

学会基準型およびモールド拘束型による K_0 圧密・三軸圧縮試験の比較

佐賀大学理工学部

学生会員 ○片岡 健

佐賀大学低平地防災研究センター

F 会員 林 重徳

(株)ダイヤコンサルタント

正会員 高村 透

佐賀大学大学院

学生会員 中岡英雄

1.はじめに

自然の軟弱地盤における圧密に伴う土の強度を精度良く予測するためには、原位置の状態を正確に再現できる試験が必要である。試験方法としては三軸圧縮試験が挙げられ、その中でも供試体の側方ひずみを生じさせない、いわゆる K_0 状態での圧密が実際の地盤を正しく再現できると言われている。しかし、地盤工学会で基準化されている K_0 圧密非排水三軸圧縮試験は、一般に側方変位を測定することによって側圧の制御を行う。そのため、完全に側方ひずみを無くすることはできない。また、供試体の排水方向は周面排水となっている。筆者らのグループで開発を進めているモールド拘束型実験装置は、側方ひずみを無くするためにモールドを使用し、排水は上下排水となっている点が学会基準型とは異なっている。

本研究では、学会基準型およびモールド拘束型の 2 つの実験装置を用いて、 K_0 圧密とそれに続く圧縮試験を実施し、比較検討を行った。

2.実験装置

2.1 学会基準型 図-1 に学会基準型実験装置の概要を記す。二重セルを用いて内セルの水位を一定に制御する方法を用いる。軸方向に荷重をかけると供試体は側方向に広がり水位が上がる。これを差圧計で測定し、側方向応力を増加させることによって側方ひずみを制御するため、側方ひずみは完全にゼロではない。供試体の周面には短冊状に切ったる紙を巻くため、排水は周面排水である。

2.2 モールド拘束型 図-2 にモールド拘束型実験装置の概要を記す。モールドで供試体を拘束しているため、圧密過程の側方ひずみを完全にゼロに保つことができる。また、圧密中の摩擦軽減のため、モールドはセルに吊られている。供試体の周面にはる紙を巻かないため上下排水であり、自然地盤に近い排水状態であると考えられる。

3.実験方法

3.1 学会基準型 実験で用いる試料は、真空パックに保存した有明粘土 ($W=124.3\%$, $\rho=2.594\text{g/cm}^3$) を含水比 165%に調整後十分練り返し、塩ビモールド(直径 30cm、高さ 30cm)に入れ、鉛直方向に段階的に荷重を加えて、最終的に 7.84kPa で一次圧密を終了させた後、塩ビモールドから出してラップで包み、その上からビニール袋で覆って水中保存させたものを用いる。供試体は、圧密させた試料をトリマーで切りだし、直径 5cm、高さ 11cm に成形したものを用いる。

圧密過程の荷重はひずみ制御で行い、所定の圧密圧力になるまでひずみ速度 0.01%/min で圧密を行う。圧密は E/P コントローラーによって側方ひずみが常に $\pm 0.05\%$ 以下となるように、側圧が自動制御される。圧密終了時点で K_0 値を求めてせん断過程に移り、軸ひずみが 15%に達したら圧縮を終了する。せん断過程の荷重速度は、0.05%/min で行った。

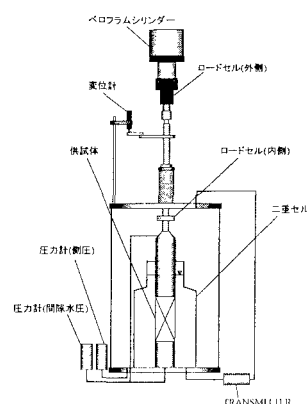


図-1 学会基準型実験装置

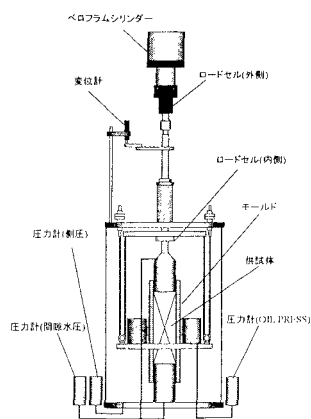


図-2 モールド拘束型実験装置

3.2. モールド拘束型 供試体は学会基準型と同様のものを用い、供試体の周りをモールドで拘束して、所定の圧密圧力になるまでひずみ速度 0.01%/min で圧密を行う。圧密終了後モールド拘束圧に相当する側圧を加えてモールドを外し、 K_0 値を求めて載荷速度 0.05%/min で、せん断過程を行った。

