

載荷時間間隔の違いが一次元圧密挙動に及ぼす影響

東海大学 学生会員 ○申 鮮洙
東海大学 正会員 杉山 太宏

1. はじめに

段階載荷による標準圧密試験に関しては、試験期間の短縮を目的として載荷時間間隔や排水距離の短小化が検討されてきた¹⁾。載荷時間のみを変えた $e\text{-log}(p)$ 曲線は、図-1 のように載荷時間の短いものほど右上にずれて圧密降伏圧力 p_c は増加し、各曲線は互いにほぼ平行となると理解されている^{2),3)}。さらに、載荷時間の短縮に加えて排水距離を減らせば、 $e\text{-log}(p)$ 曲線は標準圧密試験とほぼ一致することが示されている¹⁾。これに対し、田中ら⁴⁾や村上⁵⁾は、各載荷段階毎の圧密量が載荷時間間隔に依存せずほぼ等しくなる場合もあることを報告している。白子ら⁶⁾も、不攪乱試料に対して実施した1日と7日間隔載荷の $e\text{-log}(p)$ 曲線が図-2 のようにほとんど差がなく、Crawford の実験結果³⁾ や Bjerrum の遅延圧縮の概念図⁷⁾ とは異なることを示した。載荷時間間隔の違いによって圧密量が異なる要因については、今のところ明らかでないが、白子らは二次圧密を考慮した一次元圧密解析において、一次圧密量のみを変化させることで載荷時間の異なる圧密量-時間曲線の再現が可能であることを示している。本研究では、データの充実を目的として4種類の不攪乱粘土に対して載荷時間間隔のみを変化させた一次元圧密試験を行い、圧密挙動に及ぼす影響を調べた。

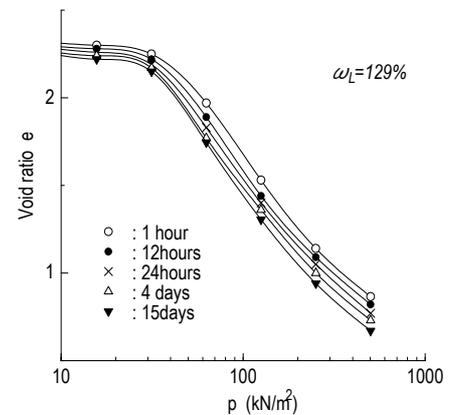


図-1 載荷時間と圧縮曲線の関係¹⁾²⁾

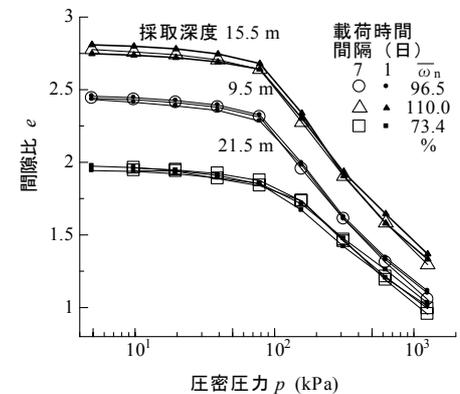


図-2 載荷時間と圧縮曲線の関係²⁾⁶⁾

2. 試料ならびに実験方法

試料は、神奈川県と新潟市で採取した不攪乱試料で物理的性質を表-1 に示した。載荷時間間隔は30分、3時間、1日、7日の4通りとして、 $p=49.1\text{kN/m}^2$ から荷重増分比 ($\Delta p/p$) 1 で段階的に圧密した。

表-1 粘性土の物理的性質

Sample	A	B	C	D
ρ_s	2.61	2.59	2.62	1.93
LL(%)	103	98.7	78.1	480
PI(%)	50	35.6	35.6	130
Sand(%)	5	10	9	-
Silt(%)	50	42	40	-
Clay(%)	45	48	51	-

3. 実験結果と考察

図-3(a)~(d)は、正規圧密領域の体積ひずみ-時間関係を試料ごとにまとめて比較したものである。標準圧密試験の1日載荷を基準とすれば、載荷間隔の短い沈下曲線は、圧密圧力によらず1日載荷よりも下方に位置してひずみ量は大きくなり、7日載荷のそれは逆に小さくなっている。不攪乱試料では初期の間隙比 e にばらつきがあるため、 e の代わりに体積ひずみと $\log(p)$ の関係を示したのが図-4(a)~(d)である。試料AとDの30分載荷では図-1のように曲線がやや右上に位置したが、他の試料・載荷間隔に顕著な曲線の違いは見出せない。4試料の圧密係数 c_v ならびに二次圧密係数 α_v と平均圧密圧力 \bar{p} の関係を比較したのが図-5(a)~(d)である。試料により多少の違いはあるが、載荷間隔によって各係数の大小を判定することは難しい。 c_v と α_v は各試料で比較的近い値を示しているため、両係数に及ぼす載荷時間間隔の影響は少ないものと思われる。

