

# DEVELOPMENT OF IN-SITU SHEAR APPARATUS (原位置せん断試験装置の開発)

地盤工学研究室 Chad Alexander V. Carretas  
指導教官 豊田浩史

## 1. はじめに

原位置で強度定数が直接計測できれば、より地盤の自然な状態を反映した適切な設計を行うことができる。そのためには原位置で直接、せん断試験を行う必要がある。そこでボーリング孔の孔底を利用し、簡易で直接、せん断強度を測定できる方法を検討した。本研究では孔底でせん断試験を行う方法に着目し、孔内ねじりせん断試験機 (BTST Apparatus) を開発した。孔底でせん断試験を行うための条件を、室内試験(一面せん断試験とリングせん断試験)の結果と比較することにより BTST のせん断機構について検討した。供試体には力学特性の明らかな乾燥豊浦砂およびカオリン粘土を用いた。

## 2. 供試体

豊浦砂は、内径 100mm のモールド内で、振動締固めにより密度大・中・小の3種類に調整し、それぞれ定圧と定体積せん断試験を行った。カオリン粘土の場合は、含水比 100%のスラリーを脱気して、ペロフラム シリンダーに入れ、所定の鉛直圧で予圧密をした。過圧密比を調整するため、試験を開始する前は、所定の鉛直圧で一次圧密を行い、数時間たった後 100KPa まで除荷して、せん断を開始しました。

## 3. 豊浦砂

### 3.1 試験概要

用いたせん断機構は、中空型と、全面が

せん断刃で円周部に拘束リングを付けたものをそれぞれ Type A、Type B とする。

### 3.2 結果

図 1 は豊浦砂の定体積試験の結果である。Type A の場合、ピーク強度  $\sigma_p$  が低く、残留強度に関しては、ピーク強度の半分まで大きな減少を示している。ピーク強度に関しては、拘束リングをつけることにより、Type B では適当な値まで上昇した。また、ピークから残留強度までの強度の減少量も小さくなった。これらの特徴を一面せん断試験からの結果と比較すると、ピーク強度が大きく、残留強度までの減少が少ない Type B の場合がよく一致していると判断できる。一方、定体積試験の場合図 2 に示すように、Type A の応力経路は、破壊線に沿うダイレーションの特徴が見られなかった。そこで拘束リングを取り付けることで、図 3 のように、Type B では密度による経路の違いが確認でき、破壊線からずれるような挙動がなくなり、ダイレーションもはっきり捉えられるようになった。これらの特徴を図 4 に示すリングせん断試験からの応力経路に比較すると、定体積試験でも、Type B の方が室内試験と類似した結果が得られることが分かった。

## 4. カオリン粘土

### 4.1 試験概要

カオリン粘土では、中空型のせん断機構を用い、定圧試験では 3 つの加圧密比 (OCR

= 6、4、2) と正規圧密の計 4 つの場合で試験を行った。定体積試験では OCR=6、3、1 に調整し試験を行った。

## 4.2 結果

図 5 と図 6 はカオリン粘土を用いた定圧試験の結果である。図 5 は横軸にせん断変位、縦軸にせん断応力をとったもので、図 6 は横軸にせん断変位、縦軸を逆さにし鉛直変位をとったものである。図 5 に示すように、OCR=1 のときは、最大せん断強度はなく、変位が増加するにつれ応力が徐々にあがって最後は残留強度に落ち着くことが見られる。OCR=2 の場合も、同じような挙動が見られる。OCR=4 と OCR=6 では、ピーク強度は出ており、また全体を見ると、過圧密比の大きさに関係なく、一定の残留強度に落ちていくという粘性土の特徴が見られる。図 7 はリングせん断試験で、図 8 は BTST でのそれぞれで定体積試験を行ったときの応力経路である。図 8 を見ると、OCR=1

のとき、せん断中せん断応力が増加すると、鉛直応力が減少する一方である。これは粘土が軟らかかったため、せん断刃がどんどん供試体の中へともぐっていた。OCR=3 では、少し粘土が固くなったため同じような強度が見られない。そして OCR=6 の場合はせん断応力の増加に伴い、鉛直応力も少しずつ増加し、破壊線に至った。3 種類の場合とも過圧密粘土の特徴を良く表している。

