

大阪大学大学院○学生会員 楊 光耀
 大阪大学工学部 正 会員 小田 和広
 大阪大学工学部 フェロー 松井 保
 大阪大学工学部 西本 英二

1.はじめに

粘性土の圧縮挙動に関する研究は工学的見地からそのほとんどが1MPa以下の応力レベルを対象したものであり、低圧から高圧までの広範な応力レベルにおける圧縮挙動に関する系統的な研究例は少ない。著者らは低圧(19.6kPa)から高圧(160Mpa)までの圧力の載荷が可能な圧密試験装置を制作し、粘土の広範な応力レベルにおける圧密挙動を調べてきた。

ところで、供試体の側方変形を拘束する一次元圧密試験では、供試体と圧密リングの間の側面摩擦が以前より問題となっている。特に、載荷圧力が大きくなればなるほどその影響は大きくなると考えられる。

本研究では、開発した圧密試験機を用い、圧力レベルに伴う圧密リングと供試体との摩擦特性の変化について明らかにするとともに圧縮特性におよぼす側面摩擦の影響について検討している。

2.試験試料および試験装置¹⁾

表-1 試料の物理特性

試料	比重	液性限界(%)	塑性限界(%)
練返し粘土(Ma12)	2.69	86.2	33.1

(1)試験試料

表-1は試験に用いた試料の物理特性について示している。試料は液性限界の2倍の含水比で練返した後、98.1kPaの圧力で再圧密し、作成されている。

(2)圧密リング

開発した圧密試験機では、浮動リング方式を使用するとともに、リング内面をテフロン加工し、さらにシリコングリースを塗布することにより側面摩擦力の低減を図っている。圧密リングの概略を図-1に示す。リングは内径60mm、高さ100mmであり、約160Mpaの高圧にも耐えられるように設計されている。ところで、浮動式リング方式では側面摩擦力を測定することは困難であるため図-2に示すような固定式リング方式に変更した。この方式では摩擦力は載荷重と下部ピストンの下のロードセルの測定値との差によって与えられる。

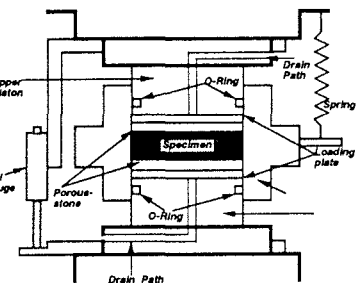


図-1 浮動式リング

(3)載荷装置

今回の試験では低圧および中圧載荷装置を用いた。低圧載荷装置は内径10cm、中圧載荷装置は内径45cmのエアーシリンダーがそれぞれ載荷枠上部に設置されており、低圧載荷装置では2MPa、中圧載荷装置では30Mpaまでの荷重をピストンを介して供試体上面に作用させることができる。

3.実験結果および考察

図-3は試験結果を示している。低圧載荷試験ならびに中圧載荷試験とともに載荷圧力に比べ実測された圧力の方が側面摩擦のため小さくなっている。側面摩擦特性を定量的に評価するためにTaylor²⁾によって提案された次式を適用した。

$$\frac{\Delta p}{p} = 1 - \exp\left(\frac{-2\mu H}{R}\right)$$

ここに、 Δp ：側面摩擦による底面における圧密圧力の減少量、 p ：圧密圧力、 H ：供試体の高さ、 R ：供試体の半径、 μ ：側面摩擦係数である。

図-4は側面摩擦係数 μ と圧密圧力の関係を示している。低圧載荷試験では側面摩擦係数は圧密圧力の増加に反比例して減少している。特に、圧密降伏応力以下ではその減少が顕著である。中圧載荷試験の結果も

