

# 定ひずみ速度載荷圧密試験における間隙水圧挙動の一考察

中部土質試験協同組合 ○加藤 雅也  
 " 坪田 邦治  
 " 久保 裕一

## 1. はじめに

地盤工学会では、圧密試験法として、「土の段階載荷による圧密試験」<sup>1)</sup>と「土の定ひずみ速度載荷による圧密試験」<sup>2)</sup>が制定されている。後者の圧密試験は、軟弱粘土～硬質粘土の圧密特性を得ることができ、段階載荷試験よりも時間短縮といった利点があり、近年、中部地域でも実務として普及してきている。

一方、地盤調査の重要性がより増していることから、当組合では高精度の地盤材料試験結果が常に求められる傾向にある。このことから、最新試験設備の導入・改良・維持管理、それに伴う試験技術の修得を行う必要が求められる。さらに、新規に導入した試験機の試験技術修得においては、「地盤材料試験の方法と解説」に掲載されている試験方法の手順をよく理解・修得することが重要である。

本報文では、定ひずみ速度載荷による圧密試験機を導入した際に主として問題となった間隙水圧に関して、種々の改良・検討を行った結果、良好な圧密試験結果が得られたので報告する。

## 2. 定ひずみ圧密試験の特徴と試験手順

### (1) 定ひずみ圧密試験の特徴

土を片面排水条件の下、一定ひずみ速度で連続的に載荷し、軸方向に加えた圧力と供試体非排水面の間隙水圧の変化から土の圧縮性、透水性および圧密速度に関する定数を求める。当組合の試験機の仕様を 図-1、表-1 に示す。

なお、参考までに本試験の長所と短所を以下に示す。

#### (主な長所)

- ① 試験時間の短縮、連続的なデータが得られる
- ② 土の圧縮性と透水性を土骨格の応力～ひずみ関係を仮定することなく独立して求められる
- ③ 粘土・有機質・砂質土まで適用範囲が極めて広い

#### (主な短所)

- ① 二次圧密に関するデータが得られない
- ② ひずみ速度の違いによる時間結果を受ける

表-1 当組合の定ひずみ圧密試験機的主要仕様

載荷方式	サーボモーター及びジャッキ サーボモーターの回転数を一定に保持し、載荷速度の安定化
載荷速度	0.002～0.04mm/min 無段変速
最大荷重	50 kN
背圧負荷	空気調圧式
最大背圧	0.9MPa (圧力表示: デジタル)
背圧槽	バルーン内臓型
荷重計測	ひずみゲージ式荷重計 20 kN
変位計測	リニアゲージ 0.001 × 30 mm
間隙水圧計測	圧力計 1MPa
圧密容器	完全密閉型 耐圧0.99MPa ステンレス製
適用供試体	φ= 60, h=20 mm
反力機構	2本柱+ヨーク

