

眉山砂の力学的特性と斜面安定解析 (その2)

佐賀大学理工学部 正会員 亀塚 克忠
 " 正会員 吉武 茂樹
 " 学生員 ○村尾 武彦

1. まえがき

本研究では、昨年に引き続き、土石流を起こし易い溪流内の溪岸に堆積している土について、主に水浸した眉山砂の強度特性を調べ、遠心力载荷試験より模型斜面の破壊状況とその挙動について観察し、斜面の安定性を検討した。また、ひずみの進行に伴うせん断抵抗の変化を考慮した眉山砂斜面の安定解析を行い、その結果と遠心力载荷試験結果とを比較検討した。

2. 試料および実験方法

2.1 試料 : 実験に用いた試料の性質は、土粒子の密度 $\rho_s = 2.714 \text{ g/cm}^3$ 、レキ分50%、砂分42%、シルト分5%、粘土分3%で、液・塑性限界はともにNP、透水係数 $k = 2.43 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$ 、現場湿潤密度 $\rho_t = 1.74 \text{ g/cm}^3$ である。また、一面せん断試験および遠心力载荷試験に用いた試料は、4.76mmふるいを通過したもので、現場の密度と含水比 ($w=9.0\%$) になるように静的に締固めた。

2.2 実験方法 : 圧密定体積一面せん断試験を実施した。遠心力载荷試験の実験装置については既に報告している。模型斜面は、6層に分けて一層ずつ均一に締固めた後、所定の勾配に削り作成した。また、実際の斜面崩壊は土が飽和状態のときに起こり易いと考えられるので、供試体全体を2~3時間完全に水に浸した後、排水させ遠心力载荷試験を実施した。

3. 実験結果および考察

3.1 一面せん断試験 : せん断応力-垂直応力の関係を図-1に示す。 τ - σ 関係より、非水浸条件では一時収縮した後、著しく膨張しているのがわかる。水浸するとその傾向が若干減少する。実験結果より得られた強度定数は、圧密定圧一面せん断試験より得られた強度定数²⁾も含めて表-1に示す。

3.2 遠心力载荷試験 : 斜面勾配 70° 、 60° 、 50° 、で実施した。 70° 、 60° については、それぞれ遠心加速度55G、80Gで破壊した。破壊形状は、斜面表層が崩れていて、かなり浅い部分に円弧状のすべり面が観察できた。また、 50° については、遠心加速度150Gでも破壊は起こらなかった。安定計算には、一面せん断試験に

表-1 眉山砂の c ; ϕ 値

非水浸	水浸
$c_d = 0.93 \text{ tf/m}^2$, $\phi_d = 33.6^\circ$	$c_d = 0.51 \text{ tf/m}^2$, $\phi_d = 32.6^\circ$
$c' = 1.15 \text{ tf/m}^2$, $\phi' = 34.4^\circ$	$c' = 0.10 \text{ tf/m}^2$, $\phi' = 30.1^\circ$
$c_{ov} = 11.03 \text{ tf/m}^2$, $\phi_{ov} = 38.4^\circ$	$c_{ov} = 0.10 \text{ tf/m}^2$, $\phi_{ov} = 24.7^\circ$

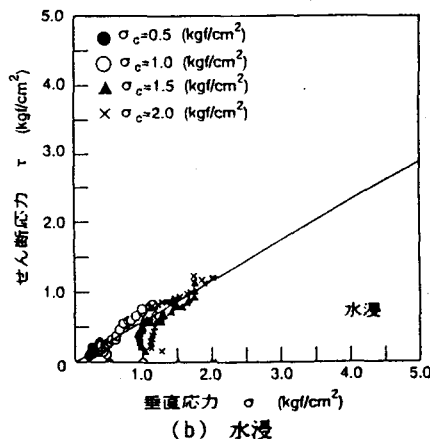
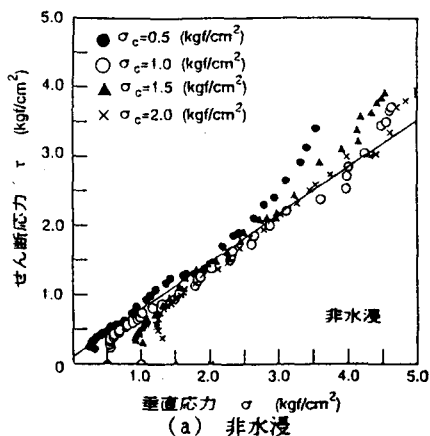


