

# 有明粘土(横島試料)の Hvorslev の強度定数と非可逆比

## Hvorslev's strength parameters and irreversibility ratios of Ariake clay (Yokoshima sample)

福井克典\* 東 孝寛\*\* 大坪政美\*\* 金山素平\*\* 古田良幸\*\*\* 平 尚矩\*

Fukui Katsunori, Higashi Takahiro, Ohtsubo Masami, Kanayama Motohei, Furuta Yoshiyuki and Taira Hisanori

**はじめに** 有明海沿岸域には、“有明粘土”と呼ばれる軟弱な沖積粘土層が厚く堆積している。これまで、有明海東岸域に分布する有明粘土の過圧密領域における強度特性について、詳細に検討した研究は比較的少ない。そこで、本研究では、熊本県菊池川河口近くの横島干拓堤防直下からシンウォールサンプリングした不攪乱有明粘土試料の過圧密領域における強度特性について、圧密定体積(CU)および圧密・膨張定体積(CUS)一面せん断試験結果をもとに検討した。

**試料土の性質と実験方法** 実験に使用した試料土(YO 試料と呼ぶ)の採取深さは 11.00~20.80m(標高 EL. - 6.50m ~ - 16.30m)である。試料採取地点の土質詳細図を Fig.1 に示す。試料土の自然含水比  $w_n$  は 45~105%の範囲にあり、堤体荷重による圧密を受けているため液性限界  $w_L$  とほぼ同じ値をとっている。湿潤密度  $\rho_t$  は  $1.45 \sim 1.75 \text{ g/cm}^3$  の範囲にある。EL.-6.30~-9.00m の範囲においては、深くなるにつれて試料土の砂分は急減し、粘土分は急増している。EL.-10.50m 以深では、砂分はほぼ 5%以内であり、粘土分は 40~65%の範囲で深くなるにつれて概ね増加する傾向にある。

実験は、改良型一面せん断試験機による圧密定体積(CU)および圧密・膨張定体積(CUS)一面せん断試験である。供試体は直径 6cm, 高さ 2cm の直円柱形であり、せん断変位速度は約 0.2mm/min とした。CU 試験では、圧密圧力  $\sigma'_v$  は有効土被り圧および 49, 98, 196, 294, 392, 490kN/m<sup>2</sup> を基本とし、CUS 試験では、圧密圧力  $\sigma'_v$  を 392kN/m<sup>2</sup> とし、過圧密比 OCR が 2, 4, 8, 16 になるように、除荷後の垂直応力  $\sigma'_p$  を設定した。

**実験結果および考察** 横島(YO)試料の正規圧密領域におけるせん断強度  $\sigma'_f$  と破壊時の有効垂直応力  $\sigma'_v$  の関係は原点を通る直線となったので、Hvorslev の破壊規準を適用した(東ら, 1988)。Fig.2 に一例として YO-8 試料の  $\sigma'_f / \sigma'_v$ 、 $\sigma'_f / \sigma'_v$  関係( $\sigma'_v$ : 等価圧密圧力)を示す。 $\sigma'_f / \sigma'_v$ 、 $\sigma'_f / \sigma'_v$  関係は直線となり、その切片として粘着力係数  $c$ 、傾斜角として有効摩擦角  $\phi_e$  が求まる。このようにして求めた YO 試料の  $c$ 、 $\phi_e$  はそれぞれ 0.12~0.17, 12~20° の範囲にあった。

