

粘土の二次圧密に関する基礎的研究

広島大学 正員 網干 寿夫
広島市役所 正員 高井 巖

1. まえがき

軟弱粘土地盤の圧密沈下解析には、標準圧密試験で得られた C_c , m_v , C_e が使われている。ただ、粘土の圧密特性は、試験条件(層厚、載荷時間、温度 etc.)の相違によって異なったものになり、一意的でない。即ち、圧密試験における圧密挙動は、現場の圧密挙動と単純な相似関係にない。従って、標準圧密試験で求めた C_c , m_v , C_e をそのまま現場の圧密沈下過程の推定に利用するのは、幾分問題がある。

そこで、Sukljeらは、実験室と現場との沈下曲線とから、粘土層厚の相違が圧密過程に与える影響を見出すことを提案している。一方、筆者らも、層厚を変えた一連の大型圧密試験を行い、この問題をかなり明確なものにしている。これによると、従来のSukljeらのアイソタッチ理論を定性的には認めながらも、現場における沈下予測への適用性については、まだ問題点を含むことが指摘されている。つまり、現場の圧密沈下曲線は、TerzaghiとSukljeの理論の中間にあると結論している。そのメカニズムについては、今日、理論的に十分明らかにされていない。このように、圧密過程が、層厚の相違に影響されるそのメカニズムは十分明らかにされていない。ただ、今日までの研究は層全体の平均ひずみ(沈下)を、マクロ的に眺め、層の内部に着目しようとしなかったきらいがある。ほんとうに圧密のメカニズムを明らかにするためには、粘土の各層の挙動の観測が必要であると思われる。

このような流れの中で、本研究は、土の内部の沈下挙動を明らかにして、粘土の圧密挙動を支配する法則へのアプローチを試みたものである。

2. 実験方法

i). 実験装置 実験装置は、図1に示す。本実験は、各分割層間の間ゲキ水圧の伝達をハイロントューブで行なっている。このため、より良い精度で間ゲキ水圧が伝達できるように、各々の圧密試験器内とハイロントューブ内は、蒸留脱気水で満たされている。

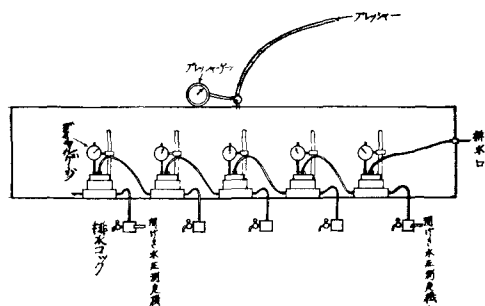


図1 実験装置の全体図

各々の圧密試験器は、厚さ2cm、直径6cmの供試体がセットされている。この圧密試験器をゴムスリーブで覆い、圧密試験器内部へ圧が漏れないようにリングで密閉し、図1のように、5つの圧密試験器をハイロントューブで連結する。また、第1層の底と第5層の底で間ゲキ水圧を測定している。

ii) 載荷方法 載荷は、空気圧で行なう。まず、図1の排水コックを開き、0.1kg/cm²、0.2kg/cm²の荷重で、それぞれ24時間予圧密を行なう。その後、排水コックを閉じ、0.8kg/cm²の荷重で、層厚10cmの片面排水の圧密試験を行い、各層の沈下をダイヤルゲージによって測定する。これらの数値は先の大規模圧密試験に対応するものとして定められたものである。

iii) 試料 試料は、まえがきで紹介した一連の大型圧密試験で用いた広島粘土を使用している。試料の特性は液性限界=100.25%、塑性指数=42.03、比重=2.67、圧密降伏応力=0.23kg/cm²で、供試体の含水比は、第1層が

