

一次元圧密試験結果に及ぼす荷重増分比の影響

東海大学 学生会員 ○吉富隆弘・栗間雄太郎  
東海大学 正会員 杉山太宏・赤石 勝

1. はじめに

段階荷重圧密試験 (JISA1210) は、荷重増分比  $\Delta p/p$  を 1 として 1 日間隔で荷重する。  $\Delta p/p = 1$  は、現場の荷重・施工条件と較べてかなり過大で、厚い粘土層への局所荷重による荷重分散や、低盛土・住宅など載荷重自体が小さい場合の増分比は 1 よりもかなり小さくなる。 荷重条件 (荷重時間間隔, 荷重増分比, ひずみ速度) を変えた試験の  $e - \log p$  曲線は、例えば図-1 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、増分比が小さいと圧密量-時間曲線が上に凸となり、逆 S 字状の沈下曲線とならないことも周知の事実であって<sup>4)</sup>、二次圧密の卓越により一次圧密量が全圧密量の半分に満たない場合もある。

本研究では、荷重増分比を変化させた段階荷重圧密試験を行いその影響を調べるとともに、二次圧密を考慮した一次元圧密解析<sup>5)</sup>の一次圧密比の調整で、圧密量-時間曲線が再現可能なことを示している。

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 2 種類の再構成試料 (R1, R2) を使用した。 表-1 に各試料の物理的性質を示す。 試料 U3, R2 は高有機質土である。 荷重増分比を 0.2~1.5 として  $p=9.81\text{kN/m}^2$  から段階荷重したが、圧密期間は全て 8 日間となるように各荷重の荷重時間を調整した。 また、予め  $p=157\text{kN/m}^2$  で 2 日間圧密した 6 つの試料 U4 に、載荷重  $\Delta p=39.2\sim 235.5\text{kN/m}^2$  をそれぞれ荷重し 24 時間沈下量を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 荷重増分比の影響

不攪乱と再構成の体積ひずみ (=軸ひずみ) と  $\log p$  の関係を示したのが、図-2 (a)~(e)である。 不攪乱試料では特に初期の間隙比  $e$  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。 試料や荷重増分比の違いによらず、それぞれの  $\varepsilon - \log p$  関係には図-1 ほどの有意な差が見られない。 これと同様な結果は、大阪湾の不攪乱沖積粘土などでも観察されており<sup>6)</sup>、既往の著名な結果<sup>1)</sup>とは異なるものである。 Bjerrum の遅延圧縮に関する概念図 (図-3) 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、荷重増分比によらず  $\varepsilon - \log p$  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-4 である。  $\varepsilon - \log p$  曲線がほぼ等しいにもかかわらず、ひずみ速度は各試験で変化しており、Bjerrum が仮

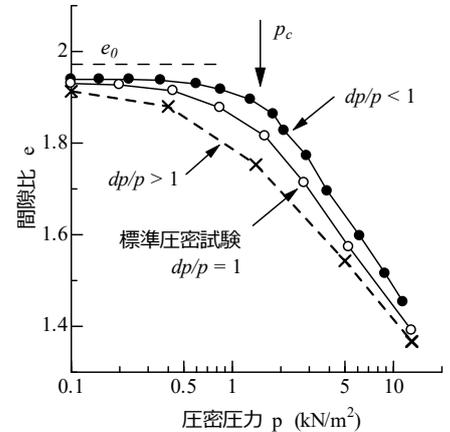


図-1 e-log p 曲線に及ぼす荷重増分比の影響<sup>2)</sup>

表-1 粘性土の物理的性質

Sample	U1	U2	U3	U4	R1	R2
ps	2.55	2.69	1.62	2.70	2.67	2.31
LL(%)	64.1	67.8	525	96	68.4	201.8
PI(%)	29.4	33.3	370	52	44.6	68.2
Sand(%)	5	0	-	11	5	-
Silt(%)	50	41	-	33	42	-
Clay(%)	45	59	-	56	53	-

