

まき土のせん断特性に及ぼす含水比の影響について

山口大学 工学部 正員 村田孝一, 正 三 南哲彦
山口県土木建築師 中西允雄, 古川 勝
" " 国沢淳宏, 国近茂昭

1. まえがき

砂質土の切土斜面や盛土斜面は、豪雨時にしばしば崩壊する。その原因として、i) 土の単位重量の増加と雨水の土中への浸透に伴う斜面の不安定化、ii) 雨水による表面侵食、iii) 土のせん断強度の低下が挙げられる。これらはいずれも土質工学上の重要な問題で、各々のテーマについて数多くの研究が行われている。本報告は、含水比の変動に伴う乱れまき土のせん断特性の変化について言及するものである。水分の影響を受けて乱れまき土のせん断特性が変化するの、主因は粘聚力、摩擦角および粒子破砕効果の変化によると考えられる。これらの要因のせん断強度に与える程度は定量的には明らかではないが、ここで必要因ごとに考察した。

2. 試料と実験方法

実験に用いたまき土は、宇部市内で採取した試料で、最大粒径 4.76 mm , $D_{30} = 1.0\text{ mm}$, $G_s = 2.65$ および供試体作成時の含水比 2.5% である。三軸圧縮試験は、次の5種類の方法で含水比を変化させ、側圧一定・排水条件下で実施した。 D_0 : 気乾供試体と1時間圧密し、ひずみ制御方式でせん断、 D_{20} : 圧密後、応力制御方式で破壊軸差応力 σ_f の20%の応力状態とし、120時間放置した後ひずみ制御方式でせん断、 D_{20W} : 同じく σ_f の20%の応力状態で水を供給して湿潤状態とし、120時間放置した後せん断、 D_{20WD} : 同じく σ_f の20%の応力状態で湿潤状態とし、24時間放置した後、96時間乾燥空気を通し乾燥状態に戻してからせん断、 D_{20WDW} : D_{20WD} と同じく乾燥状態を含水比を下げ、ある含水比 w とした後せん断。

3. 実験結果と考察

3.1. せん断強度と含水比の関係 応力・ひずみ関係については、前報に詳しく示したので省略する。図-1は、破壊時の軸差応力 $\sigma_f = (\sigma_1 - \sigma_3)$ と含水比 w の関係である。気乾試料では D_0 , D_{20} , D_{40} の間の σ_f 差は小さいことから、せん断前に σ_f の40%以下の応力を120時間与えても強度への影響は小さいことがわかる。一方、湿潤試料では D_{0W} , D_{20W} , D_{40W} の間の σ_f 差は小さいので、応力経路のどの位置で給水したかは、せん断強度には、僅かな影響し

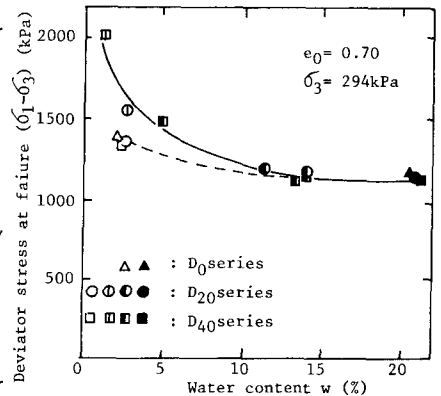


図-1 破壊時の軸差応力と含水比の関係

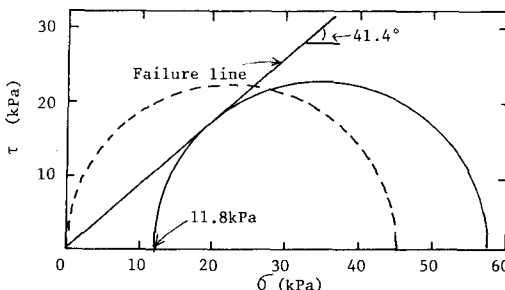


図-2 粘着結合力の推定

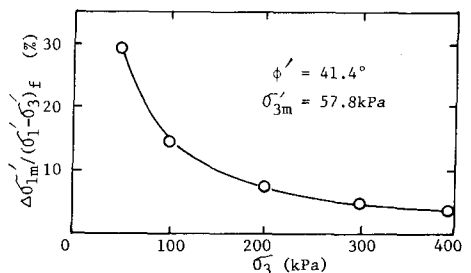


図-3 粘着結合力効果によるせん断強度増加の割合

が与えないといえる。さらに、気乾試料のみに対し、湿潤試料のみは約 20% 低く、湿潤後の再気乾試料のみは約 30% 高いことが明らかである。

3.2 毛管結合力と含水比の関係 $D_{50}W$ 試験において $\varepsilon_r = 10\%$ で試験を停止し、供試体からゴムスリートを除去し、毛管結合力のみで自立した状態での軸圧縮強度を調べた。その結果、図-2 に示すように 45.1 kPa の強度となった。この全応力モジュールが破壊線に接するまで移動させると、有効応力内(実線)となってその値は毛管結合力によって生じた有効側圧の増加 $\Delta \sigma_{vm}$ を与える。図-3 は、破壊時軸圧縮力に及ぼす毛管結合効果の割合 $\Delta \sigma_{vm} / (\sigma'_1 - \sigma'_3)$ を側圧に対してプロットしたものである。

