

浸透水の作用を受けた土の強度低下

熊本工業大学 正員 ○村田重之
 " " 渋谷秀昭
 九州大学工学部 " 橋本 武

1. まえがき

基盤から浸透水の作用を受ける斜面の模型実験を各種行っているが、これらの実験から、浸透水の作用を受けた地盤ではそうでない部分に比べ強度が大きく低下し、この種の斜面崩壊では浸透水の作用が崩壊の要因となっていることが確認されている^{(1), (2), (3)}。そこで、このような浸透水の作用による土の強度低下を要素試験によって明らかにするために、供試体の上部を開放して側方のみを拘束した状態で供試体の底部から浸透水を作用させ、浸透水の作用によって膨潤した供試体の非圧密非排水(UU)試験を行った。その結果、浸透水の作用による強度低下を定量的に明らかにすることができたのでここに報告する。

2. 試料および実験方法

(1) 試料および供試体の作製 試料には熊本工業大学の構内から採取した火山灰質粘性土(灰土)を使用している。試料の物理的性質は、 $G_s=2.69$ 、 $U_c=52.0$ 、 $w_L=52.7\%$ 、 $I_P=11$ 、 $w_{opt}=32.7\%$ 、 $\gamma_{dmax}=1.351$ g/cm³である。試料を空気乾燥し2mmフルイ通過分を最適含水比に調整し、2つ割れモールド内にタンパーで締め固めて供試体を作製する。作製した供試体の $\gamma_d=1.10$ g/cm³(最大乾燥密度の約80%)、間隙比 $e=1.43$ 、飽和度 $S_r=60.8\%$ である。供試体の寸法は直径 $D=4.9$ cm、高さ $L=11.5$ cmである。

(2) 実験方法 図-1に示すように供試体を三軸室の載荷台の上に載せゴムスリーブを被せる。砂供試体成形用モールド(側圧をかけた後空気圧で開くことができる)で周面を拘束し、供試体の上面を解放した状態で供試体の底部から水を浸透させて飽和させる。供試体の上面に水がにじんできたら飽和したと見なし、引き続き浸透水を作用させて所定の膨潤量を起こさせる。その後載荷キャップを取り付け、三軸室を組み立てる。所定の側圧を作用させ1時間静置したのち非圧密非排水条件で圧縮試験を行う。浸透水を作用させる水頭差(ΔH)は供試体の高さ(L)の3L~6Lである。

3. 結果および考察

(1) 膨潤した供試体の含水比および間隙比と膨潤ひずみの関係 図-2に膨潤後の含水比(w)と膨潤ひずみ(ϵ_s)の関係を示している。膨潤ひずみは膨潤量(ΔL)を供試体の初期高さ(L)で割って定義される。すなわち、 $\epsilon_s = \Delta L / L \times 100$ (%)である。膨潤後の供試体の含水比は膨潤ひずみに比例して増加し直線で回帰すると次式のようになる。

$$w = 48.04 + 0.8093 \epsilon_s \quad (\text{相関係数 } R = 0.8624)$$

すなわち、飽和後の供試体の含水比に対し浸透水作用後のそれは最大で約15%増加していることになる。膨潤後の供試体の間隙比(e)についても同様の関係があ

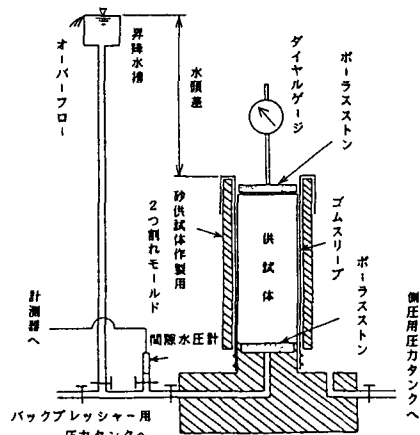


図-1 膨潤供試体作製装置の概略図

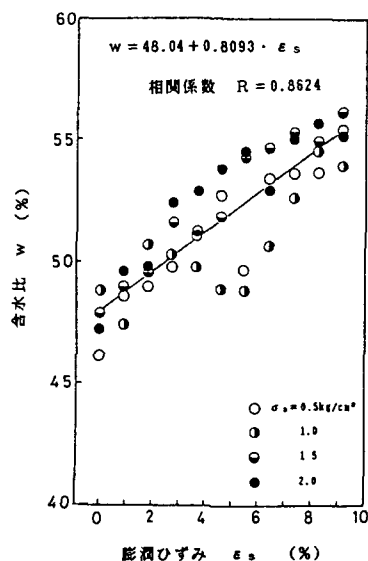


図-3 主応力差と膨潤ひずみの関係

り、膨潤後の間隙比は膨潤ひずみに比例して増加し、飽和後の間隙比に対し浸透水作用後のそれは最大で約16%増加している。

(2) 膨潤した供試体の軸差応力と膨潤ひずみの関係

図-3にUU試験における破壊時の主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)と膨潤ひずみの関係を示している。ピーク強度を示さなかった実験では軸ひずみが15%のときの値を取っている。膨潤ひずみの増加に対し破壊時の主応力差が急激に低下している状況が見て取れる。これを $Y = A \cdot 10^{-B \cdot X}$ で回帰すると

$$(\sigma_1 - \sigma_3)_f = 0.2690 \times 10^{-0.0596 \varepsilon_s}$$

(相関係数 $R = 0.9279$)

