

III-111

高温で再圧密した粘土を用いた定率ひずみ速度圧密試験について

運輸省港湾技術研究所 土田孝・水上純一

○(株)ダイヤコンサルタント 小泉和広

1. はじめに

沈下解析に必要な圧密に関する諸定数を短期間に求める方法として、定率ひずみ速度圧密試験法がある。定率ひずみ速度圧密試験は、供試体に一定速度の軸変位を強制的に加えて、軸圧力、軸変位、間隙水圧を測定して圧密圧力～圧縮量の関係や圧密定数などを求める試験であり、試験期間が短縮できること、連続的な $e - \log p$ 関係を求められること、試験の自動化が容易に出来ることなど、標準圧密試験にないいくつかの利点を持っている。しかし、定率ひずみ速度圧密試験を実際の業務に用いるには、現行の標準圧密試験による結果との対応関係を十分に把握する必要がある。従来から、定率ひずみ速度圧密試験と標準圧密試験の結果を比較する研究は行われてきたが、両者の試験から得られる定数の関係については不明確な部分が残っている¹⁾。この原因として、不攪乱試料の試験結果においては結果にばらつきが大きくなり、一方室内で再圧密試料の試験結果の場合は、圧密降伏圧力 p_c が明瞭に表れないことが指摘できる。

本報告は、高温で再圧密することによって得られる高温再圧密試料が自然地盤から採取した不攪乱試料に類似した力学挙動を示す²⁾ことに着目し、この試料を使用して定率ひずみ速度圧密試験による結果と標準圧密試験の結果の関連性を調べたものである。

2. 定率ひずみ速度圧密試験試験方法

用いた試料は、大阪湾の沖積粘土を含水比200%に調整し、75°Cの温水の中でスラリーの状態から1.00 kgf/cm²まで、段階的に圧密して作成した。表1に、今回使用した高温再圧密試料の物理特性を示す。図1に、今回用いた定率ひずみ速度圧密試験機の圧密容器を示す。図のように、過剰間隙水圧を精度よく測定するために、圧密容器を密閉して背圧を付加している。試験においては、一定の速度でひずみを加え、供試体上面を排水面、下面を非排水面とする片面排水条件で圧密した。

3. 定率ひずみ速度圧密試験の結果

定率ひずみ速度圧密試験では、圧密圧力 p 、沈下量 h 、供試体底部の過剰間隙水圧 u が測定される。図2に、ひずみ速度0.02%/minで試験したときの実測データの経時変化の代表例を示す。図によると沈下量 h は、時間 t に対して直線的に変化しひずみ速度の制御がうまくいっていることがわかる。圧密圧力 p 、間隙水圧 u と時間の関係をみるとほぼ放物線形を示し、両者とも圧密降伏圧力 p_c を越えた付近から急激に増加している。これらの傾向は、いずれのひずみ速度でも同様である。

1) $e - \log p$ 曲線

図3に、ひずみ速度0.02、0.05、0.10、0.50%/minの $e - \log p$ 曲線と標準圧密試験から得られた $e - \log p$ 曲線を示す。図のように、ひずみ速度が大きくなるとともに $e - \log p$ 曲線は右側にシフトする傾向がある。しかし $e - \log p$ 曲線の形状は、ひずみ速度に依存せず相似であり、これらの傾向は従来の研究結果と同様である。また、いずれの曲線においても p_c は明瞭であり、高温再圧密した粘土の特徴が表れている。

W _L	W _p	I _p	G _s
93.1	37.1	56.0	2.68

表1 試料の物理特性

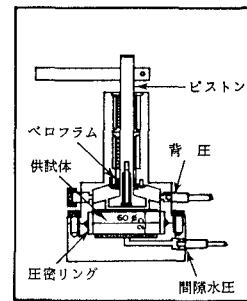


図1 定率ひずみ速度圧密試験機

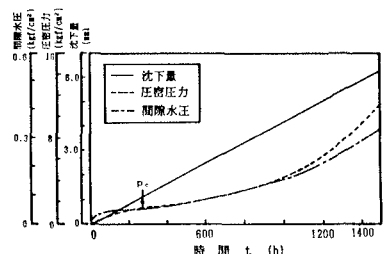


図2 計測データの一例

2) C_c と p/p_c の関係

図4に、標準圧密試験と定率ひずみ速度圧密試験(ひずみ速度0.02%/min)より得られる圧縮指数 C_c と p/p_c の関係を示す。ただし、ここでの C_c は標準圧密試験では、各圧力段階での接線勾配、定率ひずみ速度圧密試験では任意点での接線勾配であり、圧密圧力 p は各試験の圧密降伏圧力 p_c で正規化している。図をみると定率ひずみ速度圧密試験は、 p_c 付近で大きく変化し標準圧密試験より変曲点が明瞭であるので C_c が求めやすいことがわかる。また、正規圧密領域($p > p_c$)の C_c は、標準圧密試験の C_c とよく一致していることが確認できる。