4. 実験結果および考察

圧密過程中的供試体の状態を知るため、学会基準型、モールド拘束型伴に同じ圧密圧力に達して圧密を終了した供試体の含水比を、上中下それぞれ 7 箇所ずつ測定した。その結果、同じ供試体を使ったにもかかわらず双方の圧密過程における供試体の状態に違いが見られた。

学会基準型は排水が周面排水であるため、供試体の中心部ほど含水比が高く、中心部と外側では 2% ほど差があったが、上中下ではあまり差が見られなかった。モールド拘束型は、上下排水であるため中間部が上・下端部に比べて 5% も高くなり、中心部と外側では、あまり差が見られなかった。また、モールド拘束型と学会基準型を比較した場合、モールド拘束型の方が学会基準型に比べて上・下端部で 10%、中間部で 15% も含水比が高くなった。この差はモールド拘束型が排水距離が長く、排水距離が短い学会基準型に比べて排水量が少ないために生まれたものだと考えられる。

圧密過程終了時の K_0 値を測った結果、学会基準型による No.1 の試料は 0.48、No.2 は 0.47 でほぼ一定となった。モールド拘束型による No.3 の試料は 0.49、No.4 は 0.25 であり No.3 は学会基準型とほぼ等しくなったが、No.4 は約半分の値を示した。

図-3 は学会基準型による、図-4 はモールド拘束型による有効応力経路を示したものである。試料の圧密圧力は No.1 が 97.02kPa、No.2 は 45.08kPa、No.3 は 94.08kPa、No.4 は 40.18kPa で、圧密過程を終了させたものである。学会基準型の応力経路は、No.1 と No.2 の形状にそれほど違いは見られないが、モールド拘束型の方は、No.3 に特異な形状が見られた。また、図-3 と図-4 を比較した場合、応力経路の大きさにかかなりの差がみられる。これは、学会基準型は排水量が多いため強度が上がっていき、モールド拘束型は圧密圧力の増加は早い排水量は少なく、供試体の強度はそれほど上がっていないためと考えられる。モールド拘束型の排水量が少ない原因として排水距離の違いが挙げられ、含水比測定結果からみてもモールド拘束型の供試体は圧密が終了していない。

学会基準型、モールド拘束型双方とも、圧密過程を終了した供試体内部の含水比にばらつきを生じており、ひずみ制御方式の圧密過程(方法)に根本的な問題がある。いかに均質な状態で圧密過程を終了できるかが今後の課題である。

5. おわりに

今回、供試体が自立する程度に圧密させた同じ供試体を使って実験を行ったが、2 つの K_0 圧密形式によって含水比や有効応力経路、 K_0 値に明らかな違いが見られた。モールド拘束型は、自立しない状態の試料をそのままモールド内に流し込んで実験することも可能なので、今後はさらに実験装置の改良と実験方法の確立を目指す予定である。

参考文献

- 1) 土の K_0 圧密三軸試験方法基準化委員会：土の K_0 圧密非排水三軸圧縮試験方法，1996 年
- 2) 土質工学会：土質試験の方法と解説，1990 年

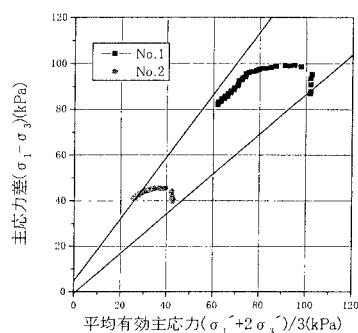


図-3 応力経路図
(学会基準型)

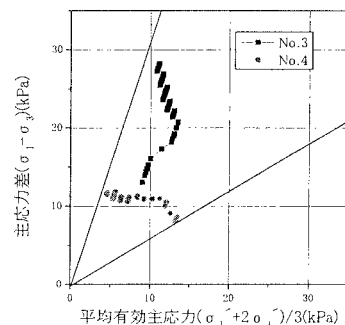


図-4 応力経路図
(モールド拘束型)