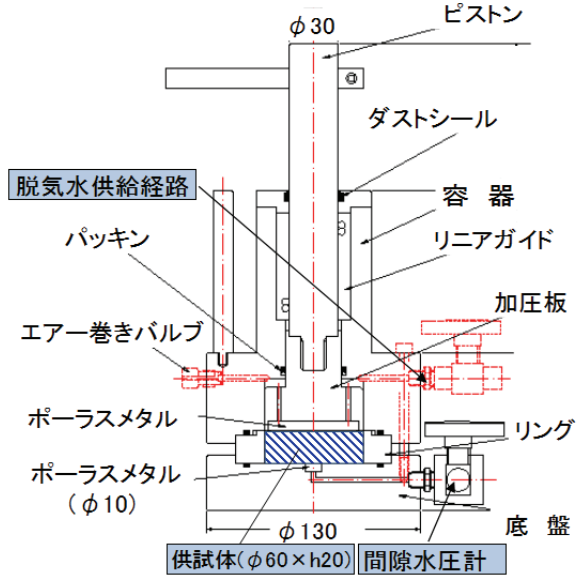


図-1 当組合の定ひずみ圧密試験機の構成

### (2) JIS A 1227 が規定する試験手順のポイント

試験手順は試験法に詳述されているが、主なポイントは以下の所といえる。なお、一連の操作供試体の吸水膨張を防ぐために手際よく行うことが望ましいと考える。

- ① 加圧板を供試体上面に置いて、圧密容器内の供試体を密閉する。供試体端面とポラスメタルを密着させるために、試料の圧密降伏圧力の推定値の10%を超えない程度の圧力で加圧板を短時間押す。
- ② 加圧板の載荷ピストンを荷重計で固定して、水浸時に供試体の吸水膨張を許さないようにする。
- ③ 供試体内に段階的に背圧(50kN/m<sup>2</sup>～200kN/m<sup>2</sup>)を作用させて、供試体底面の水圧の変化を記録する。なお、供試体底面の水圧の測定値が十分短い時間内で背圧に等しくならない場合には、水圧の値が背圧にほぼ一致するまで放置するか、背圧を増加させる。また、圧密容器の構造によっては、背圧によって加圧板に上向きの力が作用する可能性があるため、その値を記録する。
- ④ コンシステンシー試験に応じた適切なひずみ速度(0.01%/min～0.1%/minの範囲を標準)を決定する。

## 3. 課題となった間隙水圧の正常化への工夫

### (1) 背圧経路に関する試験法の不備

試験法の手順では、試験中の脱気水供給経路(背圧経路)の開閉指示が記載されていないため、間隙水圧が急速に上昇しオーバーロードする事態(図-2)となった。試験機メーカーに操作手順を説明し問い合わせたが、オーバーロードする理由が解らないとのことであった。

通常、間隙水圧測定を行う際には、背圧経路を閉じ試料内部の水圧のみを測定する方法が一般的である。しかし、ジオ・ラボネットワーク内で情報交換した結果、試験過程での背圧経路は開口測定を行うとの情報を得た。

以後、背圧経路を開いたまま試験を行ったところ、オーバーロードすることなく測定が出来るようになった。

この原因は、背圧経路を解放していない為に加圧版により、圧密容器内の供試体の間隙水圧が上昇し、供試体下部の間隙水圧が急上昇したものと思われる。定ひずみ圧密試験においては、間隙水圧は重要な測定項目であるため、今後、試験法の改訂時に詳細な手順の記載が望まれる。

(2) 間隙水圧測定装置の構造的な不備

背圧経路の問題が解決した後、試験手順を見直し動作確認のためのランニングテストを行ったところ、初期の間隙水圧の発生が波を打つ様な挙動が得られた。併せて、初期の間隙水圧の値が異常に小さく(図-3(A))なった。間隙水圧計を確認したところ不備は見られなかったが、間隙水圧計が縦に設置されていることに気がついた。

通常、試験機の間隙水圧計は垂直に設置すると空気抜き孔の上部に気泡が溜り、空気が十分抜けない可能性がある。このことを計測器メーカーに問い合わせたところ、水平・垂直どちらでも測定は可能だが、水平設置を推奨するとの回答だった。この事から水平設置に改良した。

(3) 加圧板設置による試験法の問題

圧縮過程での初期段階で間隙水圧の立ち上がりに異常値を示した(図-3(B))。特徴としては、脆弱な試料ほど初期の測定値に異常が見られることが判った。

この原因を検証した結果、試験法の「载荷初期の加圧版の設置時に、試料の圧密降伏応力の推定値の10%を超えない程度の圧力で加圧板を短時間押す」の手順によると考えられる。推定の圧密降伏応力が100kN/m<sup>2</sup>前後の試料に対しては、加圧板の自重で十分であり、押すことにより初期段階の応力や間隙水圧を過度に上昇させていると考えられる。この点も次回改訂時に留意が必要といえる。

(4) 間隙水圧の挙動が  $e \sim \log P$  に与える影響

前項の(2)で得られた間隙水圧の値により  $e \sim \log P$  では、初期において、間隙比  $e$  の挙動が上下に振れている(図-4(A))ことが判る。また前項(3)で得られた値では、17 kN/m<sup>2</sup>付近で垂直に下降しているのが解る(図-4(B))。

定ひずみ圧密試験機導入における主として間隙水圧における様々な問題を把握し、工夫・改善した結果、最終的に、不攪乱試料を用いた検証を行い、試験法が規定する圧密試験結果が得られることを確認した(図-5)。