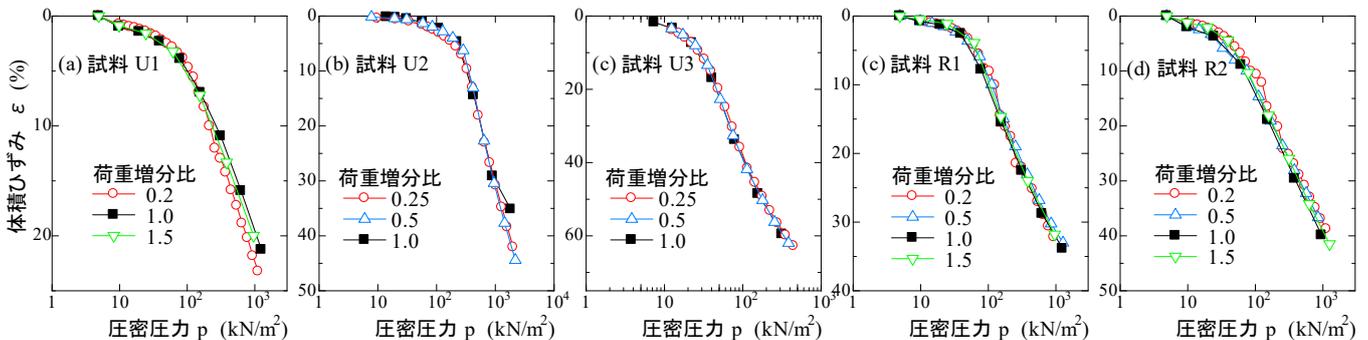


図-2 荷重増分比を変えた  $\varepsilon - \log p$  曲線

キーワード：一次元圧密試験, 荷重時間間隔, 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

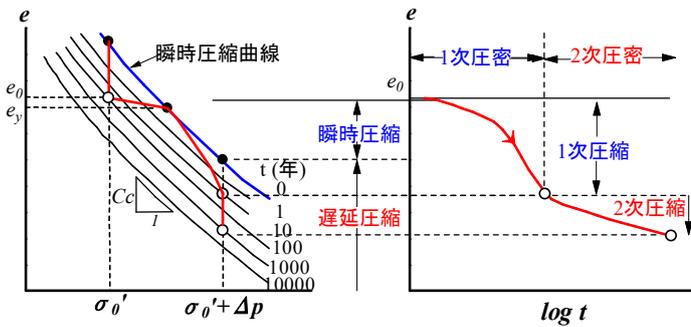


図-3 Bjerrumの遅延圧縮に関する概念図<sup>3)</sup>

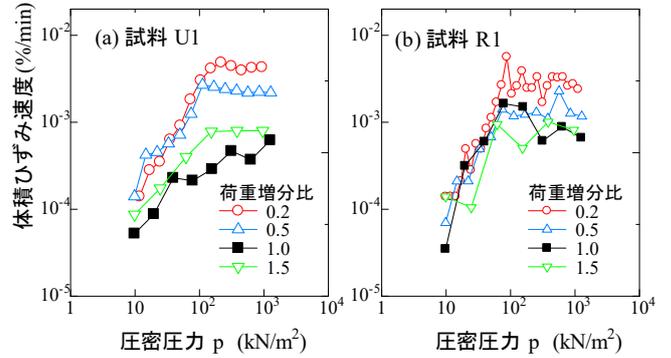


図-4 荷重増分比と体積ひずみ速度

定したような同一の  $\varepsilon - \log p$  曲線上のひずみ速度が一定とならない結果が得られた。

3.2 荷重増分比と圧密度-時間曲線

図-5 は、荷重増分比を変化させた圧密試験（記号）と圧密度-時間曲線の計算結果である。既往の研究と同様、荷重増分比の減少により圧密度-時間曲線に典型的な逆 S 字形を見出すことは困難で、一次圧密終了時間の推測も容易でない。しかし、各試験 100 分以降の沈下曲線、すなわち二次圧密挙動には荷重増分比の影響は少ないことがわかる。

