

不攪乱粘土の層別計測型圧密試験

山口大学工学部 正会員 松田 博
 山口大学大学院 学生員 ○清水 豊
 五洋建設(株)技術研究所 正会員 新倉 博

1. まえがき

従来より用いている層別計測型圧密試験装置によって、粘土層内部の間隙水圧、沈下ひずみの時間的変化を不攪乱の海成粘土と泥炭について測定した。そして、特にJanbuによって示された、圧密方程式の解と実測値の比較を行うとともに、圧密過程における $\varepsilon - \varepsilon_s - \sigma'$ 関係についても整理したので報告する。なお、ここでは泥炭の結果についてのみ述べることにする。

2. 層別計測型圧密試験装置の概要と実験方法

ここで用いた装置は、従来用いていた層別計測型圧密試験装置に改良を加えたもので、その概略を図-1に示す。すなわち、供試体は直径60mm、高さ20mmの分割供試体を5個直列につないだものであって、全体として層厚10cmの供試体について、層内部のひずみと間隙水圧の測定が可能である。また、载荷は空気圧で行うため、各試験機の载荷板および、圧密リング、ガイドリングはメンブレンで覆われている。そして、供試体は恒温水槽にて温度を一定 ($15^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$) に保てるようになっている。

用いた試料は、釧路でブロックサンプリングした泥炭 ($G_s=1.867$, $C_c=4.60$, $Li=65.49\%$) である。この試料を整形後、水中にて圧密リングにセットし、各層ごと両面排水条件のもとで2段階予圧密を行った。各段階の荷重は39.2kPa、78.4kPaで、载荷期間はそれぞれ24時間である。その後、バルブ操作により各圧密容器を連結し、全体として片面排水条件としたうえで、78.4kPaの荷重をさらに負荷し、粘土層内部の圧密挙動を調べた。なおバックプレッシャーとしては49kPaを負荷した。

3. 実験結果および考察

図-2は、層全体の沈下曲線を示したものであり、また点線はTerzaghiの圧密曲線である。 ($C_v=1.121 \text{ cm}^2/\text{min}$) また、図-3は、図-2に示したTerzaghi曲線での、一次圧密終了時におけるひずみ分布を示したものであって、上方が排水層、下方が非排水層側を示している。同図より、明らかに排水層側のひずみが大きくなっていることがわかる。またそのときの間隙水圧分布を示したものが図-4であって間隙水圧が残留している。このような傾向は広島粘土においても得られている¹⁾。

一方、Janbu²⁾は、圧密終了時の深さ方向のひずみ分布を直線および放物線として解析を行っている。その圧密方程式は次式で与えられる。

$$\partial \varepsilon / \partial T = \partial^2 \varepsilon / \partial \xi^2 - (d/C_v) \cdot (\partial v_s / \partial \xi) \quad (1)$$

ここに、 T : 時間係数、 v_s : 定常状態における流速、 $\xi = z/d$ 、 d : 層厚、 z : 非排水面からの距離である。最終のひずみ分布を $\varepsilon_1 = \varepsilon_s - (\varepsilon_s - \varepsilon_b)(1 - \xi')$ 、(ただし、 ε_s は排水面のひずみ、

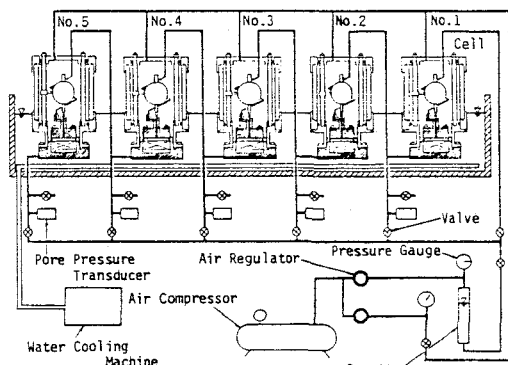


図-1

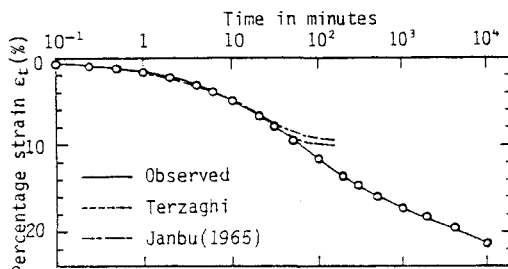


図-2

ε_v は非排水面でのひずみ)としてJanbuが示したと同様の境界条件で式(1)を解いた結果が図-2の一点鎖線である。ただしこの結果は、最終のひずみ分布を図-3の点線のように仮定して得たものである。図-2において、Janbuによる曲線とTerzaghiの曲線では最終ひずみに相違がみられるが、これは図-3において、実験

