

サンゴ礫混じり土の強度定数決定に関する一考察

九州大学工学部 学生会員 ○本谷 洋二
九州大学大学院 正会員 陳 光 斉

九州大学大学院 正会員 善 功 企
九州大学大学院 正会員 笠間 清伸

1. はじめに

「サンゴ礫混じり土」は沖縄地方の沖積軟弱地盤を構成する土であり、礫の内側の随所に見ることができ。この土は一般に中間土として分類されているが、枝サンゴの破砕片が混入することなどから本土の中間土や一般の沖積土とは異なった性質を示す。既往の研究によれば、土粒子の比重や含水比は砂質土に近いものの N 値や透水係数では粘性土と区分しにくく、その力学的特性の把握が困難である。更にサンゴ礫の存在がサンプル採取時や供試体成形時に試料の骨格構造を乱すことから室内試験の信頼性にも未だ疑問の余地がある。沖縄県では 1980 年頃からこの「サンゴ礫混じり土」に対して、従来の UU 試験を改良した変則 UU 試験が用いられ、強度定数の決定が行われている。本文では「サンゴ礫混じり土」を用いて三軸室内で原位置の応力状態およびサンプリングの応力履歴を再現した供試体を対象に CU 試験、UU 試験、および変則 UU 試験を行った。これらの結果をもとに得られる強度の比較および変則 UU 試験の有効性を考察した。

2. 実験概要

本研究では、粒度組成が粘土分 5%、シルト分 30%、砂分 45%、礫分 20% である試料を用いた。供試体は直径 10 cm と高さ 20 cm で乾燥密度 $\rho_d = 1.35 \text{ g/cm}^3$ の緩詰め供試体を突き固め法により作製した。以下に各実験の大まかな流れについて説明する(図 1)。

「サンゴ礫混じり土」は比較的粒径が大きく礫分も多く含むので、サンプリング時の拘束圧の解放により供試体の吸水膨張が生じやすく、結果として強度低下しやすい地盤材料であると考えた。そこで、本実験では、三軸圧力室内で供試体をいちど圧密して原位置の応力状態を模擬した後、サンプリング時の応力解放と変則 UU 試験時の再圧密過程を作用させ、その後非排水せん断を行う

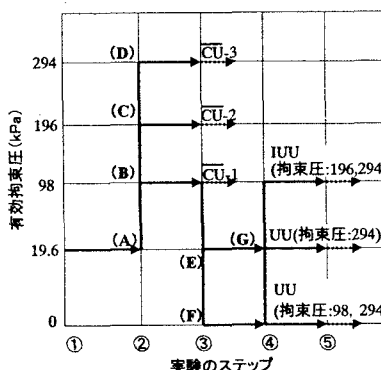


図1 実験の流れ

ことで各種試験を再現した。図 1 を用いて、実験手順を説明する。まず、供試体は初期応力状態として 98kPa の等方圧を受けているとする(図中 A→B)。次に、サンプリング時の応力解放履歴として、有効拘束圧を 0 または 19.6kPa にまで減少させる(図中 B→E,F)。吸水膨張した供試体の強度を評価するために、この応力状態で非排水せん断を行った。このとき測定された強度は、いわゆる UU 試験に相当すると考える。変則 UU 試験については吸水膨張を受けた供試体を有効土かぶり圧の 2/3 の拘束圧で再圧密することにより強度を回復させ(図中 E,F→G)、その後を非排水条件にし 198 と 294kPa の拘束圧を作用させた UU 試験を行う。

3. 実験結果と考察

CU 試験の応力ひずみ曲線を図 2 示す。主応力差は、軸ひずみ 0.5% までに急激な上昇を示し、その後はゆるい勾配で単調増加をする。間隙水圧についても軸ひずみ 1% 程度までに急激な上昇を示し、その後は横ばい状態となる。ともにピークは殆ど見られず、その応力ひずみ曲線は緩い砂の挙動に類似している。

CU 試験の有効応力経路を図 3 に示す。本実験により得られた強度定数は $\phi' = 19.3^\circ$ 、 $c' = 5.2 \text{ kPa}$ となる。

次に UU 試験より得られる応力ひずみ曲線を図 4 に示す。非排水せん断時の拘束圧は 294kPa で共通しているにもかかわらず、19.6kPa の有効拘束圧で吸水膨張させた供試体の方が 0kPa で吸水膨張させた供試体比べて強度が 2 倍以上も出ている。

