

愛知工業大学 正会員 大根義男
" " 成田国朝
" " 奥村哲夫
愛知工業大学 大学院 村田直二

1. はじめに

フィルダムの施工中の応力、変形挙動や安定性の評価に際して双曲線近似に基づく非線形有限要素解析が行われるようになってから久しい。この解析法は通常行われる標準的な排水条件の三軸試験のデータを用いるので実用上の利点は大きい、実際の排水条件が試験時のそれと大巾に異なると計算結果が実情に合わないことがしばしば経験される。すなわち、粘性土の急速盛土や砂レキ土の盛土の解析にはそれぞれ UU, CD 条件の試験結果を用いれば実際と良く合うことがすでに報告されているが、フィルダムのように施工期間が一般に長く施工中の圧密が相当期待される場合は、圧密による変形特性や強度の変化を考慮しないと実際の挙動をうまく説明できないことがある。

以上の点から、本研究は実際の盛土内で施工中に想定される応力状態や排水状態を三軸圧縮試験機内で再現し、施工中の圧密が土の変形係数や強度に与える影響を調べたものである。

2. 試料および実験方法

実際の盛土材料を扱う前の予備実験として、カオリン粘土に関する実験を行った。試料は 2 mm フリ通過分について行ったが、その組成は砂分 32.5%、シルト分 49.5%、粘土分 18.0% である。他の物理特性は表-1 に示すとおりである。せん断前の供試体セットは以下のように行う。スラリー状に練った試料を直径 7 cm のスツクリーモールドに詰め、圧密装置を用いて荷重 2 kg/cm^2 の下で圧密して飽和供試体を作製する。次に、これをトリマーで製形して三軸室内にセットし、軸圧 $\sigma_1 = 2 \text{ kg/cm}^2$ 、側圧 $\sigma_3 = 1.54 \text{ kg/cm}^2$ (主応力比 $\sigma_1/\sigma_3 = 1.3$) の下で再圧密を行なう (図-1 の ①)。これは供試体作成時の乱れや不均一性を取り除くために行ったもので、異方圧密した理由は盛土内の応力状態と対応させるためである。盛土内の主応力比は 2 程度とされているが、この供試体は主応力比 2 ではクリープ破壊するので以後のせん断段階でも $\sigma_1/\sigma_3 = 1.3$ を採用している。

再圧密が完了したところで荷重の初期段階 ($\sigma_1 = 0.2 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_3 = 0.15 \text{ kg/cm}^2$) まで除荷し、吸水膨張させて供試体セットを終了する (図-1 の ②)。以上の操作により、盛土の締固めに相当する先行荷重をもった供試体が作製される。

次に、せん断過程では盛土の実際の応力状態を想定して、主応力比 1.3 一定の下に、段階的に非排水せん断 ③ と圧密 ④ をくり返しながらか σ_1 と σ_3 を増加させていく。載荷の間隔は σ_1 の増分で

表-1 試料の物理特性

比重 : G_s	2.63
液性限界 : w_L	39.0 %
塑性限界 : w_P	31.3 %
塑性指数 : I_P	7.7 %

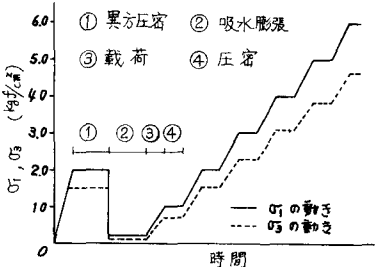


図-1 実験行程の解説図

1%とし、各段階の圧密は、今回は発生した間隙水圧の20%を消散させるものとした。このようにして $\sigma_1 = 6.0 \text{ kg/cm}^2$ ($\sigma_3 = 4.62 \text{ kg/cm}^2$)まで載荷したのち、側圧を一定に保ってひずみ制限でUU試験を行い、その時点での非排水強度を求めた。

3. 結果と考察

図-2は以上のように段階的に載荷したときの間隙水圧の発生および消散の状況を示したものである。飽和供試体でありながら間隙水圧上昇が q_3 の増分と一致しないのは20%消散が完全に行われなかったものと考えられる。図-3は段階載荷過程で非排水せん断と20%圧密をくり返したときの応力ひずみ関係である。各段階のせん断終了後のひずみ増加は圧密によるひずみを示している。

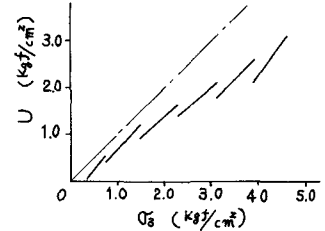


図-2 間隙水圧へ側圧

図によると段階を経るごとにせん断時の応力ひずみ勾配が急になっており、圧密による変形係数の増加が

明瞭である。図-4は段階載荷が終了した後に行なったUUせん断試験における応力ひずみ関係(段階)と、その時の拘束圧($\sigma_3 = 4.62 \text{ kg/cm}^2$)で段階載荷を経ず通常の手法で行ったUU試験およびCU試験の応力ひずみ関係を比較したものである。段階載荷の曲線が原点から出ていないのは、前行程に図-3で示したせん断へ圧密のくり返しを受けているためである。図-4から段階の応力ひずみ曲線はUU試験とCU

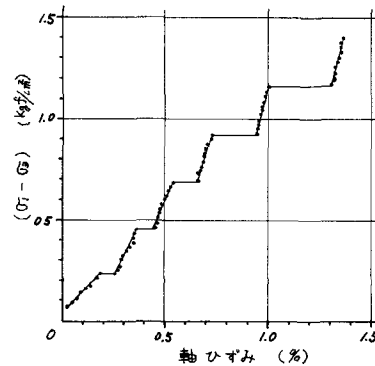


図-3 段階載荷中の $\sigma \sim \epsilon$ 関係

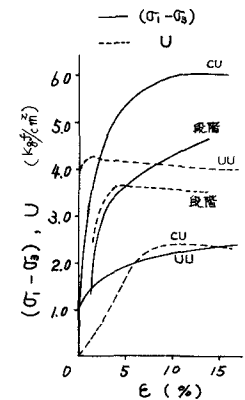


図-4 段階載荷後の $\sigma \sim \epsilon$ の比較

試験の間にありややCU試験に近いことがわかる。また図には間隙水圧の発生状況も比較してあるが間隙水圧についてはCUよりUU試験に近いことがわかる。図-5は図-3に示した段階載荷時の変形係数と各段階での拘束圧で通常のUU試験とCU試験を行った時の0.5%ひずみでの割断ヤング率の比較を示したものである。この図より変形係数はUU試験とCU試験の中間をとりながらCU試験と同じような傾向をたどって増加することがわかる。

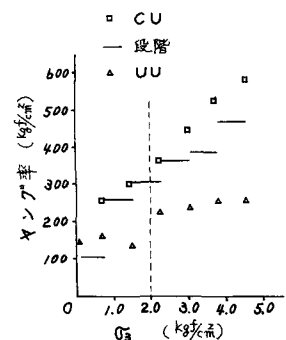


図-5 拘束圧の変化とヤング率の関係

4. あとがき

本研究はまだ予備実験の段階であり、試験本数も少ないので結論めいたことは言えない段階であるが、段階的に非排水せん断・圧密をくり返したときの応力ひずみ関係やせん断強度が通常のUU、CU試験結果の間にあり、それらの間には一定の関係があるようにも考えられる。今後は実際に使われている築堤材料を対象とするとともに、不飽和土まで含めた議論を行いたいと思っている。これらについては実験結果が整理されるごとに発表したいと思っている。