著者らは、二次圧密を考慮した一次元圧密モデルを提案している<sup>5)</sup>。このモデルでは、一次圧密度を表わす定数として体積圧縮係数  $m_p$  を定義し、通常  $m_v$  と区別する。 $m_p$  は実験により決定できないため、これを仮定した試行計算によって実験結果に近い計算が行える。荷重増分比が 0.25 と最も  $\Delta p = 39.2 \text{ kN/m}^2$  の圧密度-時間曲線から  $m_v = 6.2 \times 10^{-4} (1/(\text{kN/m}^2))$ ,  $c_v^* (=c_v) = 0.02 \text{ cm}^2/\text{min}$ ,  $\alpha = 0.005$  を求め、他の試験結果にもこの定数を適用して試験の再現計算を行った結果を図-5 に実線で示した。図のように一次圧密度の比  $m_p/m_v$  の仮定値を変えることで、実測値に近い計算結果が得られ、その値  $m_p/m_v$  は荷重増分比とともに減少した。

試験に適合する仮定  $m_p/m_v$  の仮定値は、荷重増分比  $\Delta p/p = 0.25$  の場合 0.5 であるが、 $m_p/m_v$  値を 0.7 と 0.9 に変更して計算した結果が図-6 である。一次圧密度の割合が大きな  $m_p/m_v = 0.9$  の場合、計算される圧密度-時間曲線の形状は実測値と大きく異なる。図-6 の比較計算は、仮定した  $m_p/m_v$  値 (=0.5) の合理性を示すもので、荷重増分比は全圧密度中の一次圧密度と二次圧密度の発生割合に影響すると考えられる。

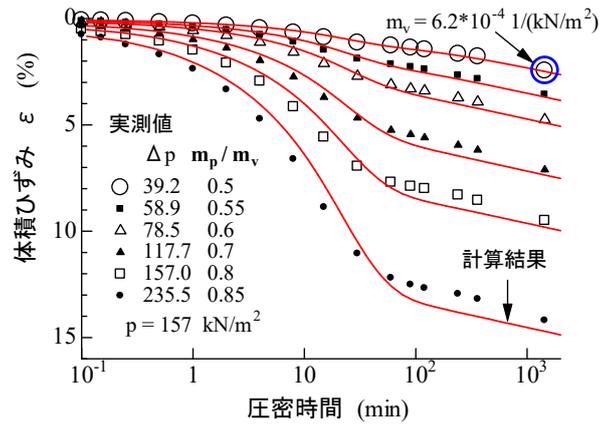


図-5 圧密度-時間曲線の実測値と計算結果

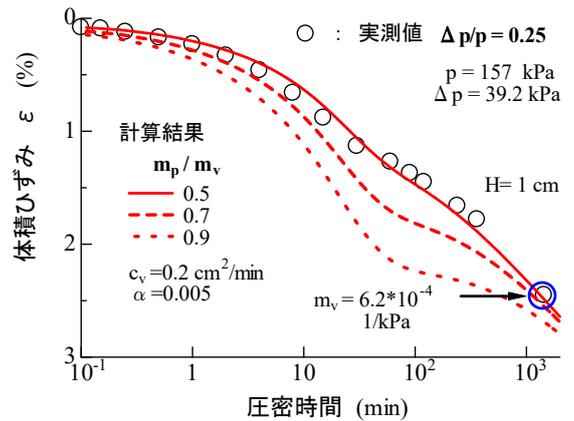


図-6 一次圧密比の異なる沈下曲線

4. あとがき

不攪乱ならびに再構成した試料で荷重増分比を種々に変えた試験を行った結果、よく知られている既往の研究成果とは異なる結果を得た。物性等が指標になるのかについての検討が必要である。荷重増分比により異なる圧密度-時間曲線は、一次圧密度を変化させることで再現でき、荷重増分比が小さいほど一次圧密度の割合が小さくなると考えられる。

参考文献

1) G.A.Leonards, and B.K.Ramiah : Time effects in the consolidation 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) 白子, 杉山, 外崎, 赤石 : 一次圧密中に発生する二次圧密の推定, 土木学会論文集 C, Vol.64, No.3, pp.565-570, 2008. 6) 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.