図-6(a)~(d)は、各載荷間隔・各荷重段階の最終ひずみ速度 $\dot{\epsilon} (= \epsilon_f / t_f)$ と圧密圧力 p の関係を比較したものである。二次圧密を含む沈下予測で利用される Bjerrum の遅延圧縮に関する概念図において、圧密時間の異なる $e\text{-log}(p)$ 曲線は C_c には影響せず互いに平行で、さらにこの平行線はひずみ速度一定線でもあるとされている⁷⁾。図から載荷間隔の違いにより、ひずみ速度は Bjerrum の概念のようにおおよそ1オーダー程度ず

キーワード：一次元圧密試験，載荷時間間隔，不攪乱粘性土，

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL 0463-58-1211 E-mail : sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

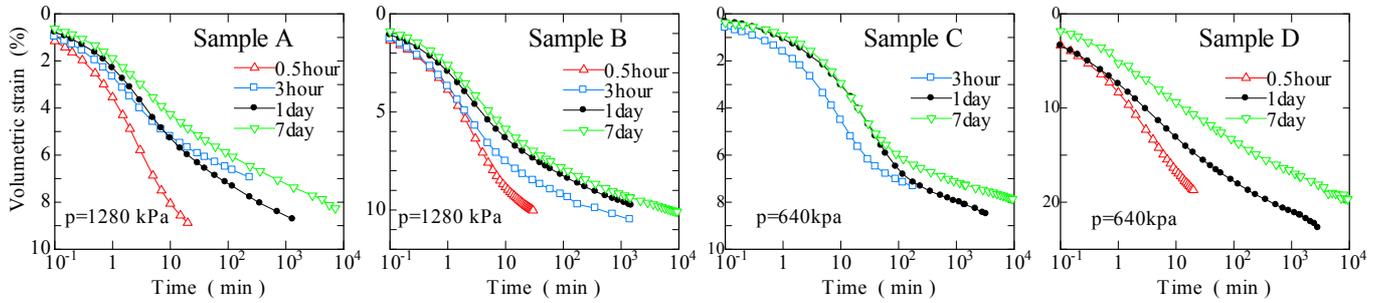


図-3 圧密量-時間曲線

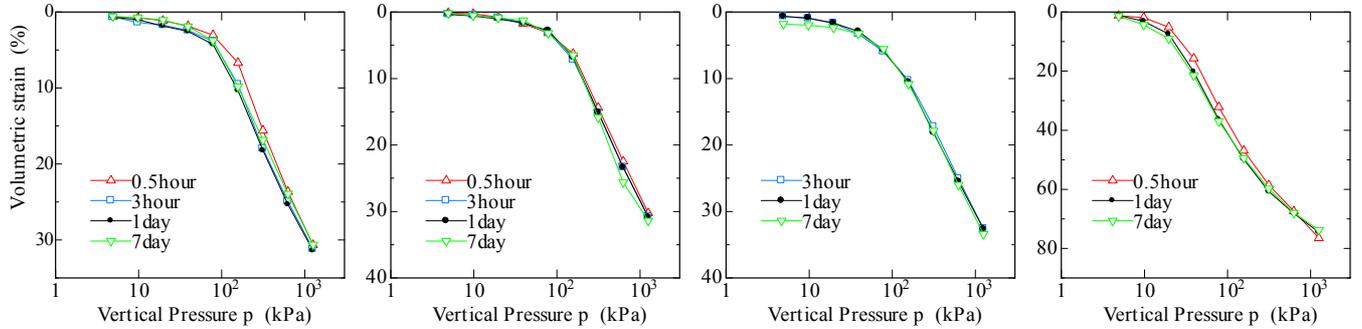


図-4 体積ひずみ-log(p)曲線

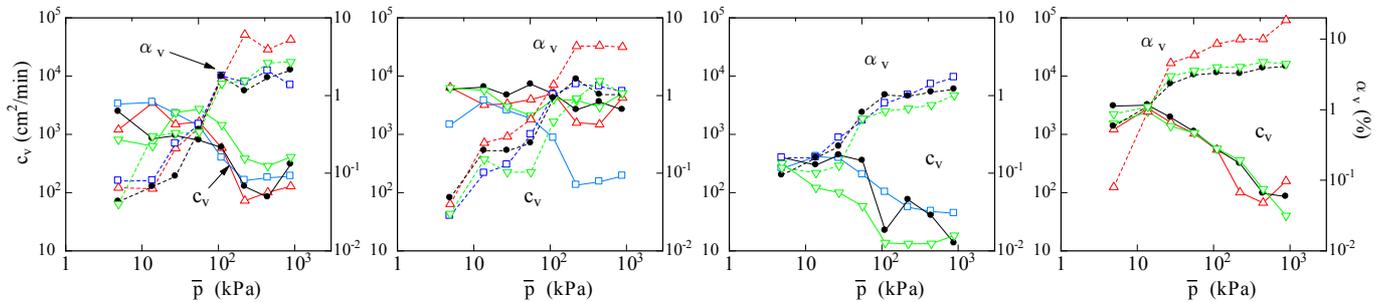


図-5 圧密係数、二次圧密係数と平均圧密圧力の関係

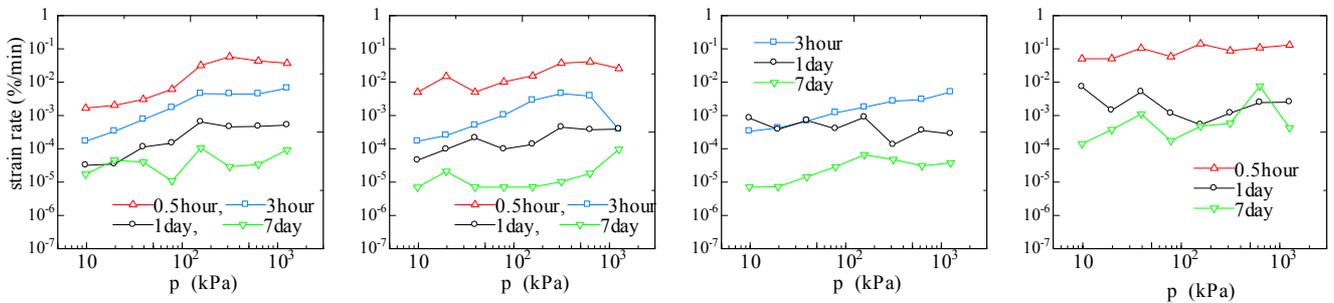


図-6 各载荷段階の最終ひずみ速度と圧密圧力の関係

つ変化することがわかる。しかしながら、これはベラムの概念を支持するもので、圧密圧力の増加によりひずみ速度は増加するが、圧密圧力が 100kPa を超える正規圧密領域ではほぼ一定値となることがわかる。

4. あとがき