3.3 摩擦効果と含水比の関係 まさ土の場合は、主要鉱物である石英、長石と雲母とでは摩擦特性が著しく異なるので、試料全体としての摩擦効果の変化を知るため 2 種類の試験を行った。一つは、原試料から取り出した 5 cm 以上程度の岩片を右々円形容器内に石膏で固定して、傾斜面の摩擦係数を調べた(図-4)。他方は、粒子間摩擦角を求めるため Rowe の方法により、岩片とまさ土試料を用いて試験した(図-5)。この 2 つの試験結果から、湿潤により摩擦効果が増加することを、そのまさ土のせん断強度の増加と結びつけることはできないにしても、まさ土の摩擦効果は水分の増大で増加することは確かであるといえよう。

3.4 粒子破砕効果と含水比の関係 まさ土は 100 倍程度の側圧下でせん断されると、かなりの量の粒子破砕を生じる。また、含水比及び側圧が大きくなると粒子破砕量も増えせん断特性への影響も大きくなる。図-6 は、ある応力レベル σ/σ_f まで載荷される過程で生じた粒子破砕量 ΔS とその応力下で飽水したことによって生じた ΔS の関係である。この図より、高い応力レベルで飽水されると著しく粒子破砕が進むことが判る。また、気乾試料に比べて湿潤試料は、粒子破砕を生じやすいので粒子破砕率が大きく、したがってダイレイタンス効果は減衰して、せん断強度は低いものになることも本研究で明らかとなった。なお、気乾試料 D_{50} のみより湿潤後再気乾試料 $D_{50}W$ の σ_f の方が高いのは、後者は湿潤過程で粒子破砕がかなり進行して粒度も密度もより安定な方に変化しており、同時に含水比も気乾状態に戻されているので、破壊点での粒子破砕率は D_{50} のそれより小さく、結果として高いせん断強度を示したと解釈される。

付記 本研究は、山口大学工学部地域開発工学研究室を中心とする研究グループにおいて討議した結果をまとめたものである。

参考文献 1) 三浦哲也、原田敬: 含水比の変動に伴う砂質土のせん断特性の変化について、第 17 回土工学研究会発表会, 1982.
2) Rowe, P.W.: Stress-Dilatancy Relation for Static Equilibrium of an Assembly of Particles in Contact, Proc. Royal Soc., A 269, pp. 500-527, 1962.

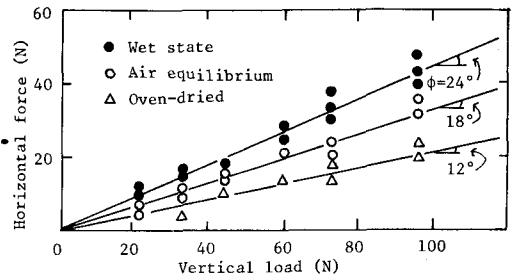


図-4 まさ土と岩間の摩擦角に及ぼす水分の影響

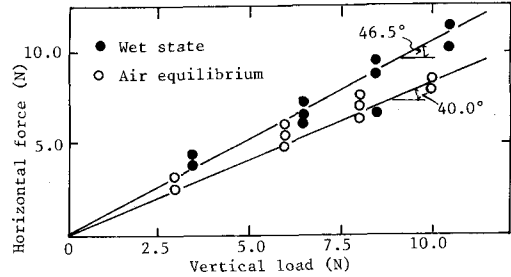


図-5 まさ土と岩間摩擦角に及ぼす水分の影響

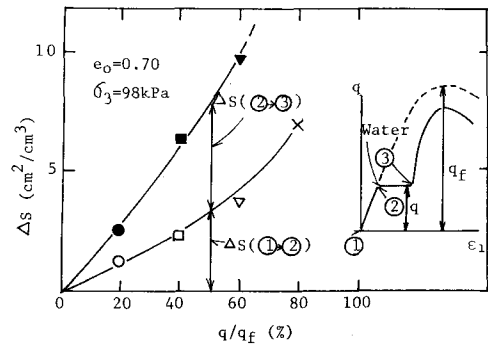


図-6 水供給時の応力レベル (σ/σ_f) と粒子破砕量 ΔS の関係