

埼玉大学工学部 正員 芥川 真知  
 埼玉大学大学院 学生員 小川 新泰一  
 東京都 高田 武

1. まえがき 近年集中豪雨による斜面崩壊が多発し、多くの被害が生じている。これらの多くはいわゆる表層滑落型の崩壊であり、崩壊の予知とその対策については社会的な要請が高い。しかし、崩壊機構はもとより、地盤の土質工学的性質についても未知な点が多い。筆者らは成田層や相模砂層などの砂質斜面の安定性に関し、長年にわたり検討を重ねてきた。斜面の表層土はルーズであり、また上張り荷重が小さいために、従来のせん断試験では実験がむずかしく、また過大な試験値を生じがちである。本報告は成田層を対象とし、単純せん断試験機を用いて強度定数を求め、現地調査の結果を含めて安定計算を行い、それらの結果について考察したものである。

表-1 試料の粒度組成

| Sample | Gs   | Sand  | Silt | Clay |
|--------|------|-------|------|------|
| A      | 2.69 | 83.7% | 8.8% | 7.5% |
| B      | 2.67 | 88.1  | 5.9  | 6.0  |
| C      | 2.70 | 92.0  | 4.2  | 3.8  |

2. 試料及び実験方法 実験に用いた試料は表-1に示す成田層であり、崩壊した斜面の調査結果から崩壊面付近の粒度組成としてはAが最も近い。したがって、以後特に付記しない限りAの試料について述べる。自然含水比状態の試料と各槽の空隙比になるように練固した試料および不攪乱試料を使用し、平常時と降雨時の強度を比較するために、供試体を水浸させきもの（非水浸）とせん断箱内で水浸させたものについて実施した。水浸後の供試体の飽和度は90%程度であった。実験はKjellmanの試験機と類似の単純せん断試験機を用いて、垂直荷重を $0.03 \sim 0.5 \text{ kg/cm}^2$ 、せん断速度を $0.2 \text{ mm/min}$ のCD試験を行った。

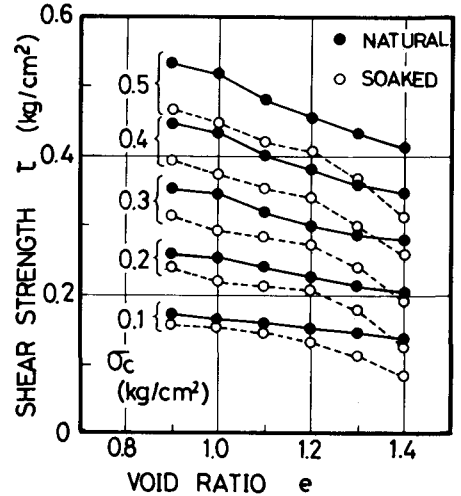


図-1 空隙比とせん断強度の関係

3. 実験結果 図-1は初期空隙比とせん断強度の関係を示した。非水浸試料では空隙比の増加に伴い、強度は直線的に減少している。水浸した場合 $e=1.2$ までは直線的であるが、それ以降で急激に低下するの大きな特徴である。したがって、水浸による強度低下の割合は $e$

は $e=1.2$ 以下では1~2割であるのに対し $e=1.4$ では3~4割にも達する。一方、細粒分の少ないBの試料では、 $e=1.0$ 附近から同様な傾向が認められるが強度低下の割合はAほどではない。さらに

