

# 載荷時間間隔と荷重増分比を変えた圧密試験結果の比較

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

荷重増分比を 1 とし、1 日間隔で圧密荷重を載荷する標準圧密試験は、現場の荷重条件と較べてかなり過大であると言われており、これらの試験条件（載荷時間間隔、荷重増分比、ひずみ速度）を変化させると、 $e-\log p$  曲線は図-1 (a), (b) のように大きく変化することが指摘されている<sup>1)-3)</sup>。また、圧密末期の圧密量の経時変化が二次圧密によって Terzaghi の圧密理論に適合しないことも周知の事実で<sup>4)</sup>、Terzaghi 理論に従う一次圧密量が全圧密量の半分に満たない場合も少なくない。二次圧密継続中の一日毎に荷重を載荷して得られる  $e-\log p$  曲線が、長時間現場で発生する圧密沈下のいつと対応するのかなど、室内圧密試験結果と現場との対応において明確にされていない点も多い。

本研究では、載荷方法、載荷段階、載荷時間の異なる室内圧密試験を行って<sup>5)</sup>、試験方法や試験条件が圧密特性に及ぼす影響について比較検討を行った。

## 2. 試料および実験方法

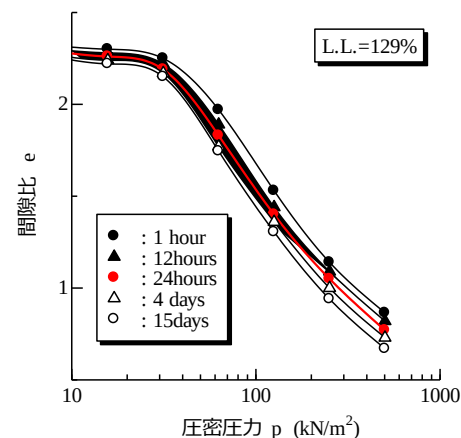
試料には、4 種類の不攪乱試料 (U1~U4) と 4 種類の再構成試料 (R1~R4) を使用した。表-1 に各試料の物理的性質を示す。試料 U4 と R4 は高有機質土で、含水比は 600% と 160% 程度である。

載荷時間の影響を調べるために、1 荷重あたりの載荷時間を 30 分、3 時間、1 日、7 日と変化させて  $p=98.1\text{kN/m}^2$  (予圧密圧力  $49.1\text{kN/m}^2$ ) から荷重増分比 ( $\Delta p/p$ ) 1 で段階的に圧密した。また、荷重増分比の影響を調べるために、全圧密時間は 12 日間に統一して荷重増分比を 0.2, 0.5, 1, 1.5 と変化させ、同じく  $p=98.1\text{kN/m}^2$  から圧密した。

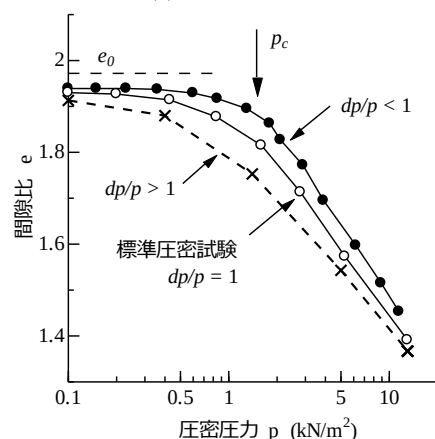
## 3. 実験結果と考察

### 3.1 載荷時間間隔の影響

不攪乱と再構成の各 2 試料について、体積ひずみ (= 軸ひずみ) と  $\log p$  の関係を示したのが図-2(a)~(d) である。不攪乱試料は初期の間隙比  $e$  にばらつきがあるため、本研究では間隙比  $e$  に変えて体積ひずみで整理した。試料の初期状態ならびに載荷時間にかかわらず、有機質土 (R4) を除く 3 試料の  $\varepsilon-\log p$  関係に有意な差は認められない。同様な結果は、大阪湾の不攪乱沖積粘土 Ma13 他でも観察されており<sup>5)-7)</sup>、図-1 の結果や著名な Crawford の結果<sup>2)</sup>とは異なるものである。Bjerrum の遅延圧縮に関する概念図では、圧密時間の異なる  $e-\log p$  曲線は図-1 のように互いに平行で圧縮指数  $C_c$  は等しく、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<sup>3)</sup>。そこで、載荷時間間隔が違っても  $\varepsilon-\log p$  曲線がほぼ等しくなった図-2 のひずみ速度  $\dot{\varepsilon} (= \varepsilon_f / t_f)$  を計算し比較したのが図-3 である。ひずみ速度の算出は、各載荷段階の圧密終了時の平均値とした。 $\varepsilon-\log p$  曲線がほぼ等しいにもかかわらず、ひずみ速度は載荷間隔の違いにより 1 オーダー程度ずつ変化しており、 $\varepsilon-\log p$  曲線はひずみ速度一定線とならない試料の存在があらためて確認された<sup>7)</sup>。なお、有機質土の  $\varepsilon-\log p$  曲線は図-1 の結果に近くこれは U4 試料も同じであった。両試料は二次圧密係数が大きいという共通点がありこれは載荷時間の影響因子と考えられるが、追加実験による検討が必要である。



