

大阪大学大学院 正会員 小田 和広
大阪大学工学部 学生会員○米谷 作記子
大阪大学大学院 フェロー 松井 保

1. はじめに

粘土の圧密試験は、標準圧密試験のように粘土供試体に作用させる全応力を増加させ、それによって生じる過剰間隙水圧の消散に伴う変形挙動を観察する方法が一般的である。しかし、全応力は有効応力と間隙水圧の和であるため、全応力一定の条件下においても間隙水圧を増減させやれば圧密が生じる。今井らは、この原理を利用した間隙水圧制御方式の圧密試験によって、練返し粘土の膨潤挙動を良好に調査しうることを示している^{11, 2)}。本研究では、練返しカオリン粘土および不攪乱海底堆積粘土を用い、製作した間隙水圧制御方式の圧密試験機の性能を確認している。

2. 間隙水圧制御による圧密のメカニズム

間隙水圧制御圧密試験とは、全応力一定の状態のままで、供試体中の間隙水圧を変化させることにより、有効応力を増減させて圧密を行う試験法である。図-1に示すように鉛直方向の力の釣合いを考えると、次式のようになる。

$$P + u_b (A_s - A_r) = (\sigma' + u_b) A_s \quad (2-1)$$

次に、載荷荷重一定、すなわち全応力一定の条件の下で、間隙水圧 u_0 が $(u_0 + \Delta u_0)$ に変化したとする。このとき、有効応力 σ' が $(\sigma' + \Delta \sigma')$ に変化したとすれば、次式が成り立つ。

$$P + (u_b + \Delta u_b)(A_r - A_r) = (\sigma' + \Delta \sigma')A_r + (u_b + \Delta u_b)A_r \quad (2-2)$$

式 (2-2) を変形して式 (2-1) に代入すれば、有効応力の変化 $\Delta \sigma'$ は式 (2-3) のようになる。

$$\Delta \sigma' = - \Delta u_k (A_k / A_s) \quad (2-3)$$

すなわち、全応力一定の条件下においても、間隙水圧の増減により有効応力の変化が生じることが分かる。

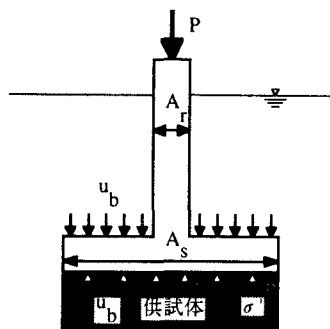


図-1 間隙水圧制御の概念図

3. 圧密試験機の概要

図-2は圧密試験装置の概要を示している。

圧密試験装置は圧密容器、載荷装置、背圧負荷装置、計測装置、給・排水装置から成っている。圧密容器については、ピストンと軸受けの間はペロフラムによってシーリングされている。試験では、供試体上面を排水、底面を非排水条件とし、上面から背圧を負荷し、底面で間隙水压を測定した。また、ロッドを介した載荷では、空気圧による複動式のペロフラムシリンダーを用いた。

供試体への背圧の負荷はステンレスパイプ

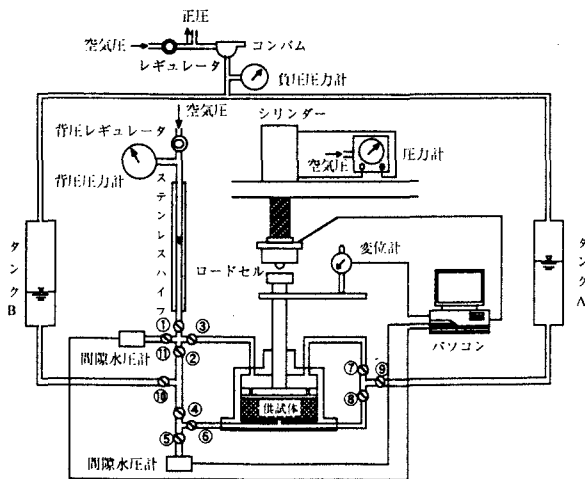


図-2 圧密試験機の概要図

を用いた背圧負荷装置によって行われた。背圧はステンレスパイプ内において空気圧から間隙水圧へと変換される。

4. 試料および試験方法

本試験に用いた試料は、練返しカオリン粘土と芦屋沖で採取された不攪乱沖積粘土である。カオリン粘土の物理特性は、土粒子比重2.63、液性限界101.4%、塑性限界34.3%、塑性指数67.1、初期含水比82.7%である。また、不攪乱沖積粘土の物理特性は、土粒子比重2.68、液性限界98.1%、塑性限界30.1%、塑性指数68.0、初期含水比105.0%である。表-1および2は試験ケースを示している。試験では所定の載荷圧に達するまでは、シリンダーによって圧密圧力を与え、その後間隙水圧制御方式による試験を行った。

