縮試験結果

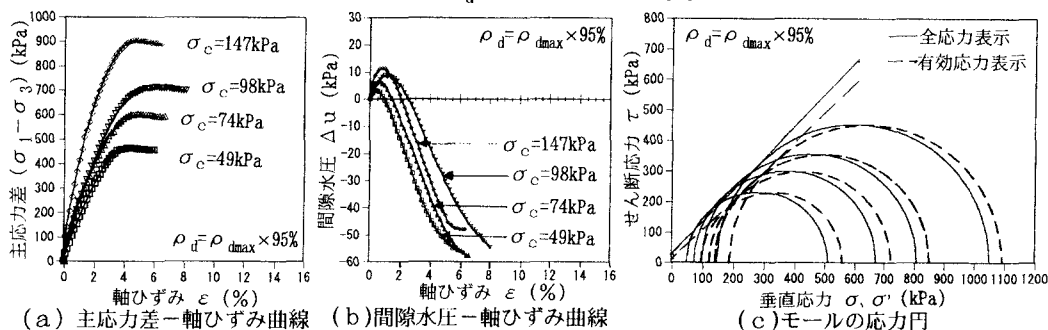


図-3 締固め密度条件($\rho_d=1.76\text{g/cm}^3$)による $\overline{\text{CU}}$ 三軸圧縮試験結果

表-2に、 $\overline{\text{CU}}$ 試験の結果より得られた強度定数を一覧する。また、現場堆積密度条件におけるCD試験の結果より得られた強度定数も併記している。現場密度条件では、 $\rho_d=1.57\text{g/cm}^3$ と比較的小さいにもかかわらず、 $\phi_d=40.0^\circ$ と比較的大きな値を呈し、これは、平・難波ら²⁾と同様の結果を得た。締固め密度条件では、 ϕ が 45° 程度とさらに大きな値を示す。また、 $\overline{\text{CU}}$ 試験とCD試験を比較すると、せん断抵抗角はほぼ同等の値を得られるが、CD試験の方が 1° 程度大きめであり、 ϕ_d が ϕ' より大きく出るという一般的な傾向を示している。現場堆積密度条件の C' 、 C_d 以外は、粘着力が若干表れている。これは砂粒子間のかみ合わせ効果によって、みかけの粘着力が生じたものと考えられる。

表-2 強度定数一覧

試験条件		現場密度 $\rho_d=1.57\text{g/cm}^3$	締固め密度 $\rho_d=1.76\text{g/cm}^3$
$\overline{\text{CU}}$	全応力	$C_{\text{CU}}=20\text{kPa}$ $\phi_{\text{CU}}=40.2^\circ$	$C_{\text{CU}}=40\text{kPa}$ $\phi_{\text{CU}}=45.6^\circ$
	有効応力	$C'=0$ $\phi'=38.9^\circ$	$C'=10\text{kPa}$ $\phi'=44.5^\circ$
CD		$C_d=0$ $\phi_d=40.0^\circ$	— —

($1\text{kPa}=1.02\times 10^{-2}\text{kgf/cm}^3$)

4. まとめ

雲仙・普賢岳の火山成粗粒土は、現場堆積密度の大きさが比較的小さいにも関わらず、せん断初期に正のタイルテンションが生じるということが分かった。さらに、締固め密度($\rho_{\text{dmax}}\times 95\%$)条件において、 ϕ が 45° 程度の大きな値を示すことが明らかとなった。

今後は、この実験によって得られた強度定数を用いて、盛土材などへの適用性の検討や、他の火山性土石流堆積物との比較、実験を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 後藤・山中他：雲仙・普賢岳火山性土石流堆積物の有効利用に向けた物理及び力学特性の把握，火山灰質土の性質とその設計・施工に関するシンポジウム発表論文集，pp.313～316, 1995.10.
- 2) 平・難波他：雲仙土石流土の工学的性質，自然災害西部地区部会報・論文集，No.15，pp.65～71, 1993.2