ここで供試体に圧密、吸水膨張、および再圧密応力の履歴を与えた時に発生する体積ひずみと平均有効応

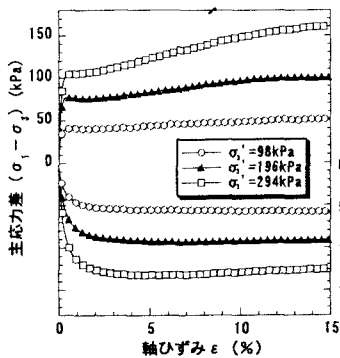


図2 CU試験
応力-ひずみ曲線

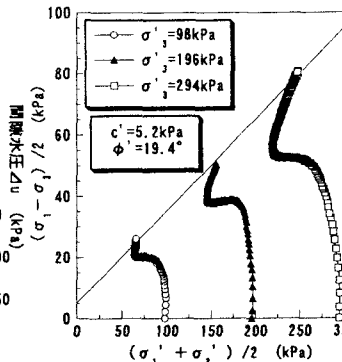


図3 有効応力経路

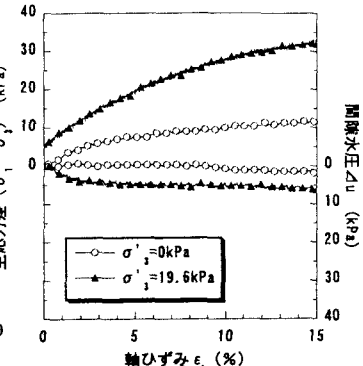


図4 UU試験
応力-ひずみ曲線

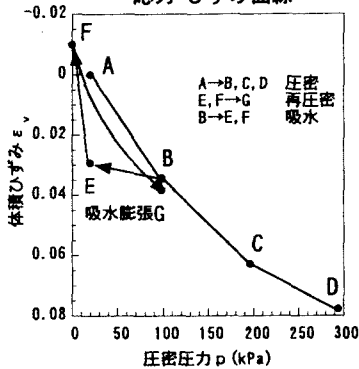


図5 p - ε_v 関係

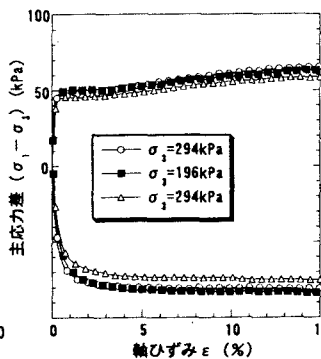


図6 変則UU試験
応力-ひずみ曲線

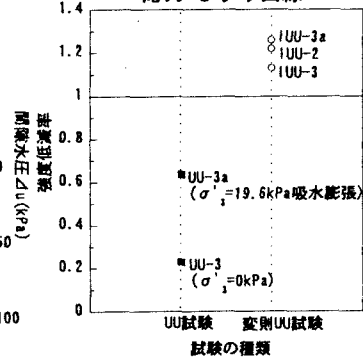


図7 強度試験の妥当性

力の関係を図5に示している。UU 試験では、非排水せん断過程の前に圧密と吸水膨張に起因した体積変化を生じる。19.6kPa の有効拘束圧で吸水膨張させた供試体ではほとんど体積変化しないのに対して、0kPa で吸水膨張させると最初の圧密過程で生じた体積圧縮量よりも大きな体積膨張が測定された。この余分な水が土粒子の骨格構造を緩ませてしまったことが、この強度低下の原因であると考えられる。ここで、有効土被り圧の $2/3$ で再圧密させて非排水せん断を行う変則 UU 試験の体積変化を見てみると、想定した初期の応力状態 B まで応力状態 G が回復する。このとき、応力の繰返し作用により B の時よりも若干大きな体積ひずみが生じている。図6に变則 UU 試験で得られた応力ひずみ曲線を示している。変則 UU 試験と有効拘束圧が 98kPa の CU 試験の応力ひずみ曲線を比較してみると、かなり近い応力変化を示している。

各種試験より得られる強度を原位置での強度と比較するために、各試験の最大主応力差 (q_{max}) を 98kPa での CU 試験の q で割ったものを図7に示す。変則 UU 試験の結果は3ケースとも1を上回っているのに対し、UU 試験では2ケースとも有効拘束圧が 98kPa の CU 試験の数割程度の強度しか得られていない。以上の結果は変則 UU 試験がサンゴ礫混じり土に対してふさわしい強度実験である可能性を示唆するものである。

4. まとめ

本実験はサンゴ礫混じり土のサンプリング時に供試体を受ける応力履歴を三軸圧力室内に再現することにより、試料の乱れの修正を行う変則 UU 試験とその他の試験を行った。その結果、サンゴ礫混じり土に対しては変則 UU 試験の方が吸水後の再圧密の効果で土粒子の配列の乱れがリセットされることから従来の UU 試験よりも厳密に強度評価ができると考えられる。

<参考文献>1) 沖縄総合事務局開発建設部 港湾計画課設計班 松崎：サンゴ礫混じり土の土質特性に関する一考察，1990。

2) 最上武雄編著：土木学会監修 土質力学，技報堂，pp. 562-575，1969。

3) 井上昌幸，渡辺文利：サンゴ混じり粘性土の土質特性について，第17回土質工学研究発表会，1982。