

定ひずみ速度載荷による有明粘土の圧密

Consolidation of Ariake Clays using constant rate of strain loading

美谷 珠美江* 東 孝寛** 大坪 政美** 肥山 浩樹** 金山 素平**

Mitani Sumie, Higashi Takahiro, Ohtsubo Masami, Hiyama Hiroki and Kanayama Motohei.

1. はじめに 定ひずみ速度載荷による圧密試験は、通常用いられている段階載荷による圧密試験と比較して、試験時間が短縮可能、連続的なデータが取得可能、適用土質範囲が広いなどの長所を有している。しかし、一方では、二次圧密に関する情報の欠如、ひずみ速度の違いによる影響などの短所が指摘されている。本研究においては、シンウォールサンプリングした不攪乱有明粘土試料についての定ひずみ速度載荷と段階載荷による圧密試験を行い、両試験から求まる圧密諸定数の比較、およびひずみ速度が試験結果に及ぼす影響についての検討を行っている。

2. 試料と試験方法 試験に用いた試料土は、有明海西岸域の諫早湾中央部(長崎県諫早市小野島地先)で採取された諫早湾試料(A 試料)、東岸域の筑後川河口近く(福岡県柳川市昭代干拓地先)で採取された筑後川試料(CH 試料)、菊池川河口近く(熊本県玉名郡横島町横島干拓地先)で採取された横島試料(YO 試料)である。採取深さは、A 試料で 22.7m(標高 EL. 25.05m)、CH 試料で 0.7, 1.8, 5.8, 7.6m(EL. 1.01, 2.11, 6.11, 7.91m)、YO 試料で 3.5~9.5m(EL. 5.12~ 11.12m)である。A, CH, YO 試料の湿潤密度 ρ_s は、それぞれ 1.46~1.53, 1.32~1.68, 1.31~1.56 g/cm³、自然含水比 w_n はそれぞれ 62.0~81.9, 36.2~149.9, 66.9~131.9%の範囲にあり、各試料の w_n は液性限界 w_L より高い。粘土分含有量は、A 試料で 49%、CH 試料で 19~43%、YO 試料で 38~53%である。A, CH 試料は、それぞれ採取深さがほぼ同じでも YO 試料に比べて初期状態の違いが大きい。

定ひずみ速度載荷による圧密試験は、JIS A 1227 に準拠して行った。試験に際しては、供試体(直径 6cm, 高さ 2cm)と加圧板を密着させた後、圧密容器内を脱気水で満たし、背圧 98kN/m² を作用させた。圧密は、片面排水条件、一定のひずみ速度(0.01~0.5%/min)の下で行った。そして、軸圧縮圧力が所定の圧密圧力 1254kN/m² に相当する値に達した時点、もしくは圧縮ひずみが 45%を超えたか間隙水圧が 490kN/m² に達した時点を試験終了とした。また、段階載荷による圧密試験は、JIS A 1217 に準拠して行った。

3. 試験結果および考察 Fig.1 は、YO-7 試料(採取深さ 7.6m)の圧縮曲線($e - \log p$ 曲線)である。初期状態(初期間隙比 e_0)がほぼ同じであれば、ひずみ速度が大きいほど圧縮曲線は右側にシフトし、圧密降伏応力 p_c は大きくなっている。初期状態がほぼ同じ場合の定ひずみ速度載荷と段階載荷による圧密試験の圧縮曲線を比較すると、定ひずみ速度載荷による圧縮曲線の方が右側に位置し、圧密降伏応力 p_c は大である。また、初期状態がほぼ同じであれば、圧縮指数 C_c はひずみ速度や載荷方法に関係なくほぼ一致している。これらの傾向は他の大半の試料で認められた。

Fig.2 は、YO-3, 5, 7 試料(採取深さがそれぞれ 3.5, 5.4, 7.6m である)の初期状態がほぼ等しい場合の圧密降伏応力比 $p_{c,CRS} / p_{c,std}$ とひずみ速度の関係である。ただし、 $p_{c,CRS}$, $p_{c,std}$ は、それぞれ定ひずみ速度載荷、段階載荷による圧密試験から求まる圧密降伏応力である。圧密降伏応力比とひずみ速度の対数値との間に直線関係が成り立つとすると、 $p_{c,CRS}$ と $p_{c,std}$ が等しくなる($p_{c,CRS} / p_{c,std} = 1$)ときのひずみ速度は、塑性指数 I_p が大きいほど小さくなっている。有明粘土に対して、JIS A 1227 に示されているひずみ速度の参考値が適切であるかどうかについては、今後実験データを追加し、検討していく予定である。

Fig.3 は、YO-7 試料の体積圧縮係数 m_v と平均圧密圧力 \bar{p} の関係である。初期状態(初期間隙比 $e_0=2.56 \sim 2.71$)やひずみ速度、載荷方法の違いにかかわらず、正規圧密領域における $\log m_v - \log \bar{p}$

* 九州大学大学院生物資源環境科学府(Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University)

