

飽和粘性土の繰返し圧密挙動に関する基礎的研究

山口大学大学院

学生会員 ○久野祐一郎

正 会 員 松田 博

正 会 員 原 弘行

学生会員 Tran Thi Phuong An

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となる．地盤の圧密沈下には，静的荷重によるものだけでなく，沿岸域に建設されたオイルタンクの貯油量変動や地下水位の季節変動に代表される繰返し荷重を受けるものもある．繰返し荷重を受ける軟弱地盤の圧密挙動には未解明な点も多く，これを明確にすることが望まれる．本研究では，繰返し荷重を受ける飽和粘性土の圧密挙動に着目し，実験的・解析的に検討を行った．実験および解析には，層別計測型圧密試験機，EVP（弾粘塑性）¹⁾モデルを用いた．

2 試験方法

本研究では東京湾粘土を用いた．試料の物理特性を表1に示す．実験は層別計測型圧密試験機を用いて実施した．荷重条件及び荷重方法を表2および図1にそれぞれ示す．まず，各分割層を片面排水として圧密圧力 $\sigma_0/2=39.2\text{kPa}$ ， $\sigma_0=78.4\text{kPa}$ で二段階の予圧密を行った．その後，各層を直列に連結し，全5層で片面排水となるようにして本荷重を行った．荷重過程としてTEST I, IIにおいて， $\sigma_f=156.8\text{kPa}$ を $t_1\text{min}$ 荷重した後， $\sigma_0(\sigma_f-\Delta\sigma)=78.4\text{kPa}$ まで除荷した($t_2\text{min}$)．この荷重・除荷をそれぞれ二回ずつ行った．最後に， σ_f を $t_3=10,000\text{min}$ 荷重した．TEST IIIでは，荷重荷重はそのままに t_1 と t_2 を 430min に設定し，20回の繰返し荷重後，最後に σ_f を $t_3=10,000\text{min}$ 荷重した．また，EVPモデルの解析パラメータを表3に示す．

3 実験結果

図2にTEST I, IIの過剰間隙水圧について各層平均値の経時変化を示す．ここでは実験開始直後から発生する過剰間隙水圧 u を $\Delta\sigma$ で正規化している．いずれも1回目の荷重時に過剰間隙水圧が消散しているため，除荷・再荷重直後において両条件ともほぼ同じ過剰間隙水圧が発生している．再荷重直後に着目すると，除荷直後に発生している負の過剰間隙水圧よりも大きな過剰間隙水圧が発生している．また，解析結果は繰返し荷重時の過剰間隙水圧が実験値よりも大きくなっている．

図3にTEST I, IIにおける沈下ひずみの各層の平均値の経時変化を示す．一次圧密が終了した直後に除荷を開始したTEST Iの沈下量が大きいですが，両試料とも同様な挙動を示した．また，解析結果は初回荷重時の沈下ひず

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 BayClay	38%	26%	36%	2.78	66.6	0.46

表 2 荷重条件

TEST No	Sample	$\sigma_0(\text{kPa})$	$\sigma_f(\text{kPa})$	$\Delta\sigma(\text{kPa})$	$t_1(\text{min})$	$t_2(\text{min})$	$t_3(\text{min})$	H(cm)
I	Tokyo Bay Clay	78.4	156.8	78.4	2300	4300	10000	10
II					4300	4300		
III					430	430		

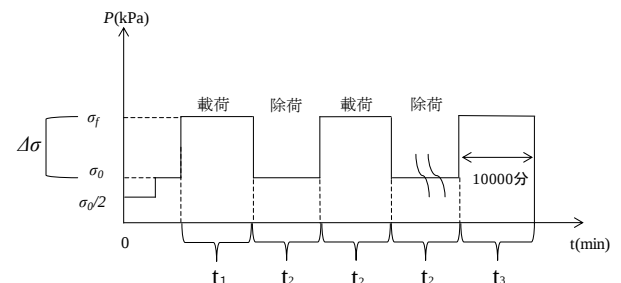


図 1 荷重条件の模式図

表 3 EVP モデルに用いたパラメータ

TEST No	V	κ	λ	ψ	$k(\text{cm/s})$	$t_0(\text{min})$	$H_0(\text{mm})$	$\sigma_0(\text{kPa})$
I	2.39	0.009	0.17	0.011	6.03E-08	1000	92.65	78.4
II	2.37						94.65	
III	2.33	0.018	0.16	0.0086	6.40E-08		93.70	

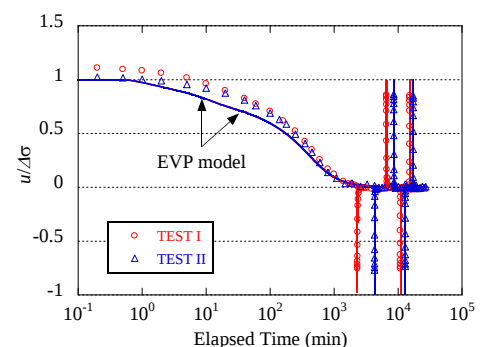


図 2 間隙水圧の経時変化 (I,II)