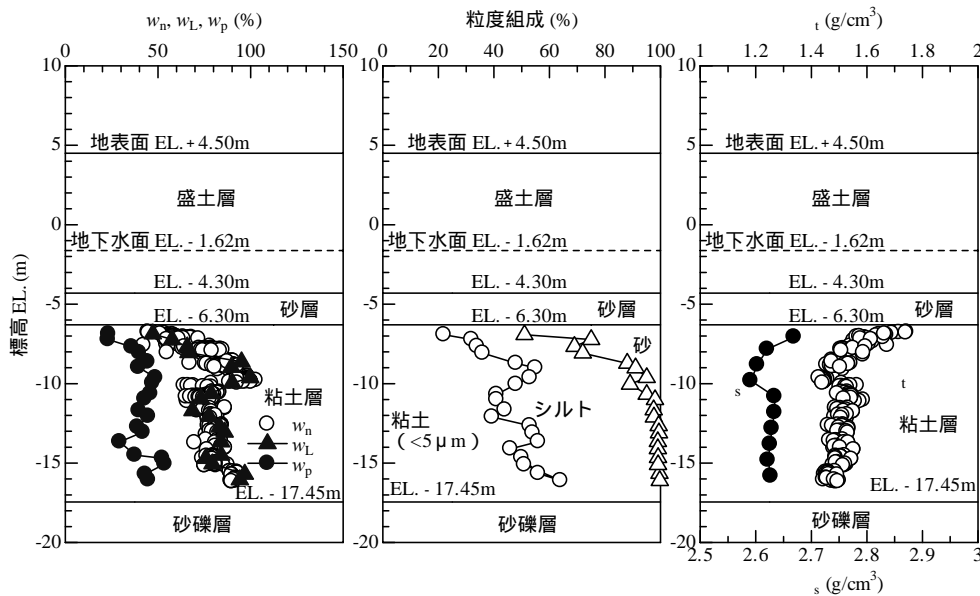


Fig.1 YO 試料採取地点の土質詳細図 (標高 EL. - 6.50 ~ - 16.30m)

Profile of soil properties in EL. -6.50 ~ -16.30m at the sampling site of the sample YO

\*九州大学生物資源環境科学府(Graduate School of Bioenvironmental Sciences, Kyushu University)

\*\*九州大学大学院農学研究院(Faculty of Agriculture, Kyushu University) \*\*\*太陽コンサルタンツ(株)(Taiyo Consultants Co.,Ltd.)

キーワード: 有明粘土, Hvorslev の強度定数, 非可逆比, 圧密・膨張, 定体積一面せん断試験

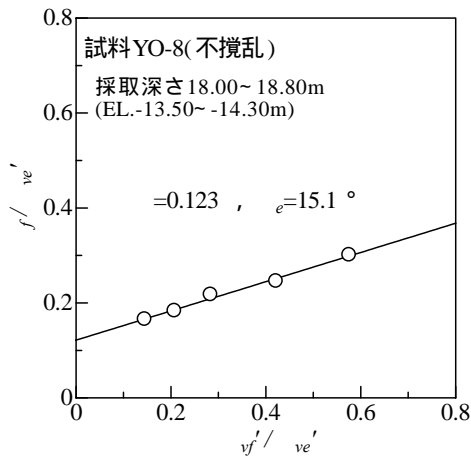


Fig.2 試料YO-8の  $f'/ve'$  -  $v_f'/ve'$  関係  
Relation between  $f'/ve'$  and  $v_f'/ve'$  for the sample YO-8

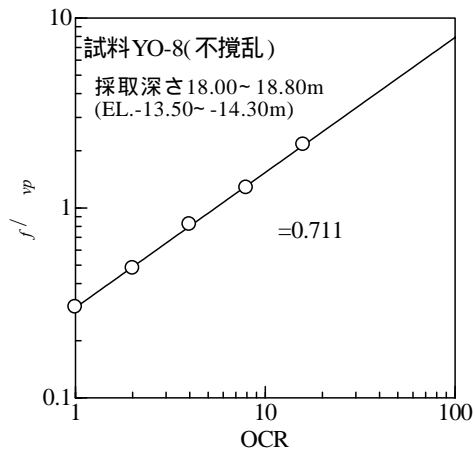


Fig.3 試料YO-8の  $f'/vp'$  - OCR 関係  
Relation between  $f'/vp'$  and OCR for the sample YO-8

圧密後，除荷し，十分に吸水膨張させた粘土の  $f'$  と  $vp'$  の比  $f'/vp'$  と，過圧密比 OCR の関係は，非可逆比を用いて次式で表される(Mitachi and Kitago, 1976) .

$$\frac{\tau_f}{\sigma_{vp}'} = \left( \frac{\tau_f}{\sigma_{vp}'} \right)_{OCR=1} \cdot OCR^{-A} \dots (1)$$

Fig.3 は，一例として，YO-8 試料の  $f'/vp'$  - OCR 関係を両対数紙上に示した図である．両者の関係は直線となり，この直線の傾きとして が求まる 横島試料のは，0.64~0.76 の範囲であった．

