

愛媛大学 大学院 学 中田 計雄
愛媛大学 工学部 正 八木 則男
愛媛大学 工学部 正 矢田部 龍一

1. まえがき

豪雨時にまき土斜面で崩壊が多発している。斜面安定解析には不かく乱状態での強度定数が必要であるが、不かく乱まき土の力学特性に関する研究は非常に少ない。それは、不かく乱状態での供試体作成が困難であることに起因していると思われる。著者は、降雨時の斜面崩壊に関する研究を行ってきているが今回、斜面安定解析の基礎資料を得ることを目的に不かく乱まき土の低圧下での力学特性を調べたので報告する。なお、不かく乱まき土の供試体の作成は、凍結した試料を試作したコアビットにより成形する方法によったがその詳細は参考文献に記す。

2. 試料、実験方法

試料は、松山市郊外の採砂場にて採取した。試料の物性を表-1に示す。鉱物組成は石英59%、長石28%、有色鉱物13%である。

実験方法は、圧密排水三軸圧縮試験である。不かく乱供試体は、所定の飽和度になるよう突き固めて作成した。なお、残留強度も求めるため大ひずみまで試験を行った。

e	γ_d	G_s	D_{10}	D_{60}
0.34 ~0.44	1.88 ~1.98	2.685	0.26 mm	1.83 mm

表-1 試料の物性

3. 実験結果と考察

図-1に自然含水比、不かく乱供試体の $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \varepsilon_1 \sim \Delta V/V$ の関係を示す。応力ひずみ関係は、ひずみ硬化・軟化型であり、体積変化は初期に体積圧縮を生じ、その後膨張に転じており密な砂と同様な挙動をしている。

図-2に標準圧縮試験の結果を示す。これを見ると、飽和粘性土や砂質土と若干異った圧縮特性を示していることがわかる。圧縮に対する降伏荷重は（いわゆる先行圧縮圧力とは呼び難い。圧縮に対する降伏荷重は、まき土粒子の破砕に関係する性質のものであろう。）、1.0~2.0 kgf/cm²程度である。この降伏荷重を境に、まき土粒子の破砕により変形・強度特性が異なることが予想される。

図-3に $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ の関係を示す。実験数が少ないので図-1 $(\sigma_1 - \sigma_3) \sim \varepsilon_1 \sim \Delta V/V$ の関係

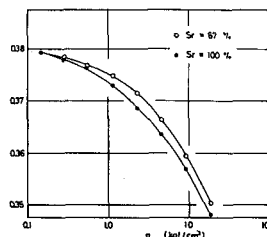
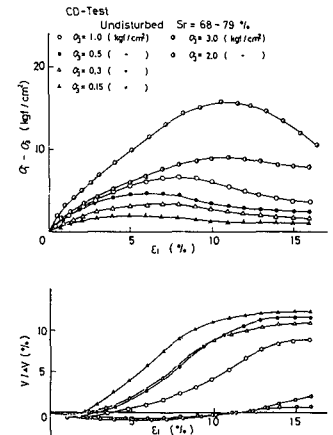


図-2 $e \sim \lg P$ 関係

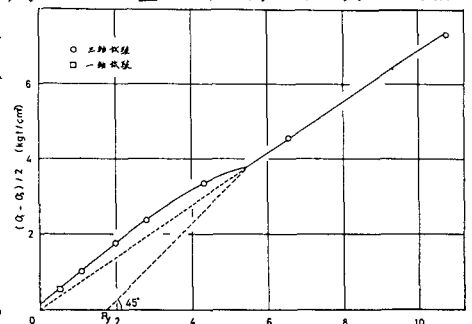


図-3 $(\sigma_1 - \sigma_3)/2 \sim (\sigma_1 + \sigma_3)/2$ の関係

断定はできないが、圧縮に対する降伏荷重より低圧側と高圧側とでは、破壊線は幾分異なるようである。低圧下では、破壊線は原点を通る直線とはならず、若干の粘着力を持ち過圧密粘土と同様な傾向を示す。側圧 2 kgf/cm², 3 kgf/cm² では原点を通る $\gamma_d = 43.5$ の直線で示される。もちろん、もっと大きい側圧の領域では、この直線で示されるものより γ_d は徐々に小さくなってく

るものと思われる。図示はしていないが圧密排水試験による破壊線は、排水試験のそれとあまり差異はみられなかった。このように、不かく乱まき土は粒子破碎により降伏荷重を境に力学特性が異なるので、斜面安定解析の強度定数を求める場合、低拘束圧下での精度良い試験が必要であろう。

