

分割型一次元圧密試験装置による多層地盤の圧密に関する研究

広島大学 工学部 正 網 干 青 夫
 正 洋 建 設 正 酒 井 哲 雄
 高 根 県 正 〇 佐々木 孝 夫
 佐 賀 県 正 太 田 利 嗣

§ 1. まえがき

実際の地盤は、均一なものほとんど存在せず、深度とともに圧密特性が変化する場合や層状の地盤を構成する場合などが少なくない。このような地盤の設計方法として最も簡単な方法に換算層厚法があり、この方法では圧密特性の異なる粘土層の層厚に関係なく同一の圧密現象を示す。実際には層厚により異なる圧密現象を示すから、Terzaghi理論の差分解析などを行なう必要がある。また、圧密現象を考える上で重要な問題は二次圧密であり、この二次圧密現象を考慮した理論による設計は圧密定数の決定に関する困難さなどから一般には行なわれていない。

そこで、本研究は、多層地盤について圧密試験を行ない、二次圧密現象を考慮したGarlangerの理論との比較を行ない、粘土層内部の圧密現象を調べた。

§ 2. 実験方法および結果

厚さ2cmの標準圧密試験の試料を5個直列につなぎ、空気圧を用いて同時載荷することにより、厚さ10cm、片面排水の条件の一次元圧密を図1に示す二層地盤について行なった。(図2)

試料は攪乱した広島粘土、福山粘土を40kN/m²で予圧密し、これから切り出して用いている。また載荷は80kN/m²で再圧密した上で開始し、80~160kN/m²の間の圧密特性を調べている。したがって、荷重増加率は1.0である。測定は、各層ごとの沈下量および各層下端面の間隙水圧について行なった。

図3は、 $e/H = 0.1, 0.5, 0.9$ での間隙水圧の消散過程と間隙水圧の消散終了時の沈下ひずみを100%圧密として圧密の進行過程を示したものである。各 e/H で、間隙水圧の消散過程の方が沈下ひずみの進行より速くなり、排水面側でその程度が大きくなっている。これは、Terzaghiの圧密理論や三笠の理論では説明できない現象である。

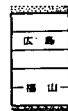
§ 3. Garlangerの圧密理論の差分解析との比較

差分解析に用いた圧密定数は、標準圧密試験装置を使用し、定荷重を長期間受ける圧密試験を行ない求めた。その結果を示したのが表1である。

表-1 圧密定数

粘土	a	b	c	t _i (min)	e	e _c	p _c (kN/m ²)
広島	0.027	0.131	0.007	15	1.443	1.430	110.9
福山	0.023	0.154	0.008	60	1.511	1.504	98.2

図4は、沈下ひずみ-時間関係を示したものである。圧密の初期から中期にかけて実験値と計算値はほぼ一致しているが、終半部において両者の相違が大きくなっている。これは解析に用いた定数が実験値と異なっていたため、沈下量が一致していないのが原因と考えられる。



	広島	福山
C_c (mm/m)	5.24×10^{-2}	8.71×10^{-2}
C_{α} (mm/m)	2.36×10^{-2}	1.15×10^{-2}
C_{β} (mm/m)	2.23×10^{-2}	8.36×10^{-2}

図-1 実験ケース

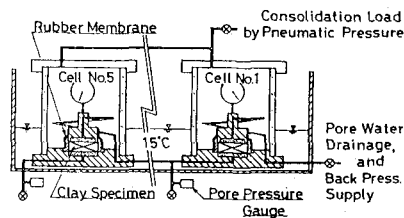


図-2 分割型一次元圧密試験装置図

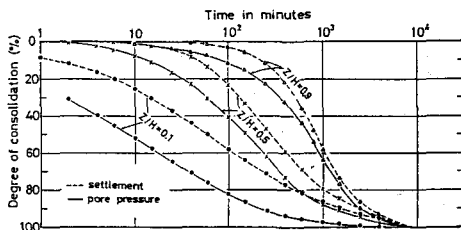


図-3 沈下ひずみおよび間隙水圧よりの圧密度の進行過程

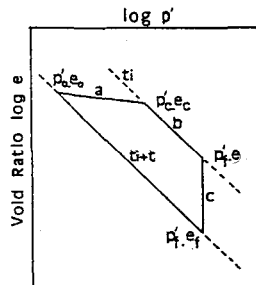


図-4 $e \sim \log p'$ 関係

図6は、間隙水圧の消散過程を示したものである。Garlangerの二次圧密理論は、Bjerrumの“instant compression”および“delayed compression”の概念に立脚しており、荷重 P の載荷により排水面においては P_0 から P_c まで即座に移行し、内部は排水面からの距離により徐々にdelayed compressionを伴って進行する現象を表わしており、その結果圧密の初期から間隙水圧の消散が生じ、全体的に実験値とよく一致している。