(a) 載荷時間間隔の影響<sup>1)</sup>



(b) 荷重増分比の影響<sup>2)</sup>

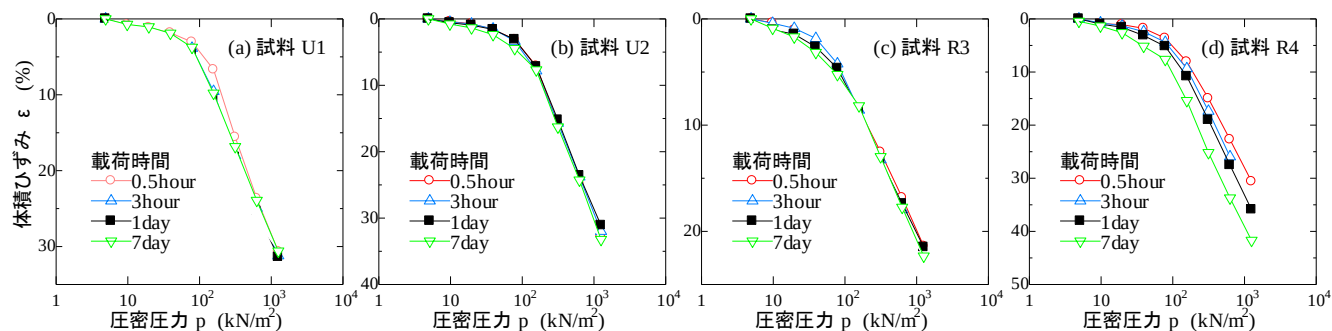
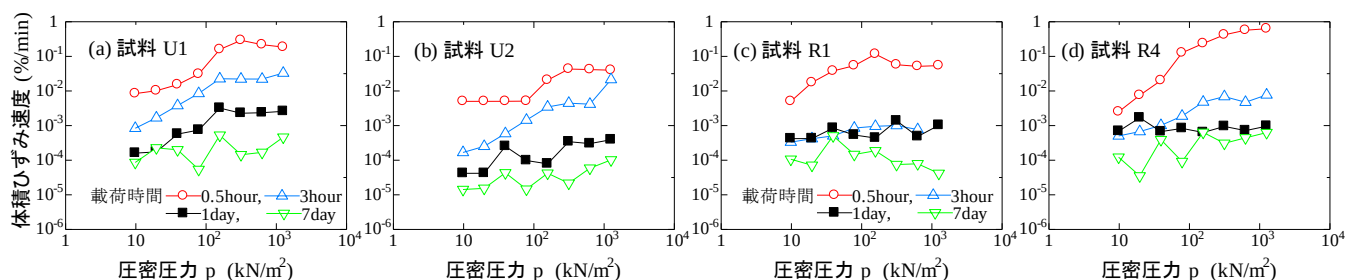
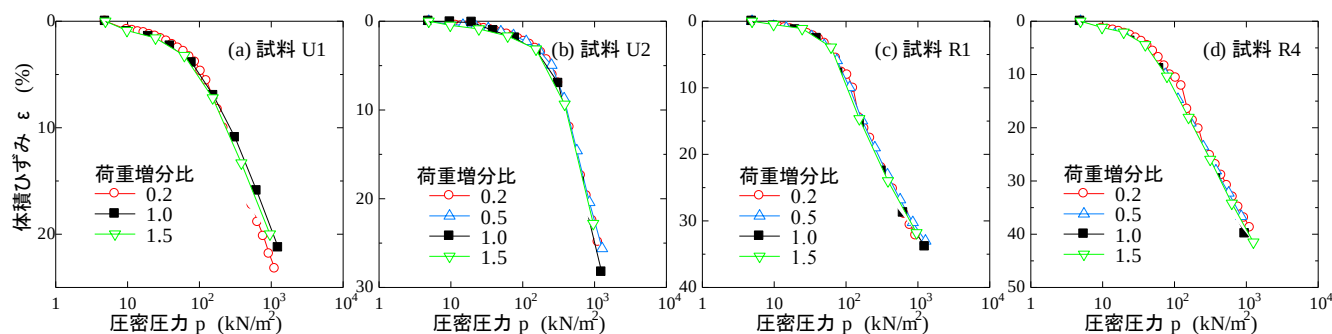
図-1 試験条件を変えた既往の研究