5. 試験結果および考察

図-3および4は、それぞれカオリン粘土および不攪乱沖積粘土の試験結果を示している。両者とも、間隙水圧制御による圧密挙動と載荷圧制御によるそれとはほぼ一致しており、載荷方法の違いによる圧密挙動への影響は認められない。ここで、載荷圧増加の場合圧密初期段階において間隙水圧の挙動が乱れているのは、載荷の際、軸止めをはずしたことによる影響であると考えられる。

6. まとめ

本研究では、練返し粘土および軟弱な不攪乱沖積粘土を用い、新たに製作した間隙水圧制御圧密試験機の適用性を検討した。間隙水圧制御圧密試験による圧密挙動は、載荷圧増加方式によるそれと一致しており、本試験機の性能が確認された。

表-1 練返し粘土の試験ケース

圧密圧力(kgf/cm ²)		0	0.1	0.2	0.4	0.8
□-間隙水圧制御	載荷圧力(kgf/cm ²)	0	0.1	0.2	0.2	0.2
	背圧(kgf/cm ²)	5	5	5	4.05	2.14
○-載荷圧増加	載荷圧力(kgf/cm ²)	0	0.1	0.2	0.4	0.8
	背圧(kgf/cm ²)	5	5	5	5	5

表-2 芦屋沖沖積粘土の試験ケース

圧密圧力(kgf/cm ²)		0	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.4
□-間隙水圧制御	載荷圧力(kgf/cm ²)	0	0.3	0.4	0.5	0.5	0.5	0.9
	背圧(kgf/cm ²)	5	5	5	5	4.06	2.64	2.64
○-載荷圧増加	載荷圧力(kgf/cm ²)	0	0.3	0.4	0.5	0.7	1.0	1.4
	背圧(kgf/cm ²)	5	5	5	5	5	5	5

<参考文献>

- 1) 今井五郎, 辻村崇, 野津光夫 (1997) : 間隙水圧増加によるオエドメーター除荷実験の試み, 第32回地盤工学研究発表会, pp425~426
- 2) 今井五郎, 田中洋輔, 辻村崇 (1997) : オエドメーター試験から得られた粘土の除荷・再載荷過程の応力-歪挙動, 第32回地盤工学研究発表会, pp423~424

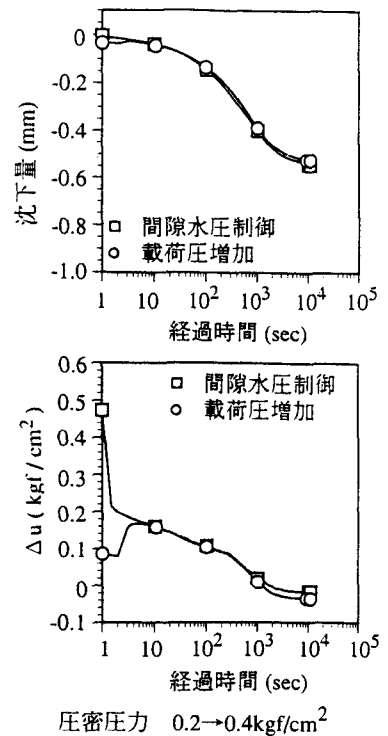


図-3 練返し粘土の試験結果

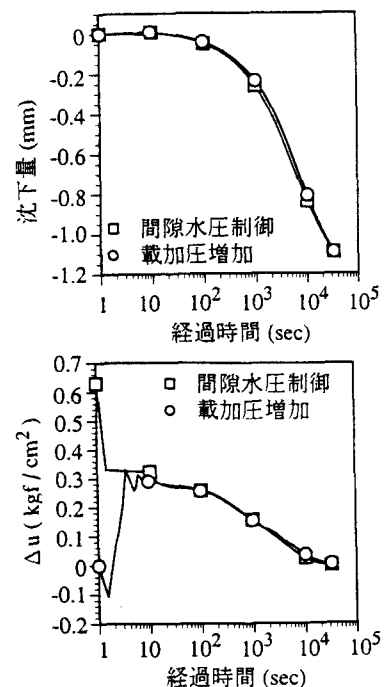


図-4 芦屋沖沖積粘土の試験結果