3) ひずみ速度と圧密降伏圧力 p_c の関係

一般に、定率ひずみ速度圧密試験では p_c がひずみ速度に比例して大きくなり、標準圧密試験から得られる p_c とは異なる点が指摘されている。しかし、今までの研究ではデータにばらつきが大きくひずみ速度と p_c の関係は必ずしも明確でなかった¹⁾。図5に、今回の試験結果からひずみ速度と圧密降伏圧力 p_c の関係を示した。なお、 p_c は標準圧密試験による $p_{c, std}$ で正規化してある。図のように、 $p_c/p_{c, std}$ はひずみ速度の対数に対して直線的な関係になり、たとえばひずみ速度が0.01%/minは標準圧密に比べて p_c は約20%大きくなるがわかる。

4) 圧密係数 c_v

図6に、平均圧密圧力 p と c_v の関係を示す。図中には、標準圧密試験の結果も合わせて示しているが、正規圧密領域においては、 c_v についてひずみ速度による影響は見られず、標準圧密試験結果とよく一致している。

4. まとめ

以上の試験結果をまとめると次のようになる。

- (1) 定率ひずみ速度圧密試験において、ひずみ速度が大きくなるとともに $e - \log p$ 曲線は右側にシフトする。
- (2) 定率ひずみ速度圧密試験の正規圧密領域($p > p_c$)での C_c には、標準圧密試験の C_c とよく一致している。
- (3) 高温再圧密した試料を用いたことにより、 p_c はいずれのひずみ速度でも明瞭に表れた。また、正規化した圧密降伏圧力 $p_c/p_{c, std}$ は、ひずみ速度の対数に対して直線的に増加し、たとえばひずみ速度0.01%/minの場合、 p_c は $p_{c, std}$ よりも20%大きい。
- (4) 圧密係数 c_v は、正規圧密領域において、ひずみ速度による影響が見られず、標準圧密試験結果とよく一致する。

参考文献

- 1) 定率ひずみ速度圧密試験小委員会(1988): 定ひずみ速度圧密試験について, 特殊圧密試験に関するシンポジウム発表論文集
- 2) 土田他3名(1989): 高温再圧密試料による年代効果の再現 港湾技術研究所報告, VOL. 28, NO. 1 pp. 121-147
- 3) 土田他3名(1990): 高温で再圧密された大阪湾粘土の力学特性, 第25回土質工学研究発表会, 岡山

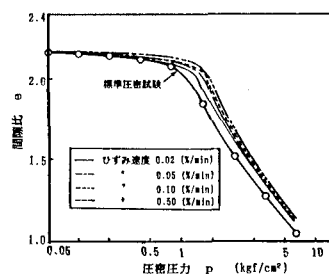


図3 ひずみ速度と $e - \log p$ 曲線

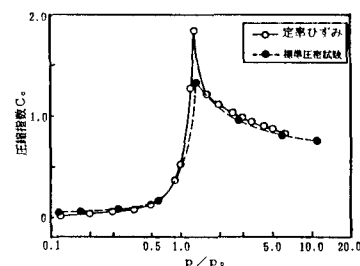


図4 圧縮指数と p/p_c の関係

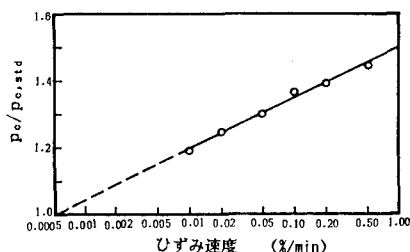


図5 ひずみ速度と圧密降伏圧力の関係

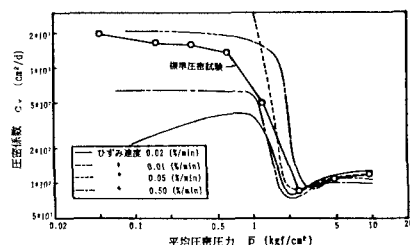


図6 ひずみ速度と圧密係数の関係