みを良く表現しているが、繰返し載荷時の沈下ひずみは実験結果よりも大きくなっている。

図4にTEST IIIの繰返し載荷過程における沈下ひずみの経時変化を示す。除荷前の沈下量は排水層に近い供試体程、沈下ひずみが大きくなっている。非排水層側ほど初回の除荷以降では、沈下ひずみが大きくなり、時間の経過とともに排水層距離にかかわらず同程度の値となった。

図5にTEST I～IIIにおける沈下ひずみの各層平均値の経時変化を示す。比較のため、静的圧密試験の結果を図中に示している。いずれの場合も繰返し載荷したケースは静的圧密の場合に比べ、最終的な沈下ひずみが大きくなる傾向を示した。また、繰返し載荷と静的載荷を比較した既往の研究報告^{2) 3)}では、繰返し載荷した場合、静的載荷の場合に比べて沈下量が小さいことが示されているが、今回の実験結果ではそれとは異なる結果が得られた。

図6に各実験条件での繰返し載荷時の沈下ひずみの経時変化を示す。ここで示した沈下ひずみは繰返し載荷過程における除荷直前のひずみの値を示したものである。TEST IIIでは、繰返し回数が少ない領域では沈下ひずみは他の条件に比べて小さい。しかし、繰返し回数とともに他のケースよりも沈下ひずみが大きくなっていることがわかる。本研究では、先述の既往の研究のような正弦的に載荷する方法ではなく、瞬時的に試料に圧力が加わる方法で載荷を行った。そのため、前者と比べて過剰間隙水圧の発生量が大きいことに起因して沈下量も大きくなったものと推察される。

4. まとめ

- 1) 再載荷時における過剰間隙水圧は、除荷直後に発生している負の過剰間隙水圧よりも大きい。
- 2) 二次圧密領域において、沈下ひずみは実験値より解析値の方が大きくなる傾向を示した。
- 3) 二次圧密領域において繰返し載荷を受けた飽和粘性土の最終的な沈下ひずみは、静的圧密のそれよりも大きくなる傾向を示す。

【参考文献】

- 1) 松田博, 清水豊: 山口大学工学部研究報告 41(1), 41-47, 1990-10
- 2) 河野貴穂, 落合英俊, 安福則之: 繰返し圧密における粘土の間隙比の変化量の評価, 九州大学工学集報, 第68巻, 第4号, pp.297-304, 1995
- 3) Yin, J. H. and Graham, J. (1996). Elastic visco-Plastic modeling of one-dimensional consolidation. Geotechnique 46, No. 3, pp 515-517.

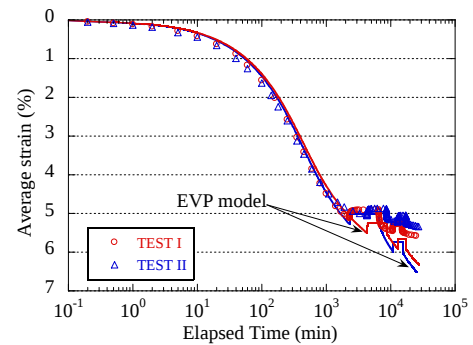


図3 平均沈下ひずみの経時変化 (I,II)

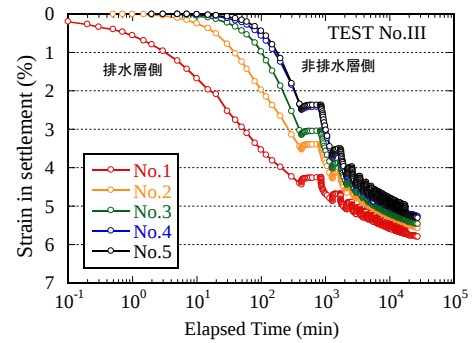


図4 沈下ひずみの経時変化 (III)

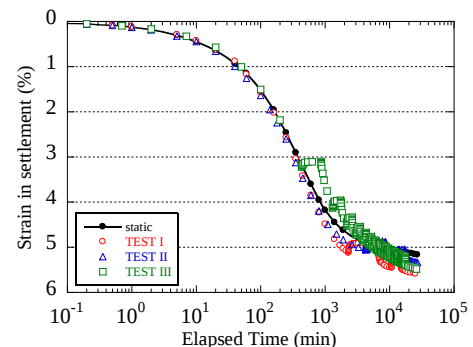


図5 平均沈下ひずみの経時変化

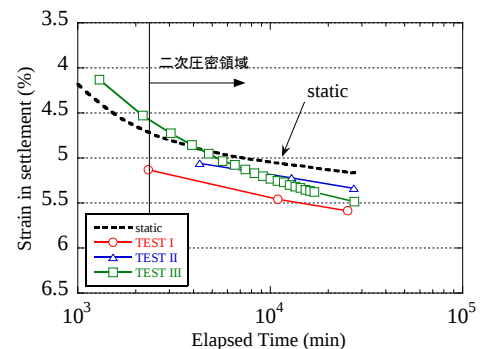


図6 二次圧密領域における沈下ひずみの経時変化