

京都大学工学部 大西有三
同 〇 矢野隆夫
鹿島建設 芦田徹也

1. まえがき

土の力学挙動を室内実験で調査する場合、供試体に任意の応力履歴を与え、そして、その挙動を精度よく計測することが必要である。排水せん断や圧密のように、試験期間が長期に渡る場合とか、また逆に、繰り返し載荷試験のように、短期間に多量のデータ処理が必要な場合には、手動により制御計測を行うことは困難であり、マイクロコンピュータによる自動化されたシステムが要求される。本報告では、既報¹⁾の自動K。圧密三軸試験装置に改良を加え、高周波（数十Hzオーダー）による繰り返しせん断試験および、任意の応力経路による圧密試験を行えるようにシステムアップを行ったので、その概要について述べる。

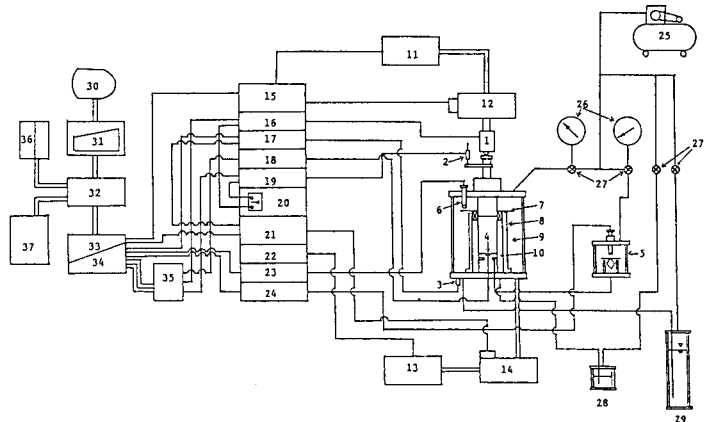
2. 試験機の構成

図-1に試験装置のシステム図を示す。本装置の特徴としては、①軸圧および、側圧は油圧によってそれぞれ独立して載荷しているため、高周波の振動に対しても応答できること、②K。圧密の制御方式として、二重セルによる内セル液水位一定法と、計算法を共に自動的に行えること、③排水量を電気的に高精度で計測できる排水量測定装置を開発した結果、軸圧の断面補正が自動で行えるようになったこと、④試験の制御プログラムは複数の処理を同時に実行するマルチタスク機能を有するOS9上で、高速コンパイラ言語を用いて実行させているので、リアルタイム計測制御が可能であり、試験後のデータ整理もマイコンにより正確、かつ、迅速に行うことができるなどが挙げられる。以下、圧力載荷制御系と三軸室および、排水系に分けて説明する。

(1) 圧力載荷制御系

軸圧は油圧シリンダーにより載荷され、荷重制御、変位制御の任意の選択ができる。荷重制御、変位制御の切り替えはフィードバックコントローラにより円滑に行うことができ、油圧の最大荷重は 10.0 kgf/cm^2 、LVDTのストロークは $\pm 25.0 \text{ mm}$ で、圧密からせん断を通じて軸変位を電気的に計測することが可能である。

側圧は側圧発生装置によって油圧



- | | |
|---------------------------------|---------------------------------------|
| 1 load cell | 20 feed-back controller |
| 2 L.V.D.T. | 21 lateral press servo controller |
| 3 pressure transducer (CP) | 22 oil press. source servo controller |
| 4 pressure transducer (PP) | 23 D.C. amp. (in cell W.L.) |
| 5 volume measurement instrument | 24 D.C. amp. (bullet W.L.) |
| 6 N.T.C. displacement sensor | 25 air compressor |
| 7 float | 26 pressure gauge |
| 8 inner cell | 27 air regulator |
| 9 water | 28 silicone oil tank |
| 10 silicone oil | 29 water tank |
| 11 oil pressure source | 30 CRT |
| 12 axial load cylinder | 31 CPU |
| 13 oil pressure source | 32 expansion interface |
| 14 lateral press cylinder | 33 DA converter |
| 15 axial load servo controller | 34 AD converter |
| 16 strain amp. | 35 peek holder |
| 17 D.C. amp. (CP) | 36 floppy disk driver |
| 18 D.C. amp. (PP) | 37 line printer or plotter |
| 19 D.C. amp. (disp.) | |