図7は、縦軸に沈下 v ずみに関する圧密度 U_e （間隙水圧消散時の沈下 v ずみを100%圧密とした）、横軸に有効応力に関する圧密度 U_p をとり、実験値、Terzaghi理論、三笠の理論、Garlangerの理論の差分解析値を示したものである。 $U_p = 50\%$ の時点でみると、 $e \sim p'$ が直線関係にあるTerzaghiの線型弾性理論では U_p と U_e が等しくなり、 $e \sim \log p'$ が直線関係にある三笠の非線型弾性理論では U_p の方が U_e より遅くなっている。実験値は、 U_p の方が U_e より遅くなっており、上の両理論とは異なった傾向を示しているがGarlanger理論の差分解析では実験値とほぼ等しくなっている。この相違は、Garlanger理論においては、粘土の圧密過程にinstant lineの存在を示し、排水面からの距離による層内部の圧密現象も異なった経路で表現しているにもかかわらず、Terzaghi理論および三笠の理論においては常に一本の経路で応力 $\sim$ 沈下 v ずみ関係を表わすために生ずると考えられる。この傾向は、標準圧密試験のような層厚が薄いものほど顕著に表われる。粘土層内部についてみると、排水面側において U_p が U_e よりかなり遅く進行している。しかし、非排水面側において U_p と U_e の進行速度の差は小さい。これは、非排水面側は一次圧密中に生じる二次圧密沈下量が大きくなり、 U_p と U_e の進行速度の差が小さくなると思われる。

§4. まとめ

実験値では、間隙水圧の消散終了時も100%圧密とした場合の沈下 v ずみに関する圧密度 U_e と有効応力に関する圧密度 U_p を比較すると U_p の方が遅く進行し、通常の圧密理論とは異なる結果となったが、Bjerrumの“instant compression”“delayed compression”の概念を導入したGarlangerの理論によれば、実験結果を良く説明されることがわかった。

<参考文献>

- 1) Garlanger J.E (1972): The consolidation of soils exhibiting creep under constant effective stress, Geotechnique 22, No.1, PP 71~78
- 2) 三笠正人(1963): 軟弱粘土の圧密(新圧密理論とその応用), 鹿島研究所出版会

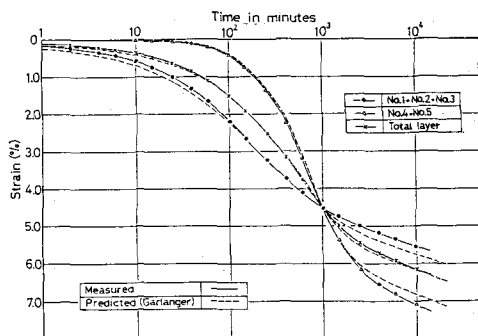


図-5 沈下 v ずみ-時間関係

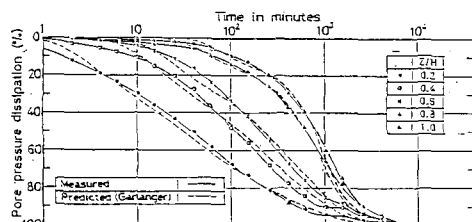


図-6 間隙水圧消散過程

Degree of consolidation for pore pressure

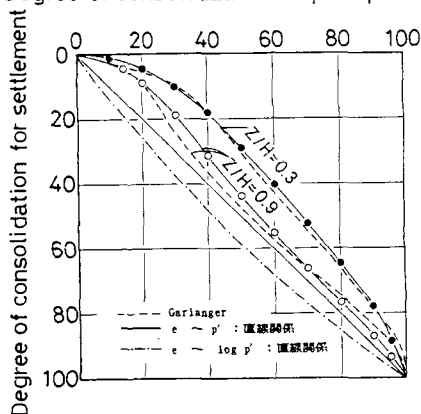


図-7 $U_e - U_p$ 関係