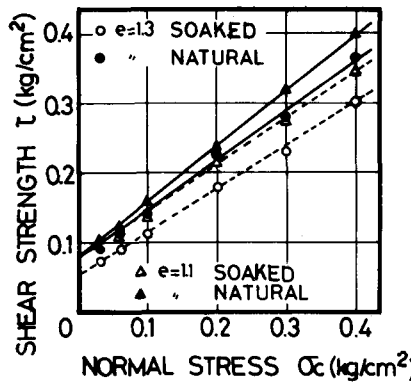


図-2 クーロンの破壊線

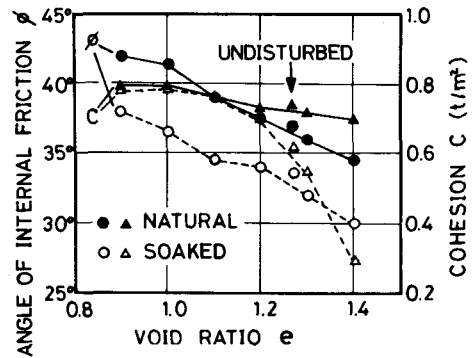


図-3 空隙比とせん断強度定数の関係

Cではそのような傾向はなく、低下の割合は高々5%である。したがって細粒分の含有量が多くて水浸による強度低下が大きいといえる。

図-2はアーロンの破壊線の一例を示した。図から傾斜状態(0.03~0.06 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )でも直線にプロットしていることがわかる。図-3は間隙比に対し、せん断抵抗と見かけの粘着力を示したものである。いずれの場合も間隙比の増加に伴いC、 $\phi$ は減少する。水浸と非水浸と比較すると $\phi$ はほぼ平行的に減少しているのに対し、Cは $C=1.2$ 以降急激に低下している。このことは図-1のせん断強度の低下が主に粘着力減少に起因していることを示している。このような砂質土の間隙比が1.3~1.4になると非常にゆるい状態であり、これを水浸すると水分は一種の潤滑剤のような効果を発揮するのではないかと考えられる。3種類の試料のCと $\phi$ の関係を示したのが図-4である。水浸することにより $\phi$ の低下に比べてCの低下が著しいことがわかる。特に細粒分の量が多く、間隙比が大きいものほど顕著である。これに対し細粒分の少ないCの試料ではその影響は少ない。これらの結果と類似の試料を用いた一面せん断試験の結果と比較すると、 $\phi$ は5°程度小さく、Cは1/4程度に小さくなっている。これは一面せん断における各種の摩擦が低減されるためと思われる。

4. 安定計算 表層土の粒度組成がAの試料に最も近いことから、各間隙比に対するC、 $\phi$ を用いて安定計算を行った。すなわち、斜面表層部にテストポイントを掘って間隙比を求めた結果は図-5のとおりである。深さ約50cmまでは表土であり草木の根が多く間隙比は求められない。また1.5~2.0m以深になると地盤の少ない堅い地盤が現われるのが通例である。図-5に示したように深さと間隙比の関係を求め、深さ方向に強度定数を変化させる。斜面は半無限として、平常時に降雨により飽和した場合について安定計算をした。その結果が図-6であり、図中の $\sigma$ は斜面の傾斜角を表わしている。平常時には $\sigma=4.5^\circ$ でも最小安全率は1/4であるのに対し、飽和状態では $\sigma=40^\circ$ 、 $45^\circ$ のとき安全率は1以下になる深さがある。最も安全率が小さくなる深さは1.4~1.6mである。このことは、実際に前震した斜面の調査結果からみて妥当なものと思われる。従来の一面せん断試験の結果ではとりわけCが過大評価されていたために、安定計算を行うても前震しない場合が多かったが、単純せん断試験でこの点は改良されたと思われる。

5. まとめ 以上のことから細粒分の量及間隙比によって強度低下率が左右されることがわかった。さらにこれらの関係を普ていく必要がある。単純せん断試験の結果は、従来の試験方法より現定の斜面前震の現象をどの程度説明しうる。

したがって、表層土のよりな傾斜状態のせん断について単純せん断試験の方法が、摩擦の低減などの関係から、より適用性が高いのではないかと考えられる。又、単純せん断と斜面前震のメカニズムの対応性に関しては、今後、さらに実験を通して明らかにしていきたい。最後に本研究は、年度科研費補助金(自然災害特別研究、代表者風間)を使用したことを記し謝意を表す。

参考文献 1) 芥川他; 成田層のゆるみと強度について, 第32回土木学会年次学術講演会, 1977, 2) 芥川, 風間; 成田層斜面の著丘前震面の形成, 第14回自然災害学術大会, 1977

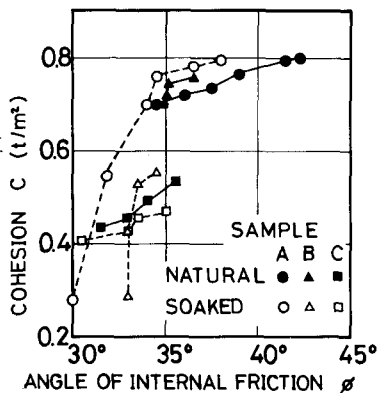


図-4 Cと $\phi$ の関係

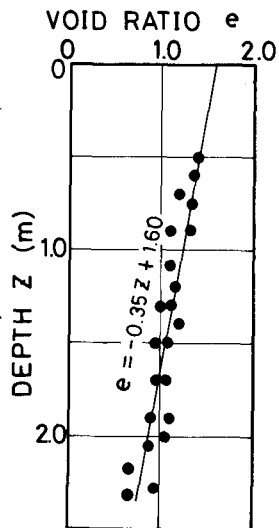


図-5 深さと間隙比の関係

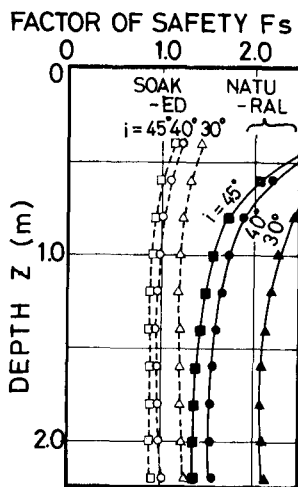


図-6 深さと安全率