5 順に、72.2%、78.0%、85.8%、78.7%、68.5%である。

3. 実験結果 図2は、曲線定規法によって、各層の u_{50} を求め、この u_{50} を基準に圧密度 U と時間 $\log t$ との関係を示すものである。図のように実線で示された理論曲線から各層の C_v を求めると、第1層から 4.17×10^{-2} 、 5.26×10^{-2} 、 6.06×10^{-2} 、 6.99×10^{-2} 、 $6.99 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$ となり、 C_v は $C_v = \frac{k}{m_{v0}}$ であるが、排水面が遠い層ほど透水係数 k が小さくなるので、 C_v も小さくなると予想されるわけだが、実験結果ではこれに反して、排水面が遠い層ほど、 C_v は大きくなっている。このことは k が小さくなる以上に m_v が小さくなる為かもしれない。一方、図2の矢印は、曲線定規法により、二次圧密が顕著に現われると思われる点である。これによると、各層とも $U=70\%$ 前後にある。これは、Hook体とKelvin体の中に降伏現象を現わすSt Venant体が組み込まれた村山-柴田理論のレオロジーモデルが比較的よくこの粘土の圧密特性を表わしていると思われる。また、図2のように、第1層が第2、3、4層と交差しているのは粘土の初期条件の違いによるものと考えられる。今後は、十分に均質な粘土で実験を行い、各層の二次圧密挙動が、もっと明確にされることを期待したい。

図3は、各層の沈下量を合計した、いわゆる層厚10cmの片面排水の沈下曲線である。これによると、図2の各層が、Terzaghiの理論曲線と初期の部分で合わないのに対して、全体層の方は、初期の部分から比較的よく合っていることがわかる。また、 C_v も図2の各層の平均が $5.69 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$ に対し、全体層で求めた C_v は $5.69 \times 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{min}$ と近い値を示している。

図4は、第1層の底と第5層の底における間ゲキ水圧を測定したものであるが、間ゲキ水圧が零になるが、明確に押えられなかったが、残念である。今後は、より精度で、各層の間ゲキ水圧が測定されることを期待したい。

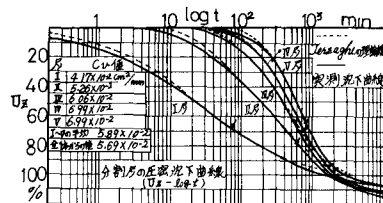


図-2

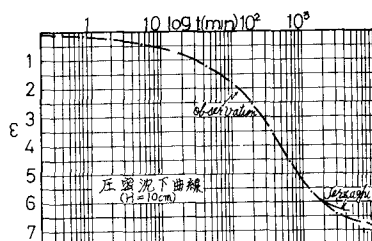


図-3

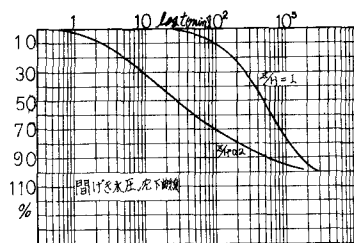


図-4

- 1) 分割された各層の圧密沈下について、いくつかの定性的な特徴が明らかにされた。
- 2) $U=70\%$ 前後で、二次圧密が顕著に現われている。これは、村山-柴田のレオロジーモデルがよく合う。
- 3) 一次圧密の見がけの C_v は、排水面が遠くなるほど大きくなる。
- 4) 今後は、十分に均質な粘土で実験を行い、各層の二次圧密挙動が明確にされることを期待する。
- 5) 間ゲキ水圧を 正確に測定することによって、 u_{50} の値を正確におさえることも、今後の課題である。
- 6) 今後の課題としては、二次圧密を含む粘土の圧密挙動を、明らかにして行きたいと考えている。

参考文献

- H. Aboshi: An Experimental Investigation on Similitude in the Consolidation of Soft Clay, Including the Secondary Creep Settlement 1976. Proc. ICSMFE (Moscow)
- 柴田 徹: 粘土の圧密に関するレオロジー的考察 土木学会論文集第67号(1960)