4. まとめ

試験機の製作・設置時の不備を順次改良し、新しい試験技術を修得することが良好な試験データを得る大切な要素であろう。このためには、試験機の構造を十分理解した上で使いこなすとともに、試験法を「改訂する」位の気概を有することも試験技術者としての使命であると考えられる。

今後は、「段階载荷圧密試験」と「定ひずみ圧密試験」の比較検証を行うなど、定ひずみ圧密試験のより一層の精度向上を目指したい。これらの成果が発注者を通じて社会に少しでも貢献できれば幸いであると考えている。

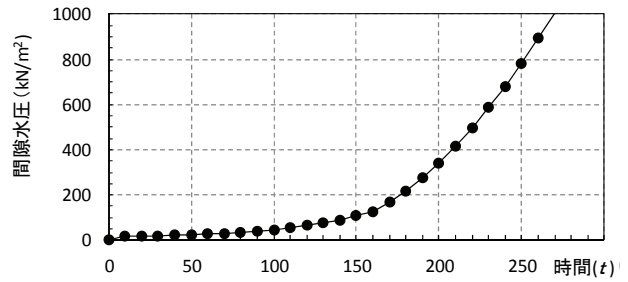


図-2 オーバーロードした時間-間隙水圧

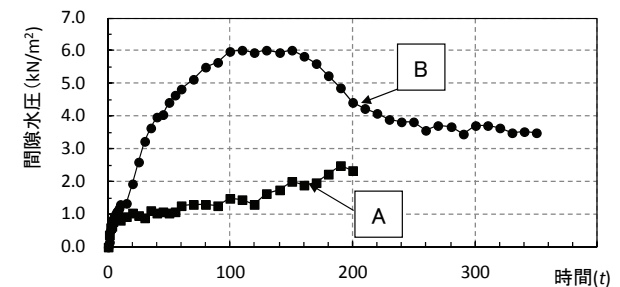


図-3 時間-間隙水圧関係 (未完成)

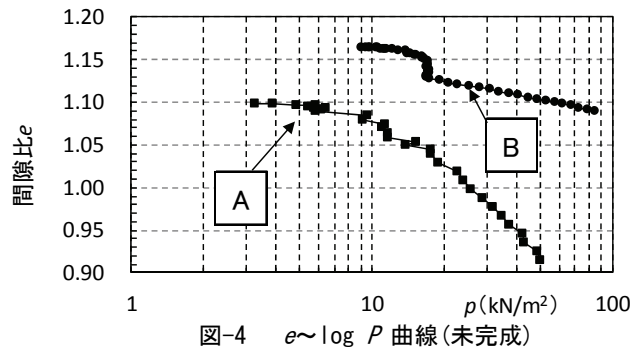


図-4  $e \sim \log P$  曲線 (未完成)

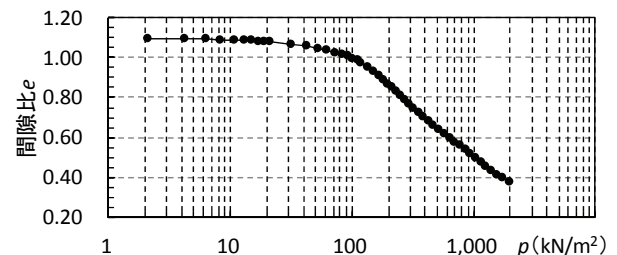
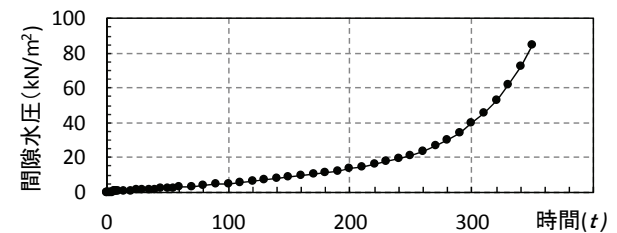


図-5 検証後の良好なデータ

《引用・参考文献》

- 1) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p.462, 2009
- 2) 地盤工学会：地盤材料試験の方法と解説-二分冊の1-, p.500, 2009