

浸透水の作用で膨脹したまさ土の強度低下

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

1. まえがき

基盤から浸透水を作用させた斜面の模型実験から、浸透水の作用を受けた部分ではそうでない部分に比べ強度が大きく低下し、この種の斜面崩壊が浸透水の作用による土の強度の低下によるものであることが確認されている。さらに、このような浸透水の作用による土の強度低下を灰土を用いた三軸圧縮試験によってもすでに明らかにしている。すなわち、浸透水の作用による膨脹ひずみの増加によって見かけの粘着力が極端に低下することが実験的に明らかにされている。そこで今回は、降雨による崩壊が起こり易く、かつ c と ϕ を持つ材料としてまさ土を使用して同様な実験を行い、新たな結果を得たので報告する。

2. 試料および実験方法

(1) 試料および供試体の作製

試料には熊本県菊水町で採取されたまさ土を使用している。試料の物理的性質は、 $G_s=2.64$ 、れき分 7.2%、砂分 60.8%、シルト分 9%、粘土分 8%、 $w_{opt}=12.3\%$ 、 $\rho_{dmax}=1.90\text{g/cm}^3$ 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 $\rho_d=1.72\text{g/cm}^3$ (最大乾燥密度の約90%)、間隙比 $e=0.52$ 、飽和度 $S_r=62\%$ である。供試体の寸法は直径 $D=4.9\text{cm}$ 、高さ $L=11.05\text{cm}$ 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。供試体保持具(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脹量を起こさせる。その後載荷キャップを取り付け、三軸室を組み立てる。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。供試体を膨脹させるための浸透水の水頭差(ΔH)は供試体の高さ(L)の3L~6Lである。

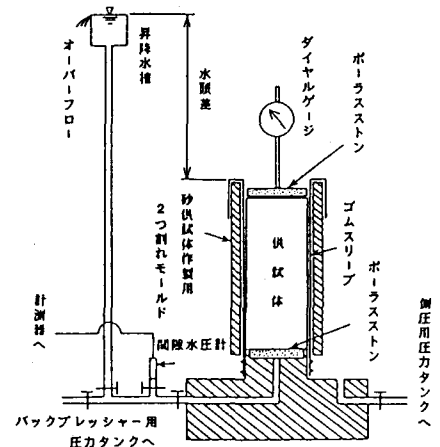


図-1 膨脹供試体作製装置の概略図

(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。供試体保持具(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脹量を起こさせる。その後載荷キャップを取り付け、三軸室を組み立てる。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。供試体を膨脹させるための浸透水の水頭差(ΔH)は供試体の高さ(L)の3L~6Lである。

3. 結果および考察

(1) 膨脹した供試体の含水比および飽和度と膨脹ひずみとの関係

図-2に膨脹後の含水比(w)と膨脹ひずみ(ϵ_s)との関係を示している。膨脹ひずみは膨脹量(ΔL)を供試体の初期高さ(L)で割っ

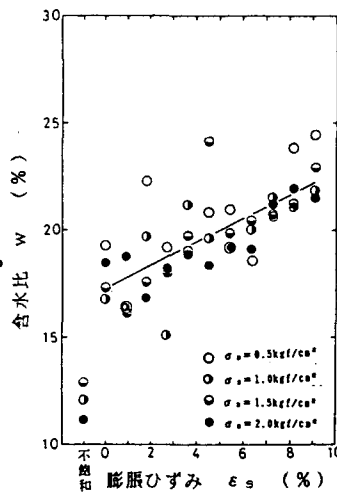


図-2 含水比と膨脹ひずみとの関係

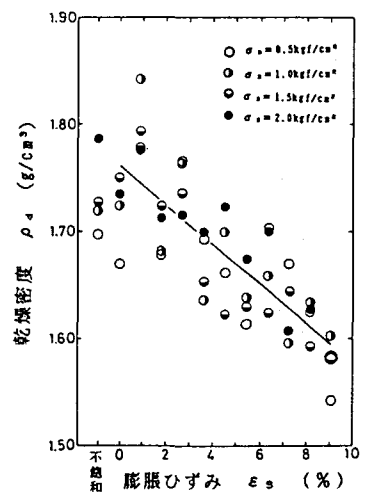


図-3 乾燥密度と膨脹ひずみとの関係

て定義される。すなわち、 $\varepsilon_s = \Delta L / L_0 \times 100 (\%)$ である。膨脹後の供試体の含水比は膨脹ひずみに比例して増加し直線で回帰すると次式ようになる。

