

超低圧下での粘性土の圧縮特性に関する一考察

鹿児島大学工学部 正員 春山元寿
同 上 正員 北村良介
同 上 学生員 入船時弘

1. まえがき

海底地盤の表層 10m 付近までに発する地盤内有効応力は 1 kgf/cm^2 以下である。また、このような表層地盤は沖積粘土層からなりたっている場合が多い。したがって、海洋構造物の基礎の設計、施工に際しては、このような超低応力状態での粘性土の圧縮せん断特性を明らかにすることが必要である。本報告では、このような見地に立ち、粘性土の超低圧下での圧縮特性に焦点を絞り、若干の実験的考察を加えている。

2. 実験試料、装置、手順

実験に用いた試料は市販の信楽粘土である。その液性限界 $w_L = 44.7\%$ 、塑性限界 $w_p = 23.0\%$ 、比重 $G_s = 2.57$ である。図-1 に実験装置の概略図が示されている。装置の原理は今井¹⁾の Hydraulic consolidation test apparatus のそれと同じであり、供試体上、下端に作用する所定の水圧差によって圧密荷重が作用するようになっている。本報告での圧密荷重の範囲は、自重による圧密から 100 gsf/cm^2 付近までの超低圧である。試料は所定の含水比で練り返した後、直径 5cm のアクリル製円筒モールドに水中堆積することによりセツトされ、圧密される。供試体の初期高さは約 15cm である。そして、所定時間での沈下量と排水量が測定される。

3. 実験結果と考察

図-1 に示された実験装置においては、圧密荷重の定義が難しい。ここでは、実験データの整理にあたり、今井²⁾によって誘導された有効応力を用いた。すなわち、図-1 に示す状態において、供試体内の単位体積の土塊は、有効重力 $(\gamma' + \gamma_w \cdot \frac{\Delta h}{L})$ と透水力 $= \gamma_w \cdot \frac{\Delta h}{L}$ の和に等しい鉛直方向の物体力を受けるものとした。そして、供試体中央部でのこの物体力による圧力 p を圧密荷重として用いた。したがって、 p は次のようになる。

$$p = (\gamma' + \gamma_w \cdot \frac{\Delta h}{L}) \cdot \frac{L}{2} = \frac{1}{2} (\gamma' L + \gamma_w \cdot \Delta h)$$

図-2 は初期含水比 $w_0 = 75\%$ の供試体の圧密へ時間曲線を示している。各曲線における圧密荷重は、図中に示したように、それぞれ $p = 9, 14, 20, 35 \text{ gsf/cm}^2$ である。各圧密荷重での曲線の傾きは、2000 分を過ぎた付近で最大となり、20000 分ではほぼ一次圧密が終結している。このような逆S字型の曲線は、層厚の大きな正規圧密粘土供試体の $0.1 \sim 10 \text{ kgf/cm}^2$ 程度の圧力下での荷重増分の大きな圧密試験で得られる挙動と対応している。

図-3 は同じ供試体より得られた圧密曲線（いわゆる $e \sim \log p$ 関係）である。図中の点線は、同じ試料の三軸実験装置を用いた $100 \sim 500 \text{ gsf/cm}^2$ の圧力範囲での等方圧縮試験より得られた圧縮指数を用いて描いた正規圧密曲線を示している。図より圧密荷重が 15 gsf/cm^2 程度以下では、初期圧密曲線は正規圧密曲線と一致せず、いわゆる過圧密領域にあることがわかる。しかし、供試体の応力履歴から判断すれば、図中の $p = 15 \text{ gsf/cm}^2$ 付近での折れ曲がりとは従来からいわれてきている圧密降伏応力に対応する折れ曲がりとは異なるものと考えられる。ところで、三浦³⁾は、豊浦砂供試体において、 $100 \sim 500 \text{ gsf/cm}^2$ 付近でこのような折れ曲がりが生ずることを明らかにしている。これは、緩いしらすに於いて同様の結果（ 15 kgf/cm^2 程度以下では過圧密領域にあり、それ以上の圧力下で正規圧密曲線にのって行く）を得ている。図-3 に示した $p = 15 \text{ gsf/cm}^2$ 程度以下という超低圧下での粘性土供試体の挙動は、豊浦砂やしらす供試体の過圧密領域での挙動と対応しているものと考えられる。

ところで、今井⁴⁾は、超低圧下での粘性土の $e \sim \log p$ 関係は供試体の初期空隙比に依存することを実験的に明らかにしている。図-4 は、図-3 と今井⁴⁾の実験結果をもとに粘性土の超低圧下での $e \sim \log p$ 関係を模式的に