図-1 せん断応力と垂直応力の関係

より得られた強度定数 c_d 、 ϕ_d を基に、分割法を用いた。それが図-2に示した破壊すべり面と臨界円の比較である。すべり面と臨界円とは、その発生位置に違いが生じており、これらの安全率は1よりいくらか小さい。後者の理由として、①遠心力载荷中に若干ではあるが脱水があり、一面せん断試験中よりも密度が増加、含水比が減少したことによる土の状態の違い、および②一面せん断試験と遠心力载荷試験におけるすべり面の方向の違い、により発現強度定数が実験値より大きいことである。すべり面の安全率を1と仮定した時の強度定数を逆算法により求めた。間隙水圧は考慮していない。求められた関係式に、一面せん断試験により得られた強度定数 c_d 、 ϕ_d を各々代入すると、 $c_d=0.51\text{tf/m}^2$ の時、 $\phi_d=42.8^\circ$ であり、 $\phi_d=32.6^\circ$ の時、 $c_d=1.04\text{tf/m}^2$ となった。

4. 安定解析

昨年行った眉山砂斜面（非水浸条件）の遠心力载荷試験結果を基に、安定解析を行った。用いた解析手法は、直接反復法による弾性解析法である。均一な眉山砂斜面を想定して、平面ひずみ状態での有限要素分割³⁾を行い、解析モデルについては、遠心力载荷試験を基に斜面勾配、斜面高さを決定した。また、せん断変位の進行に伴うせん断抵抗（強度定数）の変化は、圧密定圧一面せん断試験結果²⁾を用いた。図-3.1、3.2に解析結果を示す。ここで、 n は計算の繰り返し回数である。図-3.1には、せん断ひずみの進行状態、図-3.2には、局所破壊係数³⁾ $S_L \geq 1.0$ 、すなわち局所破壊を生じている要素の分布状態を表している。計算を繰り返すごとに、局所破壊の要素が斜面先から発達して斜面頂部に達し、斜面が破壊に至っているのがわかる。遠心力载荷試験のすべり面に見られるように、この結果は実際の斜面の破壊を再現していると考えられる。

5. あとがき

現場の斜面はかなり大きな礫や岩を含んでいる。こういった状態をいかにして実験で再現させるかが今後の課題である。なお、この研究は科学研究費、総合研究Aの補助を受けて実施された。

参考文献：

- 1) 吉武・鬼塚・宮島：遠心力载荷装置によるまさ土斜面の破壊実験、土木学会西部支部研究発表会、pp. 384-385、1990
- 2) 鬼塚・洪・菊川：眉山砂の力学的特性と斜面安定解析、土木学会西部支部研究発表会、pp. 488-489、1993
- 3) 吉武・鬼塚：まさ土斜面の遠心模型実験と安定解析、第36回土質工学シンポジウム、-斜面の安定解析と安定化工法-、pp. 53-58、1991

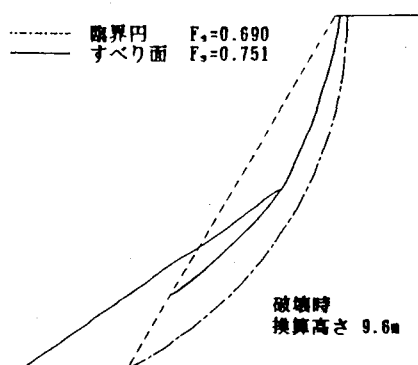


図-2 破壊すべり面と臨界円の比較（勾配60°）

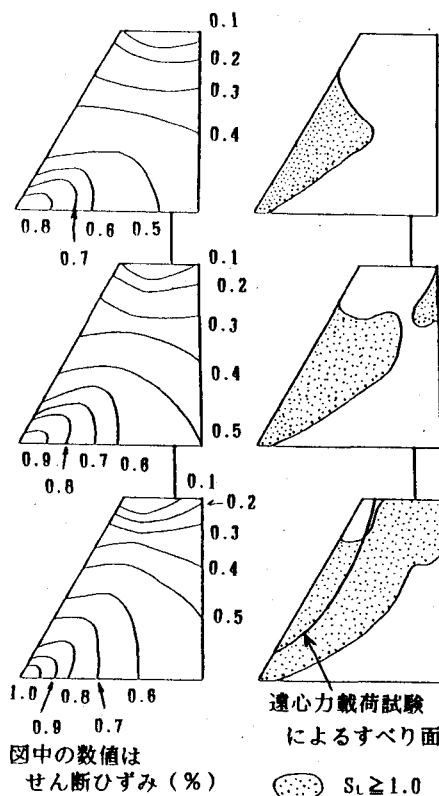


図-3.1 せん断ひずみの進行状態

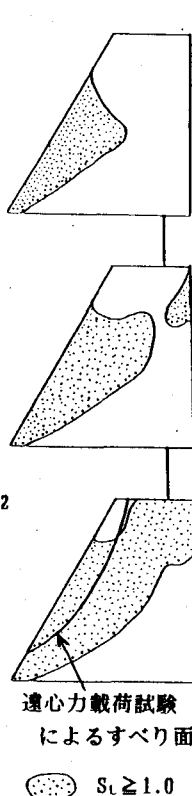


図-3.2 局所破壊の分布