

潮の干満を想定した飽和粘土の圧密挙動に関する基礎的研究

山口大学院 学生会員 ○ 大石雄也 正会員 松田博
正会員 石蔵良平 学生会員 丸山八大

1. はじめに

我が国では都市機能が狭い平野部に集中している．そのため軟弱地盤上に盛土や構造物を建設する際に残留沈下や不等沈下などに対する正確な沈下予測と適切な対策が重要である．また，沿岸部分に面した地盤においては，潮の干満により地盤内の間隙水圧が常に一定ではなく，そのため地盤内の有効応力が変動する．そこで本研究では，潮の干満の影響を考慮した圧密を行うべく層別計測型圧密試験機（以降STCと表記）用いて実験を行い，繰返し荷重下での粘性土の圧密挙動について検討を行った．

2. 実験方法

実験において東京湾粘土を用いた．試料の物理特性を表-1に示す．載荷は，各分割層を片面排水として圧密圧力 $\sigma_0/2=39.2\text{kPa}$ ， $\sigma_0=78.4\text{kPa}$ で二段階予圧密を行った．予圧密時間は間隙水圧がほぼ 100%となるまでとした．その後供試体を直列に連結して層全体で片面排水とし，所定の方法で除荷し本載荷を行った．まず載荷過程として $\sigma_f=156.8\text{kPa}$ を 200 分間載荷し，その後除荷過程として $\sigma(=\sigma_f-\Delta\sigma)$ を 200 分間除荷した．これをそれぞれ 10 回ずつ繰返し，計 4000 分に達した後 σ_f を 2000 分間載荷し，さらに σ を 200 分間載荷した．そして σ_f を 2000 分間載荷するという載荷パターンで実験を行った．最後の 200 分間の除荷過程は，一次圧密終了後に除荷を行った時の挙動をみる為である．表-2 および図-1 に載荷条件および載荷方法を示す．

3. 実験結果

図-2 に TEST No.I における粘土層内間の過剰間隙水圧の経時変化を示す．図に示されるように時間の経過とともに排水層側と非排水層側の $u/\Delta\sigma$ の変化が一定値に収束している．載荷直後の過剰間隙水圧の最大値は，繰返し回数が増加しても同程度の値となっているが，除荷直後の負の過剰間隙水圧の最大値は繰返し回数の増加とともに増加する傾向を示した．

図-3 は，各試験条件における平均過剰間隙水圧 $u/\Delta\sigma$ の経時変化を示す．時間の経過とともに各条件いずれも $u/\Delta\sigma$ は 0 に収束する傾向を示す．また，解析結果は実験結果における間隙水圧の傾向を比較的良好に表現できている．

図-4 は TEST No.I における各層の沈下ひずみの経時変化を示す．図に示すように非排水層側の方が初回の除荷以降の沈下

表-1 試料の物理的性質

Sample	Clay	Silt	Sand	$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	$w_L(\%)$	C_c
Tokyo Bay Clay	38%	26%	36%	2.78	66.6	0.46

表-2 載荷方法及び諸条件

TEST No	Sample	$\sigma_0(\text{kPa})$	$\sigma_f(\text{kPa})$	$\Delta\sigma(\text{kPa})$	$\sigma(\text{kPa})$	H(cm)
I	Tokyo Bay Clay	78.4	156.8	78.4	78.4	10
II				39.2	117.6	
III				19.6	137.2	

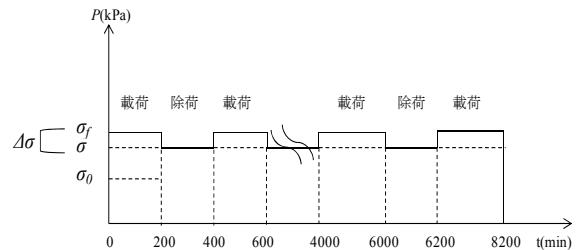


図-1 試験模式図

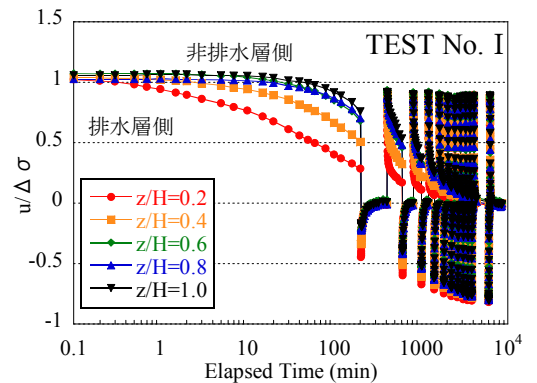


図-2 間隙水圧の経時変化(I)