**九州大学大学院農学研究院(Faculty of Agriculture, Kyushu University)

キーワード: 有明粘土, 圧密試験, 定ひずみ速度載荷, 段階載荷, 圧密降伏応力, 体積圧縮係数, 圧密係数

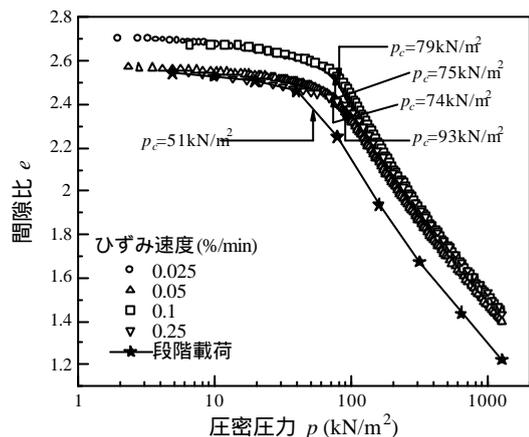


Fig.1 YO-7試料の圧縮曲線 (e - $\log p$ 曲線)
Compression curves (e - $\log p$ curves)
of the sample YO-7

関係はほぼ一致し、直線で表すことができる。このような $\log m_v - \log \bar{p}$ 関係の特徴は、他の大半の試料でも認められた。

Fig.4 は YO-7 試料の圧密係数 c_v と平均圧密圧力 \bar{p} の関係である。ひずみ速度 0.1, 0.25%/min の場合、圧密降伏応力付近で大きい圧密係数 c_v の値が得られている。これは、間隙水圧を精度よく測定できなかったためと考えられる。YO-7 試料の場合、初期状態がほぼ同じであるときの正規圧密領域における c_v は、ひずみ速度が大きいほうが大となっている。しかし、この傾向は他の試料では見られなかった。また、定ひずみ速度載荷と段階載荷の場合の $\log c_v - \log \bar{p}$ 関係はほぼ一致し、 c_v の対数值は、 \bar{p} の対数值に対してほぼ直線的に増加している。 $\log c_v - \log \bar{p}$ 関係のこのような特徴は、他の大半の試料でも認められた。

4. まとめ 本研究から明らかになった主な結果は、以下の通りである。定ひずみ速度載荷による圧密試験の場合、試料の初期状態がほぼ同じであれば、圧密降伏応力 p_c はひずみ速度が大きいほど大となり、本研究で採用したひずみ速度の範囲では、段階載荷による圧密試験より大きくなった。一方、圧縮指数 C_c には、載荷方法やひずみ速度の違いによる影響は認められなかった。また、初期状態が大きく違わなければ、両圧密試験から求まる正規圧密領域における体積圧縮係数 m_v 、圧密係数 c_v と平均圧密圧力 \bar{p} の関係はそれぞれほぼ一致し、ひずみ速度の違いによる影響は見られなかった。

最後に、本研究は、平成 14 年度科学研究費補助金(基盤研究(C)(2) 課題番号 13660245)の補助を受けました。付記して謝意を表します。

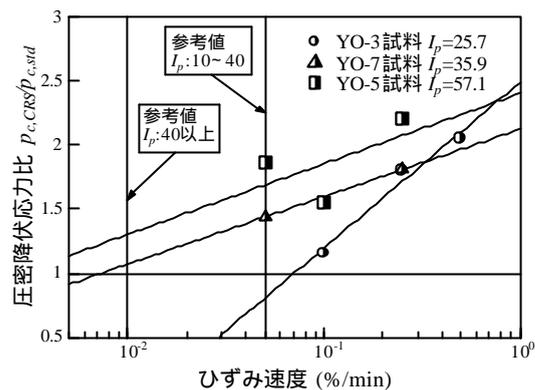


Fig.2 YO-3.5.7 試料の圧密降伏応力比とひずみ速度の関係
Relations between consolidation yield stress ratio and strain rate for the samples YO-3,5,7

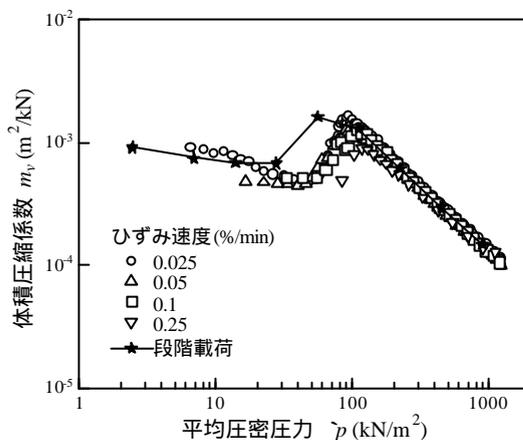


Fig.3 YO-7 試料の体積圧縮係数と平均圧密圧力
の関係
Relations between coefficient of volume compressibility and mean consolidation stress for the sample YO-7

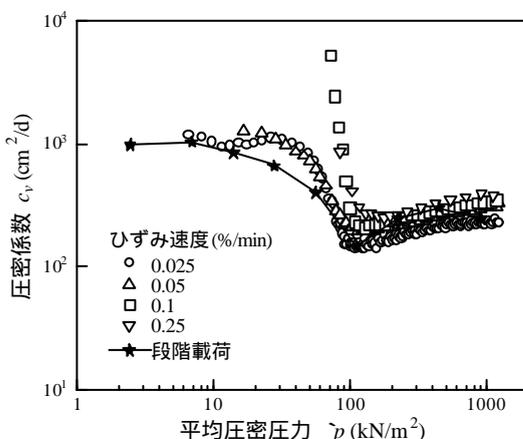


Fig.4 YO-7 試料の圧密係数と平均圧密圧力
の関係
Relations between coefficient of consolidation and mean consolidation stress for the sample YO-7