$$w = 17.25 + 0.5475 \varepsilon_s \quad (\text{相関係数 } r=0.730)$$

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30%増加している。

(2) 膨脹した供試体の乾燥密度および間隙比と膨脹ひずみとの関係

図-3に膨脹後の乾燥密度(γ_d)と膨脹ひずみ(ε_s)との関係を示している。膨脹後の供試体の乾燥密度は膨脹ひずみの増加に従って減少する傾向があり、直線で回帰すると次式ようになる。

$$\gamma_d = 1.761 - 0.01840 \varepsilon_s \quad (\text{相関係数 } r=0.812)$$

すなわち、飽和後の乾燥密度に対し浸透水作用後のそれは最大で約10%減少している。間隙比の場合はこれとは逆に膨脹ひずみの増加に従って増加し、飽和後の間隙比に対し浸透水作用後のそれは最大で約33%増加している。

(3) 膨脹した供試体の軸差応力と膨脹ひずみとの関係

図-4に非排水試験における破壊時の主応力差($\sigma_1 - \sigma_3$)と膨脹ひずみとの関係を示している。飽和した砂質土の非排水試験なので強度は側圧の値で変化するが、どの側圧の場合も膨脹ひずみの増加に対し破壊時の主応力差は急激に低下する。

(4) 見かけの粘着力およびせん断抵抗角と膨脹ひずみとの関係

飽和した砂質土の非排水試験なのでせん断抵抗角(ϕ)と見かけの粘着力(c_u)が現われてくる。各膨脹ひずみに対する破壊時の主応力差を最小二乗法で近似して c と ϕ を求め、膨脹ひずみとの関係で示したのが図-5である。膨脹ひずみの増加に両者とも大きく低下していることがはっきりと現われている。これを最小二乗法で直線回帰すると

$$c_u = 0.193 - 0.022 \varepsilon_s \quad (\text{相関係数 } r=0.889)$$

$$\phi = 31.8 - 3.05 \varepsilon_s \quad (\text{相関係数 } r=0.986)$$

のようになり、見かけの粘着力は膨脹ひずみが5%のとき飽和時のそれに対し約53%減少する。一方、せん断抵抗角は膨脹ひずみが5%のとき飽和時のそれに対し約48%減少する。

4. まとめ

浸透水の作用によって膨脹したまき土の非圧密非排水試験を行い、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) 膨脹後の含水比は膨脹ひずみに比例して増加し、初期の値に対し最大で約30%増加している。

(2) 乾燥密度は膨脹ひずみの増加に比例して減少し、飽和時の値に対し約10%減少する。

(3) 膨脹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。

(4) 膨脹ひずみの増加に対し見かけの粘着力とせん断抵抗角が大きく減少する。見かけの粘着力は膨脹ひずみが5%のとき飽和時のそれに対し約53%減少し、せん断抵抗角は膨脹ひずみが5%のとき飽和時のそれに対し約48%減少する。

(5) 浸透水の作用による強度の低下は土の密度の減少(間隙の増加)によって引き起こされ、強度定数については見かけの粘着力とせん断抵抗角の両者とも減少する。

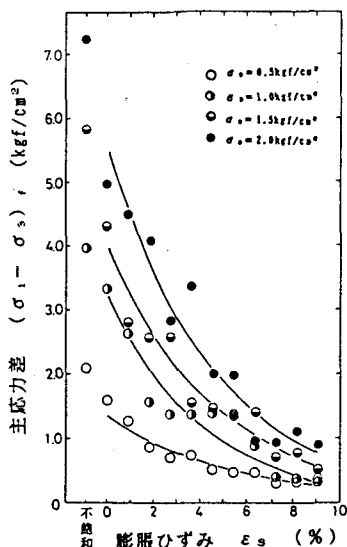


図-4 主応力差と膨脹ひずみとの関係

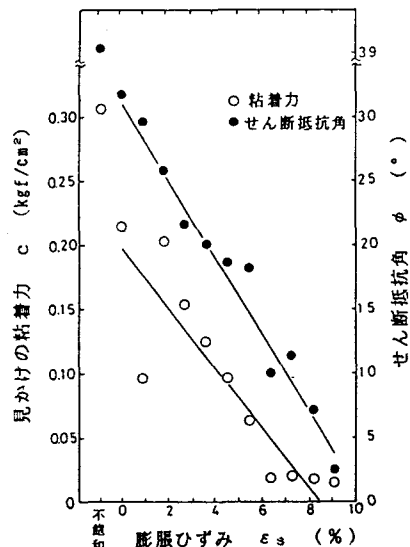


図-5 見かけの粘着力およびせん断抵抗角と膨脹ひずみとの関係