Fig.4 に横島(YO)試料および他の有明粘土試料(高山ら, 1986; 東・高山, 1989; 東・岡本, 2001; 東ら, 2005) の Hvorslev の強度定数  $c_u$  , 非可逆比  $\alpha$  と塑性指数  $I_p$  の関係を示す．他の有明粘土試料と同様に，YO 試料の  $c_u$  と  $I_p$  の間にも明瞭な相関は認められない．YO 試料の  $\alpha$  は砂分が多い諸富試料や筑後川試料より大きく，粘土分が多い六角川試料や諫早湾試料よりわずかに小さい．一方， $c_u$  は諸富試料や筑後川試料より小さく，六角川試料や諫早湾試料より大きい．このように，有明粘土の Hvorslev の強度定数の大小関係は，粒度組成の違いにより特徴付けられる．また，YO 試料の非可逆比  $\alpha$  の値は一般的な有明粘土の範囲(0.6~0.8)であり，他の有明粘土試料と同様に  $I_p$  との相関はなく， $c_u$  ,  $\alpha$  のように粒度組成による明瞭な差異は認められない．

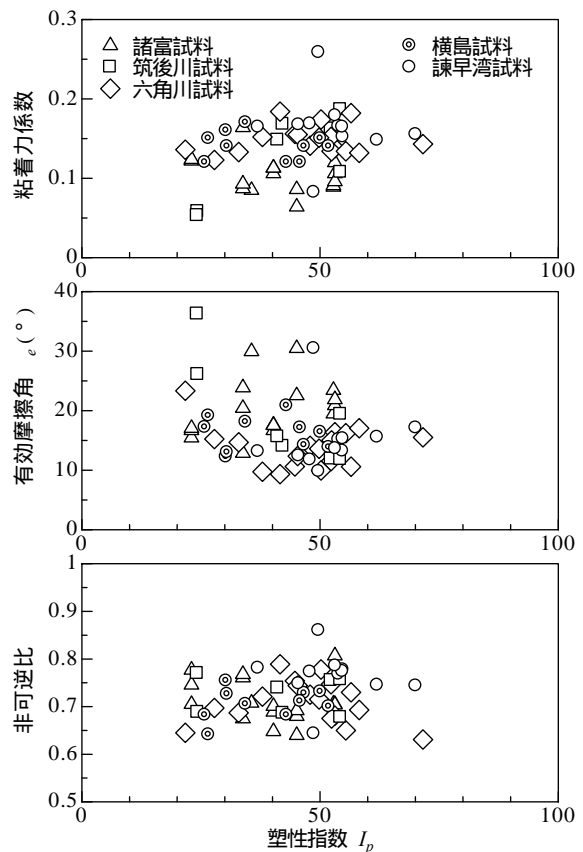


Fig.4 有明粘土の  $c_u$  -  $I_p$  ,  $\alpha$  -  $I_p$  ,  $\alpha$  -  $c_u$  関係  
 $c_u$  ,  $\alpha$  -  $I_p$  and  $\alpha$  -  $c_u$  relations for Ariake clays

**まとめ** 有明海東岸域の横島干拓堤防直下から採取した有明粘土の過圧密領域における強度特性について，一面せん断試験結果をもとに検討した．その結果，横島試料を含めた有明粘土の Hvorslev の強度定数  $c_u$  ,  $\alpha$  の大小関係は，粒度組成の違いによって特徴付けられること，および非可逆比  $\alpha$  は塑性指数  $I_p$  の値に関係なく，0.6~0.8 の範囲にあることが分かった．最後に，本研究は，平成 17 年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)，課題番号 15582015)の補助を受けました．付記して謝意を表します．

**引用文献** 高山昌照, 藤川武信, 岡部篤信, 東 孝寛(1986): 農業土木学会論文集, 第121号, 47-56. 東 孝寛, 高山昌照, 國武昌人(1988): 農業土木学会論文集, 第138号, 53-62. 東 孝寛, 高山昌照(1989): 第70回農業土木学会九州支部講演集, 157-160. 東 孝寛, 岡本大樹(2001): 有明粘土の Hvorslev の強度定数と非可逆比, 第82回農業土木学会九州支部講演集, 209-210. 東 孝寛, 大坪政美, 金山素平(2005): 第86回農業土木学会九州支部講演集, 312~313. Mitachi, T. and Kitago, S. (1976): *Soils and Foundations*, Vol.16, No.1, 45-58.