

正規圧密粘土の一面せん断試験における周面摩擦と応力曲線

Side Friction and Vector Curve of Direct Shear Box Test on Normally Consolidated Clay

○古谷保
FURUYA Tamotsu

1. はじめに

垂直荷重計を反力側に取り付けた一面せん断試験機^{1),2)} (図1、以下、「反力型」)により、ダイラタンシーが負の供試体の試験を行った場合、周面摩擦特性が異なる現象が見られ、これは粘土の粒子間結合力の違いによると推定されている^{2),3)}。この問題について検討するため、二種類の市販カオリン HA 粘土について、定圧と定体積一面せん断試験の結果を比較し周面摩擦特性の違いと応力曲線の特徴について考察した。供試体の作成は、スラリー試料をせん断箱に直接流し込んで圧密した。また、過去に行った川崎粘土と奈良尾地すべり粘土 (残留強度) についても、図2に示した型の試験機 (以下、「補正型」) による試験結果も併せて比較し、考察を行った。

2. 二種類の市販カオリン HA 粘土の試験結果

先に報告した正規圧密カオリン粘土 ($W_L=41.3\%$ 、 $I_p=16.8$; 以下、カオリン A) に関する「反力型」による試験^{2),3)}では、反力側せん断箱に周面摩擦が作用するため、せん断面の垂直応力は載荷側と反力側の平均値に近いことを示した。

今回、塑性指数の異なるカオリン ($W_L=47.2\%$ 、 $I_p=22.6$; 以下、カオリン B) について定圧と定体積試験を行い比較したところ、周面摩擦のほとんど無い定体積試験の結果が反力側垂直応力で整理した定圧試験と一致した (図3)。これは、せん断面が分離しやすいため反力側せん断箱の周面摩擦が作用せず、せん断面の垂直応力が反力側荷重計で測定された値に等しくなるためと考えられる²⁾ (図4)。

カオリン A とカオリン B の定圧試験の応力曲線 (せん断歪の増加に伴うせん断面積を補正して表示した) を比較すると図5のようになる。カオリン A では、最大強度発揮後もせん断応力が増加し (垂直応力も増加する) 周面摩擦が小さくならない (I型応力曲線) のに対し、カオリン B では最大強度発揮後はせん断応力が増加せず (垂直応力は増加する)、急速に周面摩擦が小さくなっている (II型応力曲線)。

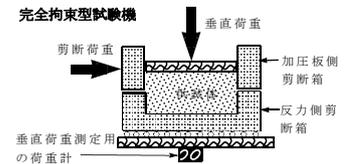


図1 反力受け側に垂直力測定用の荷重計を取り付けた試験機 (反力計測型一面剪断試験機、「反力型」、上下逆に表示)

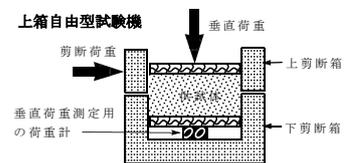


図2 供試体下部に垂直力測定用の荷重計を取り付けた試験機 (垂直荷重補正型一面剪断試験機、「補正型」)

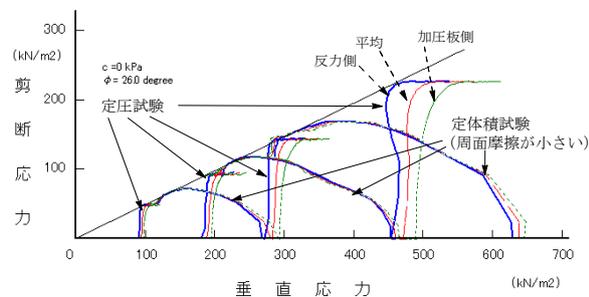


図3 カオリン B の定圧・定体積試験の比較 (反力側垂直応力で一致する。図5のII型応力曲線)

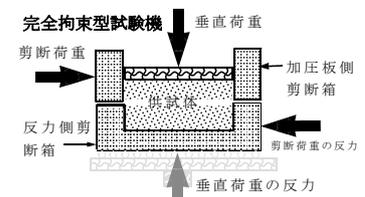


図4 せん断面で分離した供試体の一面せん断試験、「反力型」。(剪断面の垂直応力 = 垂直荷重 - 加圧板側剪断箱の周面摩擦 = 垂直荷重の反力)

カオリン A と B について、豊浦砂 1 カオリン 2 の割合で混合した試料について定圧と定体積試験を行った結果を図 6、7 に示す。豊浦砂とカオリン A の混合供試体の定圧試験においては、反力側垂直応力による強度が周面摩擦のない定体積試験の結果と一致し、粒子間結合力が弱くなっていると思われる、応力曲線も II 型に近づいている (図 6)。カオリン B はもともと II 型応力曲線であり、この混合供試体の場合はカオリン A の結果より、さらに II 型応力曲線に近い (図 7)。