図-4に突き固め供試体の $(Q_1-Q_3) \sim \epsilon_1 \sim \Delta V/V$ 関係を示す。突き固め供試体の方が初期間隙比 $(e_0=0.45$ 程度)が不かく乱のそれに比べて若干大きいので正確な比較にはならないが、不かく乱供試体と突き固め供試体の力学特性を比べてみると最も顕著な違いは、ピーク強度での軸ひずみにみられる。ピーク強度での軸ひずみは、突き固め供試体の2~5%に対し不かく乱供試体では7~9%と非常に大きい。この原因は次のように考えられる。不かく乱供試体と突き固め供試体の $\Delta V/V$ の最大圧縮量とその時の軸ひずみ ϵ_1 の関係を図-5に示す。これから、不かく乱供試体は突き固め供試体に比べて大きな体積圧縮を生じていることがわかる。これは不かく乱供試体では、せん断初期に粒子破碎が起っていることを示している。せん断中に生じる粒子破碎の影響で、ダイレイタンシー指数 D_i が最大となる軸ひずみは大きくなり、それにより不かく乱供試体では突き固め供試体に比べてピーク強度での軸ひずみは大きくなると思われる。

節理面が不かく乱まき土の力学特性に及ぼす影響を調べるため、供試体にあらかじめ切断面を入れて試験を行った。(切断角度 θ は $0^\circ, 15^\circ, 30^\circ$ のみである。)試験結果を図-6に示す。これから、切断面を入れていないものに比べてピーク強度の低下がみられる。供試体のすべり面は、ある面上の応力状態がその面上の破壊線に達した時生じる。今回の試験では、すべり面は切断面に沿ってではなく、新たな面上に発生した。したがって、強度は切断面のない供試体と同程度の値を示してもよいと思われる。ところで、切断面を入れた供試体の強度低下は図-6の $\Delta V/V \sim \epsilon_1$ 関係をみると切断面のない供試体に比べて、ダイレイタンシー指数が小さくなっていることに起因していることがわかる。このダイレイタンシー指数の相違は切断面がなめらかであるせいであろう。こう考えると切断面の粗さの程度も強度に大きく影響するので、初期不連続面を有するまき土の強度特性は切断面の角度のみならず切断面の粗さ等を十分考える必要がある。また、切断面のあるなしや角度にかかわらず同一側圧下では、残留強度はほぼ同一である。

不かく乱試料を水浸により飽和させた供試体についても実験を行なったがあまり顕著な力学特性の変化はみられなかった。

4. あとがき

今回1種類の不かく乱試料に対して実験を行ない、粒子破碎に起因すると考えられるまき土特有の力学挙動等に対して考察を加えたが、今後初期間隙比等の異なる数種の不かく乱試料を用いて実験を行ない不かく乱まき土の力学特性を解明していく予定である。

参考文献

- 1) 八木知郎, 二神中四: まき土の不かく乱試料の採取について, 第34回土木学会中国支部講演概要集

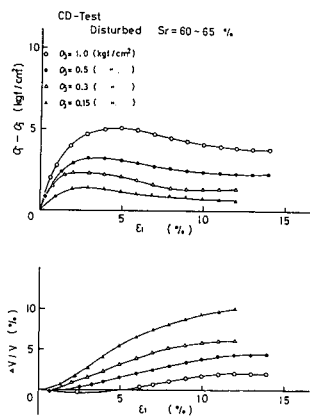


図-4 $(Q_1-Q_3) \sim \epsilon_1 \sim \Delta V/V$ の関係

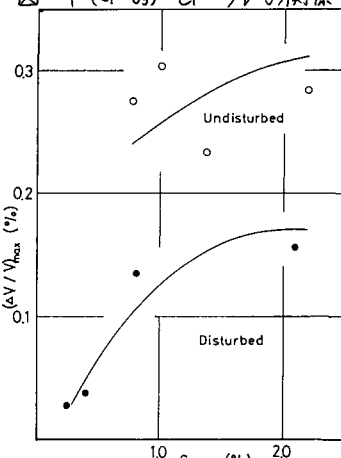


図-5 $(\Delta V/V)_{max} \sim \epsilon_1$ の関係

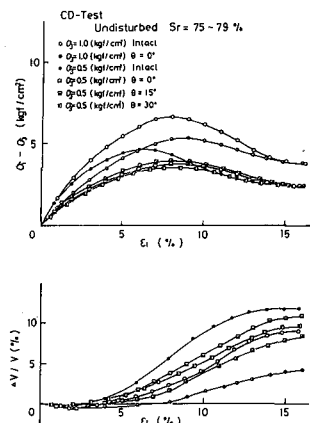


図-6 $(Q_1-Q_3) \sim \epsilon_1 \sim \Delta V/V$ の関係