

運輸省 港湾技術研究所 正員 中島 謙二郎

土田 孝

1. はじめに

わが国の港湾構造物は、軟弱な沖積粘土層上に建設されることが多く、構造物の沈下や変形を解析する場合は粘土地盤の時間的効果を考慮する必要がある。粘土の時間的効果を調べる実験としては、三軸フリープ試験が代表的である。村山・柴田⁽¹⁾、栗原⁽²⁾は、実験室内で調整した粘土試料のフリープ特性を調べている。また、Finn⁽³⁾や、Vaid⁽⁴⁾は、現場から採取した乱さない試料を用いて一連の三軸フリープ試験を行なっている。ところで、粘土試料のフリープ試験を行なう上で問題となるのは、変形量が比較的大きいため、応力を一定に保つための断面補正が必要となることである。この作業を、試験者が行なう場合、長時間の退屈な作業に拘束されるので手軽にできる試験とはいえなくなる。また急速に変形が生ずる場合の誤差も出やすくなる。そこで、通常の三軸試験機に、パーソナルコンピュータとデジタル式空圧レギュレータを取り付けることにより、試験中の計測、断面補正をほぼ完全に自動化した三軸フリープ試験機を開発した。この試験機を用いれば、手間のかかると考えられた三軸フリープ試験を非常に簡単に行なうことができ、地盤の時間的な変形の解析を行なう場合の、三軸フリープ試験の有用性が高まると考えられる。

2. 試験機の概要

三軸フリープ試験の構成を図-1に示す。本試験機では、セル上部のペロフラムシリンダーより任意の軸力が得られるようになっている。さらにバルブの切り換えにより一定のひずみ速さで圧縮ができる。

ビュレットとセルの間に、水槽を設けているのは、試料から出た塩水がビュレットへ侵入するのを防ぐためである。可動部のエネルギーとなる空圧部については、背圧、平衡圧は、レギュレータにより操作を行ない、側圧、軸圧は、μDPコントローラとオンライン化したパソコンにより操作する。ただし側圧は、自動、手動の切り換えができる。μDPコントローラは、パソコンより送られてくる8ビットの信号を、圧力に変換する。このために圧力を256段階

にしか表わせない。そのため最大圧の0.4%以上の精度は望めない。このため、たとえば軸差応力 2.0 kgf/cm^2 に設定した場合変形の進行による応力は、 $1.99 \sim 2.00$ の範囲を変動する。