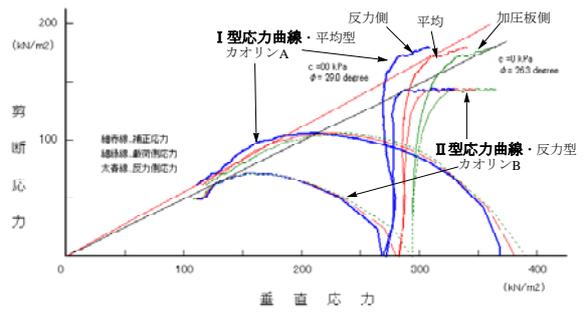


図 5 二種類のカオリン HA 粘土の応力曲線の比較

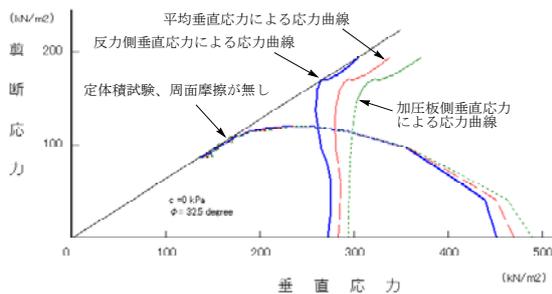


図 6 カオリン A (ToA1+Ka2) の定圧・定体積試験の比較

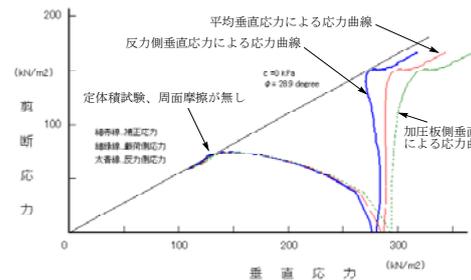


図 7 カオリン B (ToB1+Ka2) の定圧・定体積試験の比較

3. 川崎粘土についての検討

この粘土は、自然に存在する粘土として、I 型応力曲線の特徴を示す例である。せん断面の垂直応力は載荷側と反力側の平均値に近いと思われる。この値は、三軸試験の結果及び「補正型」による試験結果と一致する。

4. 奈良尾地すべり粘土の残留強度

残留状態では供試体がせん断面ではほぼ明確に分離するため、「反力型」による試験では、せん断面の垂直応力は反力側荷重計で測定された値に近い。奈良尾地すべり粘土の測定例では、安全率 1.0 を与える強度と一致し、また「補正型」による残留強度⁴⁾にも近い結果を示している (図 9)。

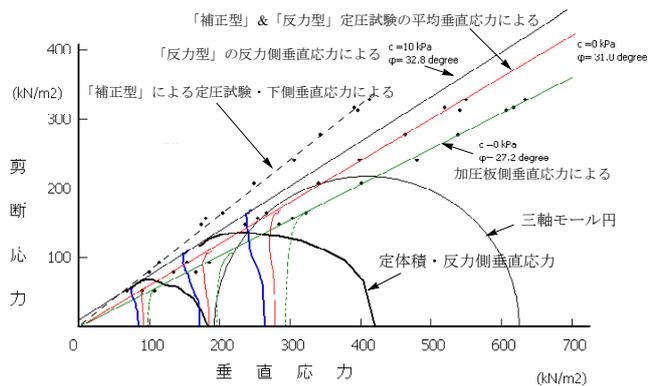


図 8 川崎粘土の一面せん断試験 (A型とB型、及び三軸試験の比較、図 5 の I 型応力曲線。平均垂直応力で一致する)

参考文献

- 1) 古谷保 (1980) : 農土試技報, C20, p.17 ~ 44
- 2) 古谷保・他 (2007) : 農工研技報、第 206 号、p.25-41
- 3) 古谷保・他 (2008) : 農工研技報、第 207 号、p.81-91
- 4) 古谷保 (1981) : 農土誌技報、C22, P.41 ~ 52

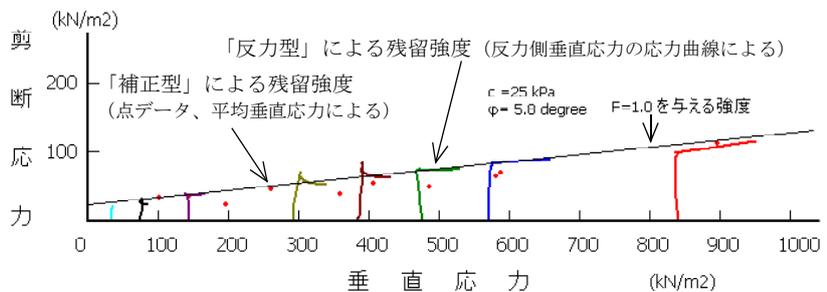


図 9 奈良尾地すべり粘土の残留強度の比較と安全率 1.0 を与える強度 (「反力型」は反力側垂直応力、供試体直径 15cm。「補正型」は平均垂直応力、供試体直径 5cm。)