表-1 粘性土の物理的性質

| Sample   | U1   | U2   | U3   | U4    | R1   | R2   | R3   | R4    |
|----------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|
| $\rho_s$ | 2.55 | 2.59 | 2.59 | 2.43  | 2.67 | 2.67 | 2.69 | 2.31  |
| LL(%)    | 64.1 | 98.7 | 78.1 | 107.3 | 68.4 | 52.1 | 49.8 | 201.8 |
| PI(%)    | 29.4 | 74.4 | 49.9 | 39.1  | 44.6 | 19.8 | 26.5 | 68.2  |
| Sand(%)  | 5    | 16   | 38   | -     | 5    | 10   | 5    | -     |
| Silt(%)  | 50   | 33   | 51   | -     | 42   | 55   | 52   | -     |
| Clay(%)  | 45   | 52   | 11   | -     | 53   | 35   | 43   | -     |

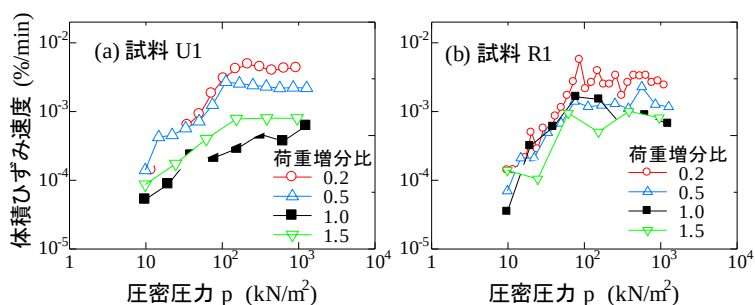
キーワード：一次元圧密試験、載荷時間間隔、荷重増分比

連絡先：〒259-1292 神奈川県平塚市北金目 4-1-1 TEL 0463-58-1211 E-mail: sugi@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

図-2 荷重時間間隔を変えた  $\varepsilon - \log p$  曲線図-3 荷重時間間隔を変えた  $\varepsilon - \log p$  関係図-4 荷重増分比を変えた  $\varepsilon - \log p$  曲線

### 3.2 荷重増分比の影響

荷重増分比を変化させた試験結果を図-4 と図-5 に示す．今回実施した全ての試料の  $\varepsilon - \log p$  曲線は，既往の研究結果のように荷重増分比の低下によって曲線が右方向にシフトすることはなく，ほぼ等しく重なっている．また，ひずみ速度は荷重時間間隔を変えた結果と同様，荷重増分比により異なる結果が得られた．

図-5 荷重増分比を変えた  $\varepsilon - \log p$  関係

## 4. あとがき

8 種類の試料に対して荷重時間間隔と荷重増分比を種々に変えた試験を行ったところ，よく知られている既往の研究結果とは異なる結果を示した．これまでも図-1 や図-2 のようにはならないとする研究報告はあるが，本結果は荷重時間間隔ならびに荷重増分比の影響を受けない，あるいは影響の少ない粘性土の存在を示す結果で，今後は影響の有無の要因について物性値などとの関係から検討する予定である．

### 参考文献

- 1) G.A.Leonards, and B.K.Ramiah : Time effects in the con- solidation of clay, Am.Soc. Test., Matter. STP. NO.254, 1959.
- 2) Crawford, C.B. : Interpretation of the consolidation test, Proc. ASCE, Vol.90, SM5, 1964.
- 3) L.Bjerum : Engineering geology of Norwegian normally consolidated marine clays as related to settlements of buildings, Geotechnique, Vol.17, No.2, pp.81-118,1967.
- 4) 最上武雄：土質力学，技報堂，pp.331-478，1970.
- 5) 土田 孝他：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.
- 6) 白子博明，杉山太宏他：一次元圧密の荷重時間間隔と圧縮指数，第 50 回地盤工学シンポジウム論文集，Vol.50, pp.191-196，2005.
- 7) 申鮮洙，杉山太宏：荷重時間間隔の違いが一次元圧密挙動に及ぼす影響，第 39 回土木関東支部技術研究発表会，CD-ROM，2012.3.