のようになる。膨潤ひずみが5%で飽和時のそれに対して約50%、膨潤ひずみが7%で60%の低下率になる。

(3) 見かけの粘着力と膨潤ひずみの関係

飽和した粘性土のUU試験であるのでせん断抵抗角は零となる。したがって、土のせん断抵抗は見かけの粘着力(c_u)のみとなり破壊時の主応力差の半分がそれになる。このようにして求めた c_u と膨潤ひずみの関係を示したのが図-4である。これも破壊時の主応力差同様に、膨潤ひずみの増加に対し見かけの粘着力が大きく低下していることがわかる。これを $Y = A \cdot 10^{-B \cdot X}$ で曲線回帰すると

$$c_u = 0.1360 \times 10^{-0.0594 \varepsilon_s}$$

(相関係数 $R = 0.9901$)

のようになり、膨潤ひずみが5%のとき飽和時のそれに対して約50%、膨潤ひずみが7%で60%の減少になっている。

4. まとめ

浸透地下水が原因したと考えられる斜面崩壊を対象に考え、その崩壊のメカニズムの解明のために浸透水の作用によって膨潤した火山灰質粘性土のUU試験を行い強度の低下を定量的に明らかにすることができた。主な結論を要約すると次のようになる。

(1) 膨潤後の含水比および間隙比は膨潤ひずみに比例して増加し、それぞれ初期の値に対し最大で約15~16%増加している。

(2) 膨潤ひずみの増加に対し破壊時の主応力差が急激に低下する。膨潤ひずみが5%で飽和時のそれに対して約50%、膨潤ひずみが7%で60%程度低下する。

(3) 膨潤ひずみの増加に対し見かけの粘着力が大きく減少するが、膨潤ひずみが5%のとき飽和時のそれに対して約50%、膨潤ひずみが7%で60%程度減少する。

(参考文献) 1) 村田重之・渋谷秀昭・橋木 武・平田登基男: 斜面背面から浸透水を受ける斜面の崩壊実験、第20回土質工学研究発表会講演概要集、pp.1403-1406、1985。

2) 村田重之・渋谷秀昭・橋木 武・平田登基男: 見かけの粘着力と膨潤ひずみの関係 斜面背面から浸透水を受ける斜面の崩壊実験(第2報)、第21回土質工学研究発表会講演概要集、pp.1595-1598、1986。

3) 村田重之・橋木 武・平田登基男・渋谷秀昭: 降雨時斜面崩壊へ及ぼす浸透地下水の影響、土と基礎、Vol.36, No.4, pp.45-50、1988。

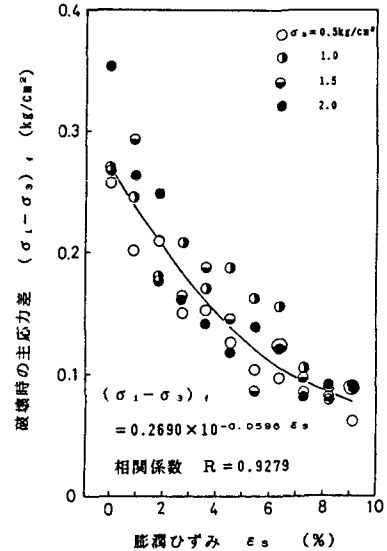


図-2 含水比と膨潤ひずみの関係

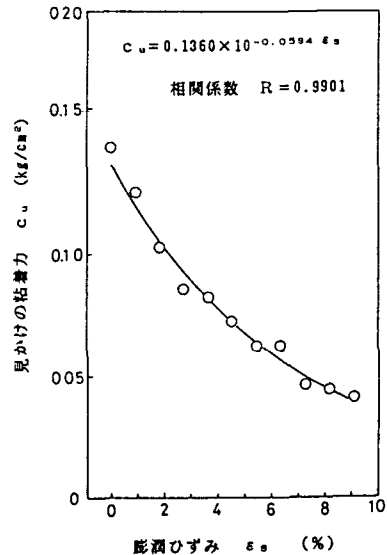


図-4