

フジタ工業(株)技術研究所 正会員 香川 和夫
 フジタ工業(株)技術研究所 正会員 石井 武美
 フジタ工業(株)技術研究所 金子 完朗

1 まえがき

土の分野において、変形解析の手法が発達するに従い、そのパラメータを求めるための土質試験にも、複雑な試験が必要とされるようになった。現在 提案されている構成関係式のいくつかは、圧密とせん断を分離する立場から、平均主応力一定試験と、主応力比一定異方圧密試験をそのよりどころとしている。このような複雑な応力経路の試験には、応力制御試験が便利である。一般に、排水条件のもとでの三軸試験は、長時間となるため、任意の応力経路の試験を人手なしでおこなえるよう、試験機を自動化することは、構成関係式の検討、および、実際に土材料のパラメータを求める上で、有意義であると考えられる。この報告は、手持の三軸試験機を、電子計算機と連動させ、自動化した試みを 記述するものである。

2 三軸試験自動化システム

2-1 システムの概要

システム設計の目標は、供試体をセット後、初期供試体寸法、応力経路などの試験条件を、試験室から電子計算機本体へ伝送し、複雑な応力経路をたどる試験を、試験室で、スタートボタンを押せば、人手を介さず終了させることにおいた。自動化をおこなった試験機は、エアールギュレータによる空気圧で、荷重の載荷をおこなっていた二重セル型の応力制御三軸試験機で、制御に用いた計算機は、IBM S/7 計算機である。計算機室と試験室は、約100m離れているため、アナログ及びデジタル信号伝送用のケーブルを布設した。自動的に 試験を終了させるために、リモートコントロール機構、荷重載荷機構、測定機構の 3機構が必要である。図-1 に システムの構成を示す。

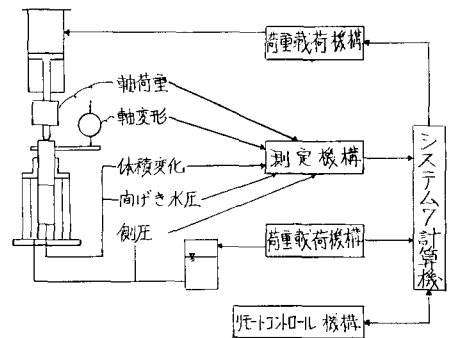


図-1 システムの構成

2-2 リモートコントロール機構
 試験条件の設定のためのデジタル数値の読み取り、あるいは、試験の開始、中断、測定の切り替え などの各種の指令を 計算機に伝送し、計算機で プログラム割込みをおこなわせるために、使用する。

2-3 荷重載荷機構

三軸試験機に、軸荷重、側圧を 載荷するために、計算機からアナログ出力可能な $0 \sim 10.23 \text{ V}$ の電圧を、試験に使用する $0 \sim 8.0 \text{ kg/cm}^2$ の空気圧に変換

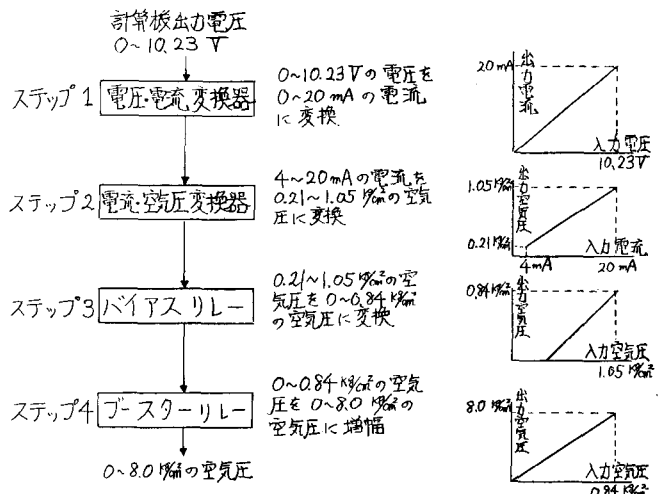


図-2 荷重載荷機構

する必要がある。単独の変換器で、このような作用をおこなうものが見いだせなかつたため、市販されている変換器を各種 組み合わせて使用した。図-2 に その構成と機能を示す。変換された $0 \sim 8.0 \text{ kg/cm}^2$ の空気圧を エア-シリンダに 導くことにより 軸荷重を載荷する。又、水置換して、側圧の載荷に使用する。

