

斜面崩壊地域の力学的特性

呉工業高等専門学校 正会員 小堀 慈久

山口大学大学院 学生員 佐川 修

山口大学工学部 学生員 ○坊垣内 真

福井大学工学部 学生員 平本 恵三

呉高専専攻科 学生員 力石美希子

1.はじめに

風化花崗岩いわゆるまさ土は瀬戸内海沿岸部に広く分布し、毎年、梅雨の長雨や台風時の集中豪雨による斜面崩壊がこれまで多発し尊い人命や構造物を失っている。平成 11 年 6 月 29 日広島県全域を襲った集中豪雨により多数の土石流、斜面崩壊の土砂災害が発生し地域に大災害をもたらせた。本研究では斜面崩壊を起こした斜面近隣の不攪乱まさ土試料を採取し、三軸圧縮試験、一面せん断試験より得た強度定数を比較検討した。

2. 実験概要

2.1 試料採取地と調査地域

平成 11 年 6 月 29 日の集中豪雨により崩壊が発生した呉市の吉浦地区、宮原地区、大入地区、上畑地区の斜面現場近隣から採取した不攪乱試料を用いた。不攪乱試料の採取にあたっては表層の腐蝕土の部分を取り除き、まさ土層を露出させ成形リングを静置し、その周辺を掘削し採取した。試料は持ち帰り冷凍庫（-30℃）で 12～24 時間冷凍保存した。その後解凍成形し、特に端面の成形は注意深く行った。成形寸法は標準とし三軸試験は高さ 10cm、直径 5cm、また一面せん断試験試料は高さ 2cm、直径 6cm とした。表-1 に試料の物性値、図-1 に粒径加積曲線を示す。

表-1 まさ土の物性値

現場名称	ρ_d	e_0	Gs	Uc	k (cm/sec)
吉浦	1.18	1.25	2.67	155	8.24×10^{-4}
宮原	1.22	1.172	2.61	50	1.047×10^{-4}
大入	1.39	0.9	2.63	110	2.198×10^{-4}
上畑	1.36	0.949	2.63	200	1.154×10^{-3}

2.2 実験方法 力学的試験として三軸圧縮試験と一面せん断試験を行った。三軸圧縮試験は圧密排水せん断試験を行った。軸ひずみ速度は地盤の透水係数から決められ、呉のまさ土の透水係数は一般的に $k=3.65 \times 10^{-2}$ cm/sec のオーダーであるがさらに余裕を見て軸ひずみ速度を $\epsilon_v=1.67 \times 10^{-1}$ mm/min として行った。また、供試体の飽和化促進のために負圧を供試体に作用させ吸水し脱気させる方法を取った。その結果、飽和度は概ね 90%となった。拘束圧は $\sigma_3=0.3、0.6、0.9$ kgf/cm² で行った。一面せん断試験に用いる供試体は成形後試験機にセットし 12-24 時間浸水した後、1 時間圧密させ水平変位速度は過剰間隙水圧が発生しないように作用させ、 $\epsilon_v=3.33 \times 10^{-1}$ mm/min とした。拘束圧は崩壊層の表層厚さから勘案し $\sigma_3=0.3、0.6、0.9$ kgf/cm² の低圧で行った。変位量は 8mm とした。また、地盤の透水性を見るため、不攪乱土から間隙比を得て、それを用い透水試験試料の締固めを行った。透水試験法は室内定水位透水試験で行った。

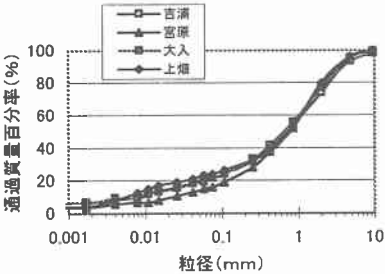


図-1 粒径加積曲線

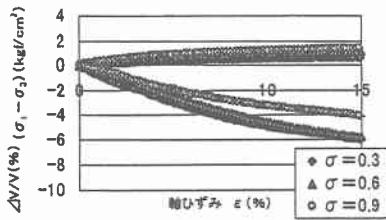


図-2 応力-ひずみ曲線（上畑地区）

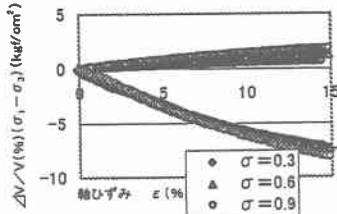


図-4 応力-ひずみ曲線（大入地区）

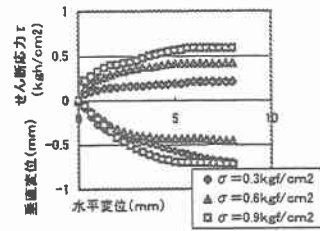


図-3 応力-ひずみ曲線（上畑地区）

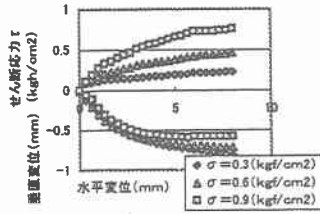


図-5 応力-ひずみ曲線（大入地区）

3. 実験及び考察

3.1 力学的試験のせん断特性と変形特性 図-2～図-5 に力学試験より得られた各現場の応力-軸ひずみ-体積ひずみ曲線を示す。各図より供試体はひずみの進行とともに収縮傾向にあり負のダイレイタンスーが働いていることが分かる。図-2、図-3 の上畑地区において軸差応力が緩やかに増加し、体積ひずみはあまり圧縮されていなかった。これは、上畑付近に分布するまさ土は表層風化の進行したシルト質まさ土が分布している地域で初期間隙比 e_0 が 1 以下と土が密な状態だからである。図-4、図-5 の大入地区は軸差応力、体積ひずみ共に高い値が出ている。

3.2 強度定数 三軸圧縮試験と一面せん断試験の結果から強度定数 C_d 、 ϕ_d より得たものを表-2 に示す。一般のまさ土のせん断抵抗角は $30^\circ \sim 35^\circ$ なので同じデータを得ることができた。見かけの粘着力 C_d については、一面、三軸ともほんのわずかの値が出た。これは攪乱試料と違い、主に各試料の土の構造が異なることが挙げられる。この理由として一面せん断試験の場合、供試体のある面で強制的にせん断させるため、供試体の純粋なせん断応力の他に供試体とせん断箱内側面に働く摩擦力等の影響があったためと考えられる。見かけの粘着力 C_d の () 内の数値は過去に行われた同地域の不飽和状態下での強度定数である。これより、一面及び三軸圧縮試験ともに不飽和状態では見かけの粘着力が大きいことが分かる。

表-2 強度定数

現場名称	内部摩擦角 ϕ_d ($^\circ$)		粘着力 C_d (kgf/cm^2)	
	一面せん断 試験	三軸圧縮 試験	一面せん断 試験	三軸圧縮 試験
吉浦	36	35	0.07	0.01
宮原	33	33	0.02 (0.6)	0.01
大入	39	34.5	0 (0.5)	0.07
上畑	32	32	0.03	0.07

() 内は不飽和状態のもの

4. まとめ

以上の結果から次のようなことが挙げられる。

- 1) 見掛けの粘着力は飽和状態になると減少する。
- 2) 室内の要素試験では非常に低い見掛けの粘着力が見られた。昨年 6 月の集中豪雨においては土粒子間の細粒分が流出し見掛けの粘着力が消失し斜面崩壊の多発に至ったと考えられる。

【参考文献】

- 1) 小堀慈久：まさ土地盤における原位置力学試験と降雨による斜面災害の時系列特性に関する研究、愛媛大学博士学位論文、1997 年 3 月