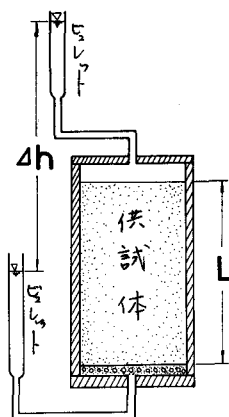


図-1 実験装置の概略図

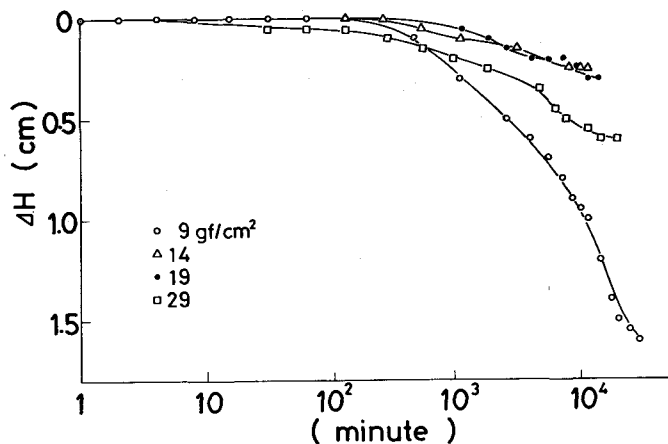


図-2 圧密～時間曲線

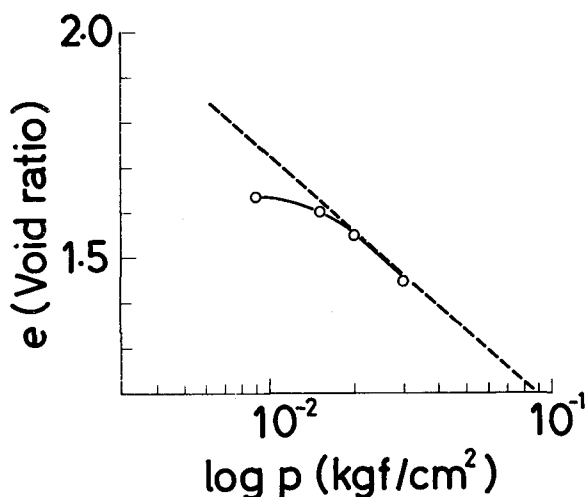


図-3 圧密曲線

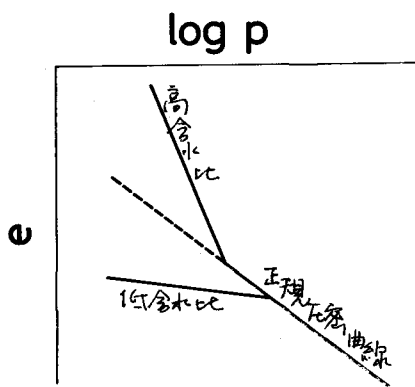


図-4 超低圧下での圧密曲線の模式図

示したものである。すなわち、図-4に初期含水比が高い供試体では初期圧密曲線が上方より正規圧密曲線に漸近し、一方、初期含水比が低い供試体では下方より漸近することとを示している。初期圧密曲線と正規圧密曲線の交点での圧力、あるいは、孔隙比が試料の塑性指数、液性指数等に依存するものと考えられる。この点は今後の検討事項である。さらに、砂質土の広範囲な圧力下での圧縮特性と図-3, 4に示した超低圧下での粘性土の挙動を対比すると、砂質土では、粘性土の高含水比に対応するような状態は圧力下では、水中でも空中でも実現できず、低含水比に対応する状態しか実現できないのではないかと考えられる。

4. あとがき

現在、初期含水比の異なる供試体を用いて同様な圧密試験を行っている。発表当日には、その結果を発表できる予定である。最後に、実験装置の作製等に精力的に働いてもらった本市技官に謝意を表します。なお、本研究は、昭和59年度科学庁研究費(一般C)の援助を受けたことを付記する。

参考文献

- 1) Imai, G. et al.: S & F, Vol. 24, No. 2, 1984.
- 2) Imai, G.: S & F, Vol. 19, No. 3, 1979.
- 3) 三浦: エキ論文報告集, No. 282, 1979.
- 4) エキ: エキ基礎, Vol. 32, No. 2, 1984.