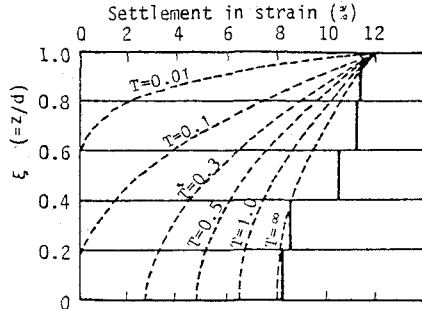


図-3

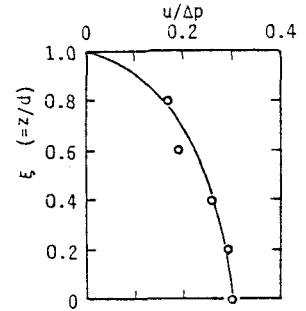


図-4

で示した実測値に対して、最終ひずみを点線のように仮定したためである。したがって、圧密速度はJanbuの解がTerzaghiの解よりも速くなる。図-5は各層の沈下曲線をもとに、各層の境界面でのひずみを求め、時間との関係で整理したものである。1000分を越えると各曲線はほぼ平行となっており、従来の結果と一致している¹⁾。また図中には、式(1)の結果も示しているが、粘土層内部のひずみについては、実測値と一致しないことがわかる。

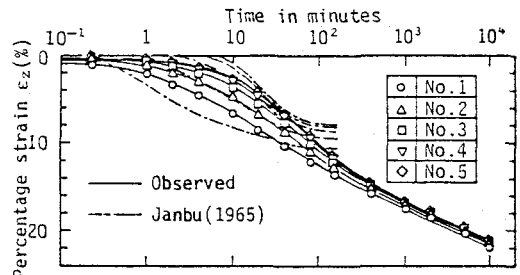


図-5

一方、圧密中の $\dot{\varepsilon}-\varepsilon-\sigma'$ 関係の重要性が指摘されているが、今回用いた泥炭での結果を示したものが図-6、図-7であって、それぞれ、 $\dot{\varepsilon}_z$ -時間関係、 $\dot{\varepsilon}_z-\sigma'$ 関係を示している。図-6には、 $\dot{\varepsilon} = \text{一定}$ の点を黒印で示しているが、各 $\dot{\varepsilon}$ に対する直線はほぼ平行になっており、Leroueil等³⁾によって示された結果と同様な傾向を示している。

4. あとがき

層別計測型圧密試験装置を用い、ここでは泥炭についての実験を行った。そして、一次圧密終了時のひずみをもとにして得たJanbuの圧密解と実測値の比較を行うとともに、 $\dot{\varepsilon}-\varepsilon-\sigma'$ 関係についても示した。その結果、圧密速度はTerzaghiの解よりJanbuの圧密解の方が速くなること、および層内部でのひずみ分布の時間的変化は実測値と一致しないことが示された。

参考文献: 1) Aboshi H., H. Matsuda and M. Okuda: Pre-consolidation by Separate-Type Consolidometer, IX ICSMFE, pp.577-580, 1985.

2) Janbu N.: Consolidation of Clay Layers Based on Non-Linear Stress-Strain, VI ICSMFE, 2, pp.83-87, 1965.

3) Leroueil S., M. Kabaj and F. Tavenas: Study of the Validity of a $\sigma_v'-\varepsilon_v-\dot{\varepsilon}_v$ Model in In Situ Conditions, Soils and Foundations, No.3, pp.13-25, 1988.

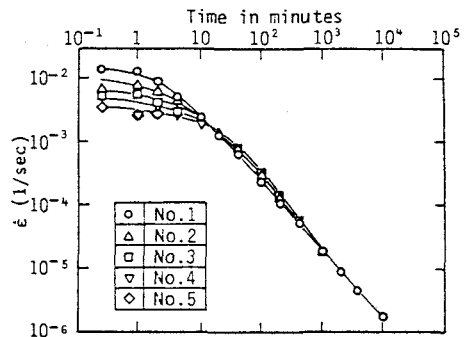


図-6

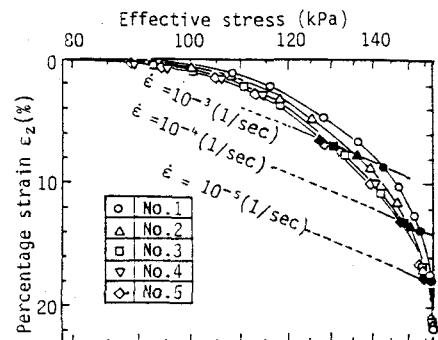


図-7