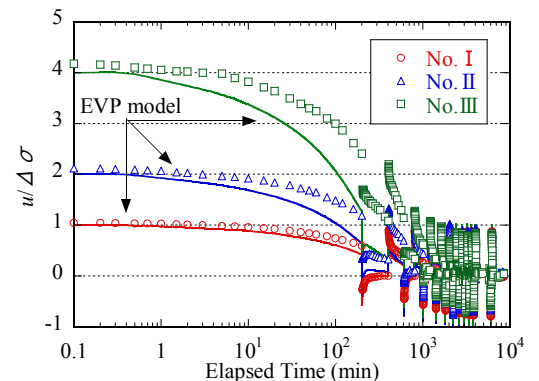


図-3 平均過剰間隙水圧の経時変化

ひずみが大きく発生し、時間経過とともに排水層側の沈下ひずみに近づく傾向を示した。

図-5は各実験条件での平均沈下ひずみの経時変化を示す。図中の $\Delta\sigma=0$ は繰返し載荷・除荷過程を含まずに $\sigma_r=156.8\text{kPa}$ で静的に載荷した結果である、今回実施した実験結果では、繰返し載荷・除荷過程を含む実験結果の方が除荷過程を含まない $\Delta\sigma=0$ における平均沈下ひずみよりも最終沈下ひずみは大きくなる傾向を示した。TEST No.I～IIIを比較すると、除荷荷重 $\Delta\sigma$ が小さな条件の方が、最終沈下ひずみは大きくなる傾向を示した。図中には、 $\Delta\sigma=0$ における沈下ひずみの解析結果およびNo.Iにおける解析結果も併記している。解析結果においても、繰返し載荷・除荷過程を含むNo.Iに対応する解析結果の方が平均沈下ひずみは大きくなる傾向を示した。また、松田・清水¹⁾らの研究でも静的載荷と繰返し載荷による沈下ひずみの違いについて検討が行われており、解析結果を含め、両者の最終沈下ひずみの違いについては今後検討する必要がある。

図-6はTEST No.Iにおける各層の沈下ひずみ速度の経時変化を示す。 $\Delta\sigma$ が大きいとき、再載荷時のひずみ速度は、 $z/H=1.0$ の非排水側より、 $z/H=0.2$ の排水側の方が大きく生じ、各層で経路が異なる傾向を示した。繰返し載荷の後半では、沈下ひずみは収束に向かっており、ひずみ速度も小さくなる傾向を示した。ここで図中の ε_a は実験から得られた二次圧密係数である。

図-7はTEST No.Iにおける平均ひずみ速度の経時変化を示す。図に示すように、解析結果は、実験結果における平均ひずみ速度の傾向も比較的良好に表現できることが確認された。

4. まとめ

今回の結果では、繰返し載荷・除荷過程を含む粘性土の最終沈下ひずみは、静的載荷過程の最終沈下ひずみと比較して大きくなる傾向を示した。既往の研究結果との比較を踏まえ、両者の違いについては今後検討する必要がある。また、EVP（弾粘塑性）モデルを組み入れた差分法による数値解析を用いて、繰返し載荷・除荷過程における粘性土の挙動の再現を試みた。粘性土の載荷・除荷過程においても数値解析手法を用いて、沈下ひずみ、間隙水圧、沈下ひずみ等の結果を実用的な精度で再現できることを確認した。

[参考文献]1) 松田博・清水豊：層別計測にもとづく粘土の繰返し圧密機構に関する基礎的研究, 山口大学工学部研究報告, vol.41(1), pp.41-47, 1990-10

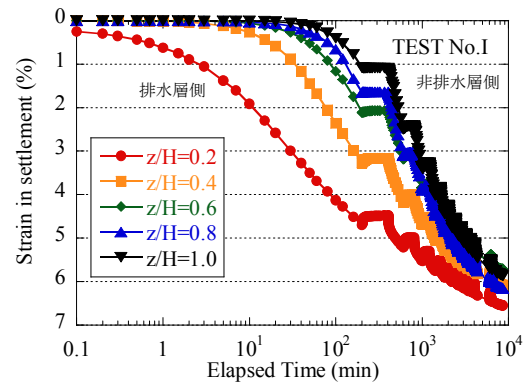


図-4 沈下ひずみの経時変化(I)

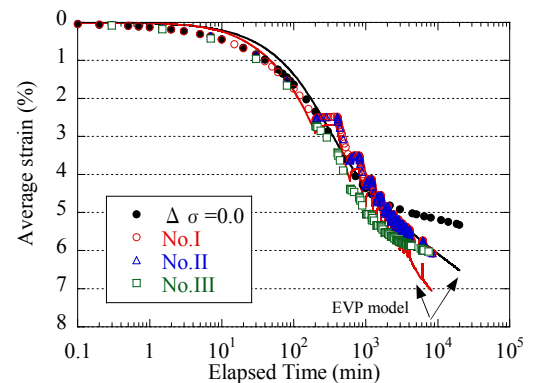


図-5 平均沈下ひずみの経時変化

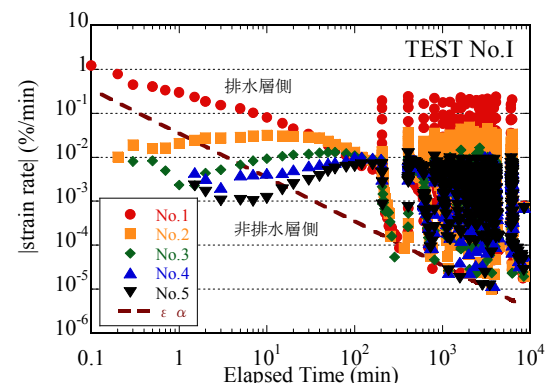


図-6 ひずみ速度の経時変化(I)

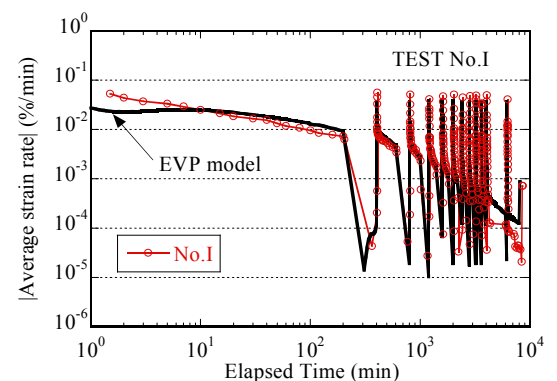


図-7 平均ひずみ速度の経時変化