## 5. 図表

### 5.1 豊浦砂

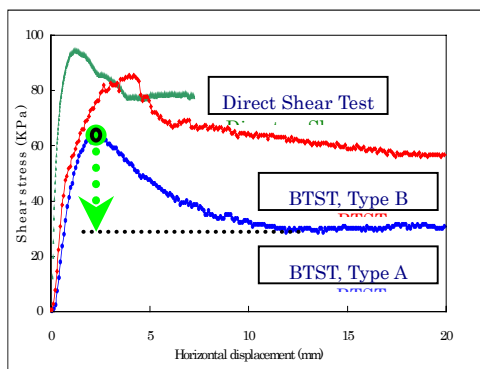


図 1：一面せん断試験と BTST での定圧試験の比較

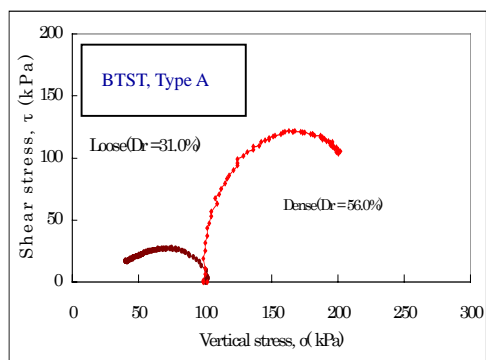


図 2：BTST での応力経路(Type A)

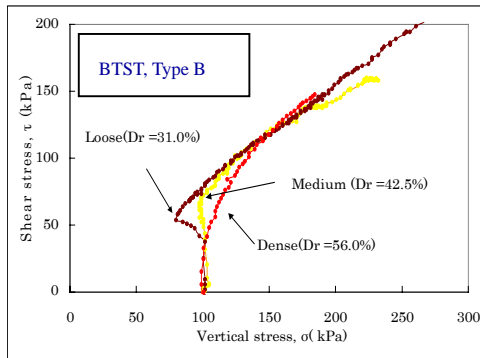


図 3 : BTST での応力経路(Type B)

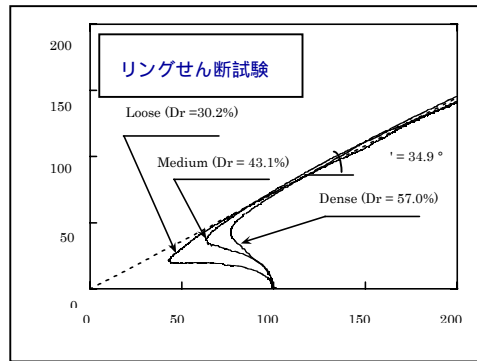


図 4 : リングせん断試験での応力経路

## 5.2 カオリン粘土

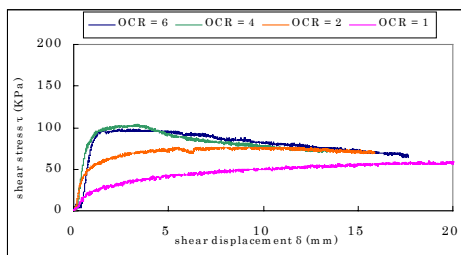


図 5 : せん断変位 せん断応力関係図(BTST、定圧試験)

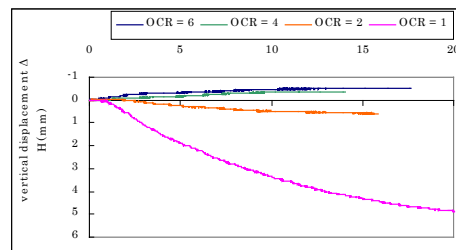


図 6 : せん断変位 鉛直変位関係図(BTST、定圧試験)

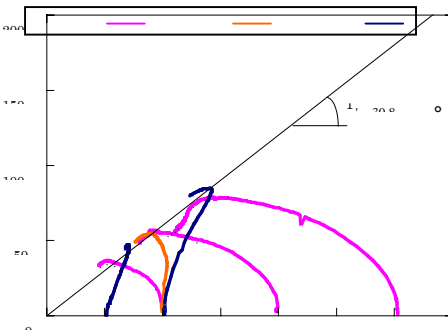


図 7 : リングせん断試験での応力経路(定体積試験)

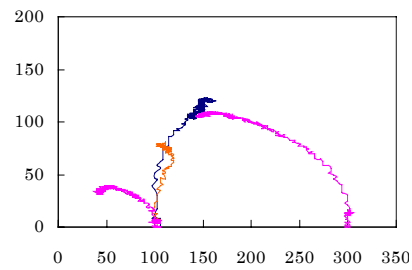


図 8 : BTST での応力経路(定体積試験)

## 参考文献

- 1) 酒井直樹、豊田浩史、島内哲哉、中村公一、原位置孔内ねじりせん断試験機の開発その 1、第 20 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会、2002。
- 2) 酒井直樹、豊田浩史、島内哲哉、中村公一、原位置孔内ねじりせん断試験機の開発その 2、第 20 回土木学会関東支部新潟会研究調査発表会、2002。