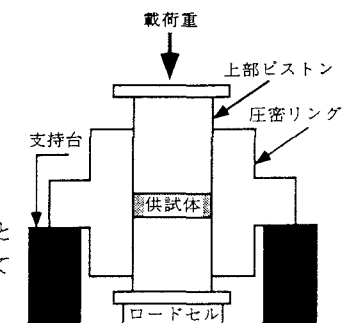


図-2 固定式リング

K.H.Yang, K.Oda, T.Mastui, E.Nishimoto

低圧載荷試験の結果と同様の傾向を示している。ところで、一連の試験では同一の供試体がいわれている。つまり、低圧載荷試験終了後、供試体を圧密リングとともに取り外し、あらためて中圧載荷装置にセットし、試験を継続している。このため、中圧載荷試験では、供試体は低圧載荷試験における最大載荷圧力 1.5MPa の圧力履歴を既に受けている。したがって、中圧載荷試験の 1.5MPa 以下の圧力レベルにおいて側面摩擦係数が大きくなっている理由は過圧密履歴の影響であると考えられる。このことは、中圧載荷試験の 3.5MPa の段階における側面摩擦係数と低圧載荷試験の最大圧密圧力下における側面摩擦係数の値がほぼ等しいことから推察される。

図-5 は圧縮曲線を示している。圧密圧力が 1MPa を越える領域では、圧縮曲線に与える側面摩擦の影響がほとんど認められないことが分かる。

まとめ

本報告では、一次元圧密試験における圧密リングと供試体の間での側面摩擦特性について検討した。その結果、圧力レベルが大きくなるにつれその影響が小さくなることが分かった。

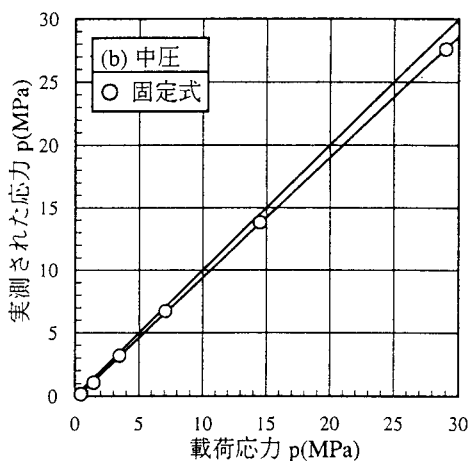
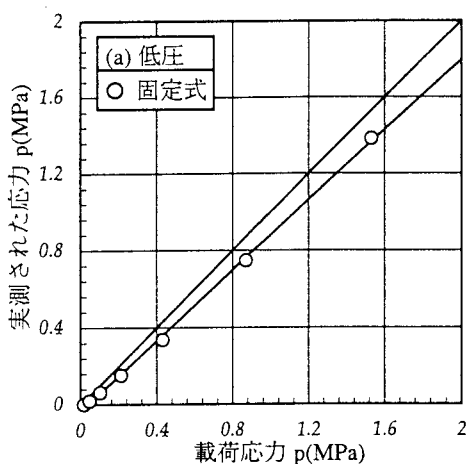


図-3 側面摩擦の影響

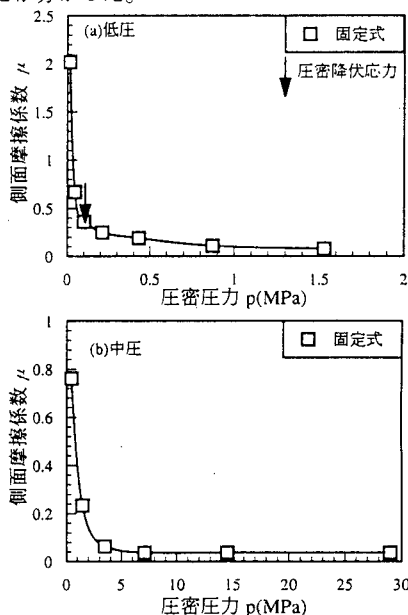


図-4 側面摩擦係数と荷重の関係

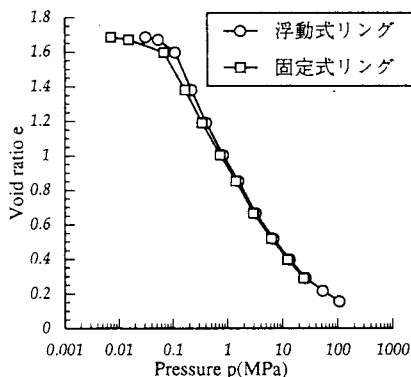


図-5 e-logp 関係

【参考文献】

- 1) 楊 光燭, 松井 保, 小田 和広: 広範応力レベルにおける粘性土の圧縮挙動に関する研究, 第 51 回土木学会年次学術講演会講演集, Ⅲ-A173
- 2) 最上武雄編: 土質力学, 技報堂, pp.452~453, 1969