次に軸ひずみを与える場合はモーターによりシリンダーから油を押し出す装置とペロフラムシリンダーを直結する。

現在モーターのスウィッチ

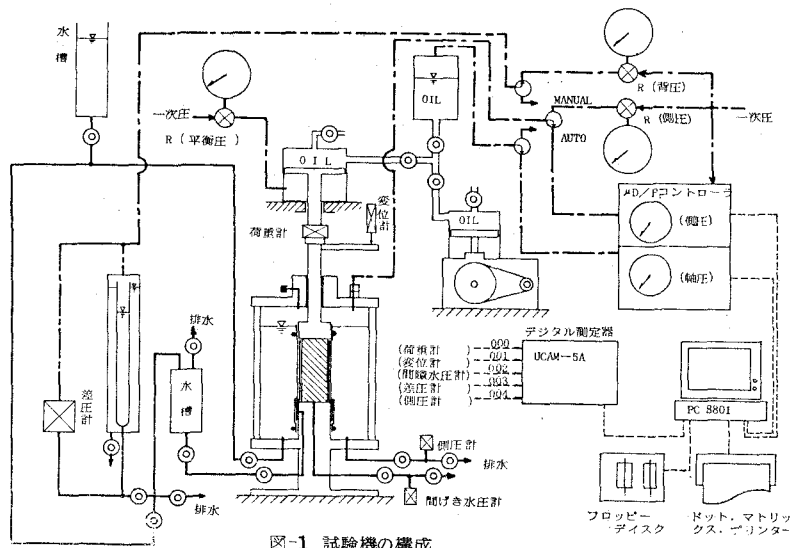


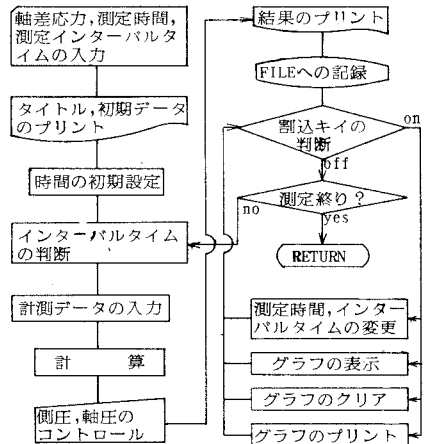
図-1 試験機の構成

チのオンオフは、手動で行なっているが、自動にすることも可能である。

次に計測装置について説明すると、各点で測定された垂直荷重、変位、排水量、間げき水圧は、デジタル測定器に読み込まれ、さらにRS232Cインターフェースによりオンライン化しているパソコンへ、データとして転送される。このことは、フィードバックによる操作が可能となり、試験の自動化によって精度の向上に役立つ。しかしながら、測定器からのデータの入力に約3秒、パソコンより信号を出して、圧力が収束するのに2~3秒かかるのでインターバルの基本単位を6秒としている。そのため、試験において急な軸圧縮に、操作が対応できなくなるため、プログラムによりカバーしていかなければならない。

図-2は、クリープ試験のサブプログラムの主な流れである。使用言語はN88バシックである。流れとしては、計測-コントロール記録の繰り返しであるが、特に注目するところは割り込み機能である。この機能のおかげで、測定中のインターバルの変更、グラフの表示などが可能になっている。また、ドットマトリックスプリンターによりこれらグラフのコピーができる。結果は、LP用紙とフロッピーディスクに記録を行なっている。

図-2 クリープサブプログラム・フローチャート



3. 実験結果

今回の実験では、横浜港大黒地区の粘土試料を 1.0 kgf/cm^2 で再圧密したものを用いた。試験は、背圧 2.0 kgf/cm^2 、有効圧 2.0 kgf/cm^2 で、1300分の等分圧密を行なった後、非排水フリープ試験を6ケースの軸差応力で行なった。結果は図-3のようになめらかなカーブを示している。また設定応力からのずれは、最も急激に破壊した 2.1 kgf/cm^2 の結果を見ると、荷重の載荷した直後に $-0.07 \sim -0.05 \text{ kgf/cm}^2$ 、測定中が $\pm 0.01 \text{ kgf/cm}^2$ 、破壊の直前に -0.03 kgf/cm^2 となっている。

参考文献

- 1) 村山栄田; 粘土のレオロジー特性について, 土木学会論文集, 1956年
- 2) 栗原; 粘土のフリープに関する実験的研究, 土木学会論文集, 1972年6月
- 3) W.D. LIAN FINN. CREEP AND CREEP RUPTURE OF AN UNDISTURBED SENSITIVE CLAY. 7th ICSMFE. 1973.
- 4) Yoginder. P. Vaid: TIME-DEPENDENT BEHAVIOR OF UNDISTURBED CLAY. ASCE. GT7. 1977.

図-3 時間 - 軸ひずみ

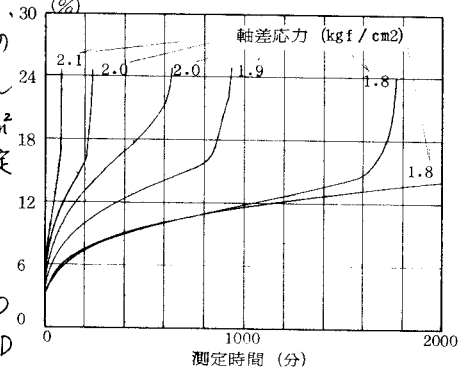


図-5 破壊時間と破壊強度の関係

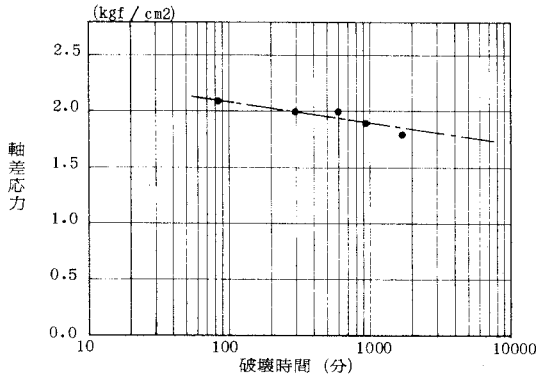


図-4 時間 - 間隙水圧