図-1 実験装置のシステム図

を水圧に変換し、チューブを介して三軸室へ圧力が伝えられ、最大圧力は軸圧と同様に 10.0 kgf/cm^2 である。

制御電圧は軸圧・側圧共にマイコンより伝えられ、計測→計算→制御（出力）のフィードバック回路により制御される。

（２）三軸室および、排水系

三軸室は外セルと内セルからなる二重セル構造をとり（図-2）、内セル液水位一定法によるK。圧密が可能となっている。すべての試験を通じて、内セル液としてはメンブレンを腐食にくい特殊なシリコンオイル（比重 1.26、フッ素シリコン FL100）を、外セル液には蒸留水を用い、長期試験におけるメンブレンの耐久性を向上させた。また、内セル液水位一定法によってK。圧密の制御を行う場合は、内セル液上に内セル液と外セル液の中間の比重を持つフロートを浮かべ、フロートから伸びたターゲットの上下変位を非接触型ギャップセンサーで計測し、これを初期値に収束させることによりK。状態を保たせた。計算法による場合は、排水量と軸変位を計測することにより、側方変位が生じないように軸圧・側圧を制御してK。状態を達成した。応力比一定圧密等では軸圧について断面補正を行い、所定の応力状態を実現した。

排水方式は、供試体が樽型変形等の不当な変形を起こさないように、側方排水方式を採用している。排水は供試体側面に巻かれたペーパードレーンを通じて、ベDESTAL側面にはめ込んでいるポーラスメタルに導かれ、今回開発された排水量測定装置（図-3）へ送られる。排水量測定装置による計測は、三軸セルと同様に二重セル内に浮かべたフロートの上下変動を非接触型ギャップセンサーを用いて計測している。なお、この装置で測定できる排水量の最小単位V。は、 $V。 = 9.425 \times 10^{-3} (cc)$ である。排水量測定装置は二重構造になっているので、上部から与えるバックプレッシャーによる変形誤差は取り除かれており、水面からの蒸発については、クロシンオイルと脱気蒸留水の二層方式にすることにより防がれる。

3. あとがき

自動化した三軸試験装置について述べたが、今回の装置は制御の精度の点で十分満足のいくものであった。試験結果については別掲論文^{2),3)}に示しているが、今後は、間隙水圧の測定について改良する必要がある。

参考文献

- 1) 大西有三・矢野隆夫・小西真治・芦田徹也：“マイクロコンピュータによる自動K。圧密三軸試験装置について”，第17回土質工学会
- 2) 大西有三・芦田徹也・安川郁夫：“繰り返し载荷を受けた粘土の強度特性について”，第20回土質工学会
- 3) 大西有三・芦田徹也・安川郁夫・森田悠紀夫：“繰り返し载荷を受けた粘土の圧密特性について”，第20回土質工学会

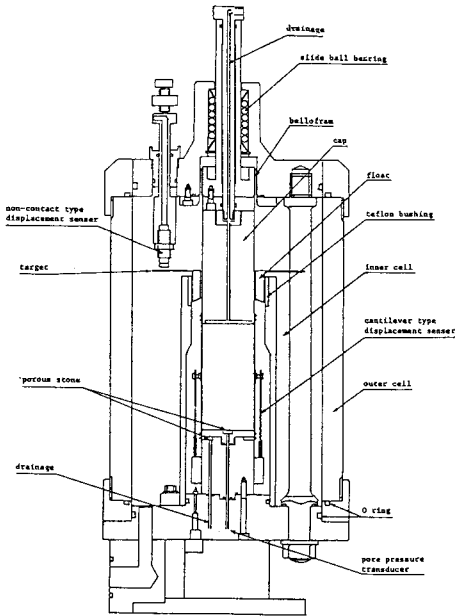


図-2 三軸室構造図

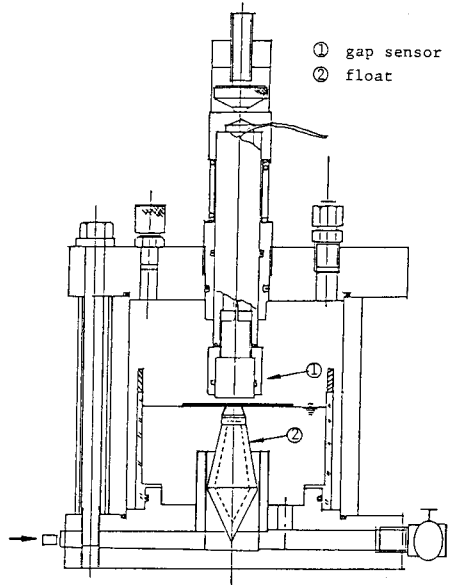


図-3 排水量測定装置