2-4 測定機構

測定項目は、軸変形、向けき水圧、供試体の給排水量、軸荷重、側圧である。軸荷重および側圧の測定値は、荷重のフィードバックにも用いる。軸変形、向けき水圧、軸荷重、側圧の測定には、それぞれ ストレインゲージ型の変換器を使用した。供試体への給排水量の測定は、図-3 に示す装置を試作し、給排水量を変位に置換し、ストレインゲージ型のダイヤルゲージで測定した。この装置により、普通の 20 mm (2000μ) のダイヤルゲージで、最大測定量 9 cc に対し、 0.005 cc までの測定が可能である。

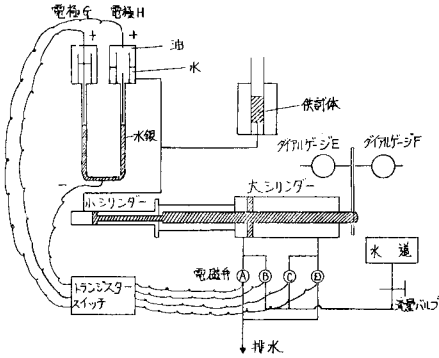


図-3 体積変化計

3 試験結果
システムの精度を検討するためにおこなった 初期の設定圧力とブルドン管による実測値の比較を、表-1 に示す。この表より、試作したシステムで、制御できる圧力は、フィードバックをおこなうことにより、最大荷重 8.0 kg/cm^2 に対し、 $0.02 \sim 0.03 \text{ kg/cm}^2$ におさえることができる。

時刻 (分)	設定圧 (kg/cm^2)	実測圧 (kg/cm^2)
1	1.00	1.02
2	1.00	1.02
3	1.00	1.02
4	1.00	1.02
5	1.00	1.02
6	2.00	2.05
7	2.00	2.03
8	2.00	2.02
9	2.00	2.02
10	2.00	2.02
11	3.00	3.07
12	3.00	3.05
13	3.00	3.03
14	3.00	3.02
15	3.00	3.02
16	4.00	4.07
17	4.00	4.02
18	4.00	4.02
19	4.00	4.02
20	4.00	4.02
21	5.00	5.00
22	5.00	5.02
23	5.00	5.02
24	5.00	5.02
25	5.00	5.02
26	6.00	6.00
27	6.00	6.02
28	6.00	6.02
29	6.00	6.02

表 - 1

密づめた 豊前標準砂(初期向けき比 0.68) の試験結果を 図-4、図-5 に 示す。この試験は、 $\sigma_3 = 6.0 \text{ kg/cm}^2$ のせん断試験と、最初 平均主応力 $\sigma_m = 2.0 \text{ kg/cm}^2$ でせん断し、主応力比 $= 2$ で異方圧密し、最後に $\sigma_m = 6.0 \text{ kg/cm}^2$ でせん断した 2 経路の結果である。試験結果は、若干のバラツキがみられるが、図-5 に みられるように、従来 予動でおこなっていた結果と ほぼ 同様の結果を得ることができる。

4 あとがき

従来、人か操作でおこなっていた 三軸試験を、計算機におこなわせた結果、若干のバラツキはあるものの、定性的なパラメータを求めるのに十分な結果が得られた。さらに、各部品の精度を高めることにより、構成関係式の研究にも 十分 使用できるものと思われる。

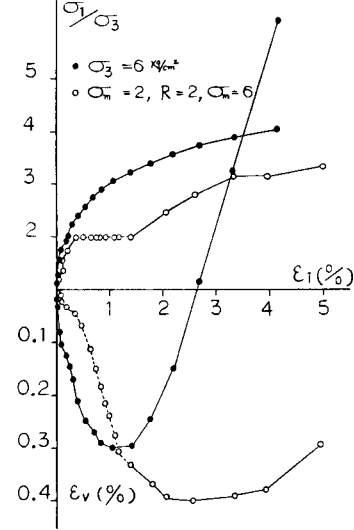


図-4 試験結果

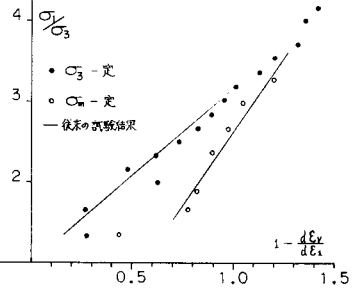


図-5 主応力比～ひずみ増分比