今回の試験でも、载荷時間間隔によって圧密量-時間曲線の形状やひずみ速度は異なるが、図-4 のように体積ひずみ-log(p)曲線は曲線にはその影響が認められない結果が得られた。今回の試料に関しては、正規圧密領域の $e \sim \log(p)$ 曲線が間隙比速度一定線ではないと考えられる。また、本結果は载荷時間間隔の影響を受けない、あるいは影響の少ない粘性土の存在を示す一例ということができる。

参考文献

- 1) 特殊圧密試験法に関する研究委員会：委員会報告 I-2、段階载荷圧密試験について、特殊圧密シンポジウム論文集、土質工学会、pp.15-26、1988。
- 2) 地盤工学会：土質試験の方法と解説、6-3 土の段階载荷による圧密試験、pp.377-378、2000。
- 3) C.B.Crawford：Interpretation of the Consolidation Test, Proc. ASCE, Vol.90, SM5, pp.87, 1964。
- 4) 土田、足立格一郎他：体積ひずみ速度を指標とした圧密試験結果の比較、第34回地盤工学研究発表会、pp.487-488、1999。
- 5) 村上幸利：载荷時間と荷重増分比、土質工学会論文報告集、Vol.34, No.2, pp.153-157、1994。
- 6) 今村紘子、杉山太宏他：二次圧密を考慮した、土木学会論文集 C, Vol. 67, No. 2, pp.210-215 2011。
- 7) Bjerrum, L.: Engineering geology of Norwegian normally-consolidated marine clays as related to settlements of buildings, *Geotechnique*, Vol.17, pp.81-118, 1967。