

空圧制御システムによる飽和砂の非排水繰返し三軸圧縮試験

山口大学工学部 ○ 学生員 藤井照久 山口大学工学部 正員 兵動正幸
山口大学工学部 正員 村田秀一 山口大学工学部 正員 安福規之

1. まえがき

砂地盤の液状化のメカニズムを究明するために、一般に油圧サーボ式繰返し三軸圧縮試験機で実験が行われている。しかし、この試験機は高価でありまた構造や操作が複雑であるため、普及率も低く試験方法も確立されていないのが現状である。著者らは、载荷条件を限定することにより構造が簡単でより安価である空圧制御式繰返し三軸圧縮試験機を試作した。本報はこの試験機による結果およびそれらの結果から得られた液状化強度特性について述べるものである。

2. 空圧制御式繰返し三軸圧縮試験機の試作

著者らが使用した繰返し三軸圧縮試験機の配管図を図-1に示す。空圧制御方式では、まず図中のP：ファンクションジェネレータで所定の正弦波を発生させ、その電気信号をO：電空圧変換機で空気圧に変換させる。そしてこの空気圧をM：ブースターで流量を拡大したのち、ペロフラムシリンダーの上室に与えるというシステムになっている。本試験機を試作するにあたり、以下のような工夫を行った。

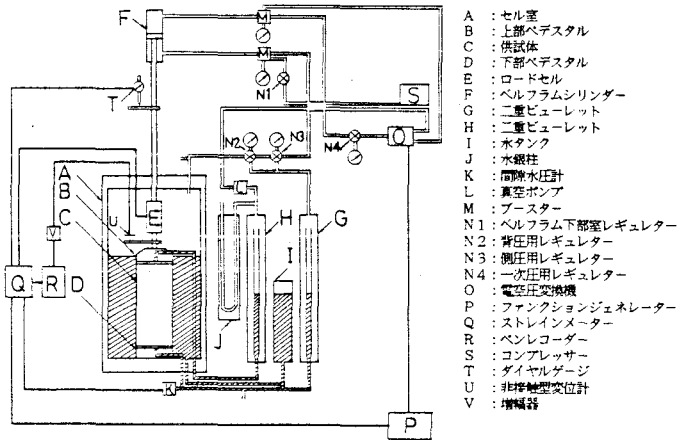


図-1 配管図

- 1) 軸受けにリニヤベアリングを取り付けることにより摩擦の軽減を行った。
- 2) ロードセルをセル内に設置することにより荷重をダイレクトに測定できるようにした。

3) 変位の測定については、微小変位は 10^{-6} ひずみまで測定可能な非接触型変位計を、大変位はダイヤルゲージを使用することにより計測を行った。

本試験機を試作していく段階で、ペロフラムの摩擦による波形の乱れ、B値(間隙水圧係数)が所定の値(0.96以上)まで上昇しないという問題が生じたが、以下の工夫を行うことにより解決した。ペロフラムの摩擦は、1) ペロフラム中の内圧を高めること、2) シールを取り除くこと、3) フッ素系潤滑剤を注入することにより軽減された。B値は、1) 供試体内の空気を CO_2 に置換する、2) 排水径路を簡略化する、3) 背圧を高める(2.0kgf/cm^2)ことにより所定の値まで上昇した。

3. 飽和砂の非排水繰返し強度の試験方法および試験結果

今回行った試験の、手順を以下に述べる。なお、実験に用いた試料は豊浦標準砂でその物性値は、 $G_s=2.643$, $e_{max}=0.956$, $e_{min}=0.605$ である。

- 1) 試料は、空中落下法で充填する。 $(\rho_s=1.538\text{g/cm}^3)$ になるように管理しておく)
- 2) 供試体を 0.3kgf/cm^2 の負圧で自立させ、供試体寸法を測定する。
- 3) 負圧を側圧に置き換え、供試体内の空気を炭酸ガスに置換したのち、供試体を飽和させB値の測定を行う。このときB値が0.96以上ないものは、実験を中止する。
- 4) 圧密応力 0.5kgf/cm^2 で等方圧密したのち、繰返し荷重を周波数 0.1Hz の正弦波で载荷する。

このような手順で実験を行った結果、図-2のような波形が得られた。この図を見てわかるように、圧縮荷重振幅 P_c 、伸張荷重振幅 P_e の比が常に $0.95 \leq P_c / P_e \leq 1.05$ 状態を満足しており、また $P_c + P_e$ は供試体の変形が進行しても $\pm 10\%$ 以下であり、非常にいい波形を描いている。図中で示している初期液状化というのは、間隙水圧が初めて拘束圧と一緒になった点、つまり有効応力が初めてゼロになった点を示している。この結果における、有効応力経路および応力～ひずみ関係を図-3、図-4に示す。

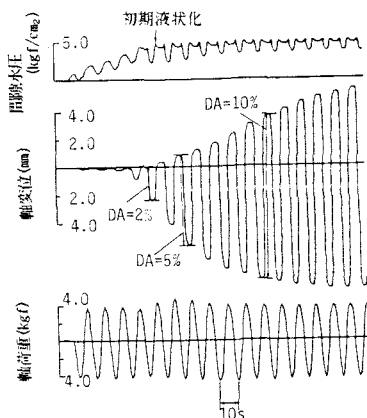


図-2 実験結果

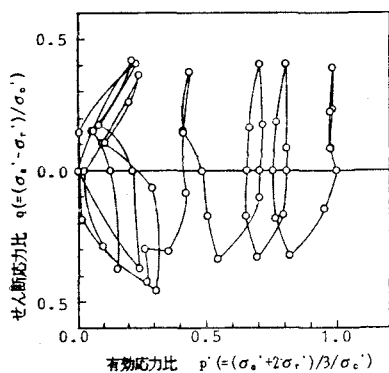


図-3 有効応力経路

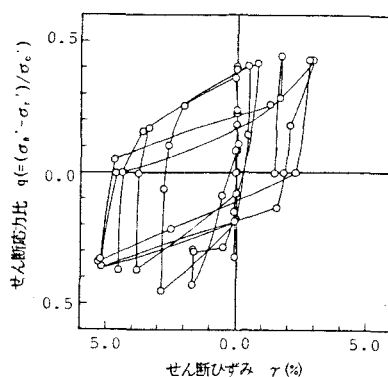


図-4 応力～ひずみ関係

図-5は図-2の中で示している初期液状化に達したときの繰返し回数 N 、および軸両振幅変形 (DA) = 2%, 5%, 10% になったときの繰返し回数 N_c と応力比 $(\sigma_d / 2\sigma_c')$ の関係を示したものである。ここで応力比は 0.1～0.4 の範囲で色々変化させた。この図から、DA=5% と初期液状化のラインが非常に類似していることが判る。従って、このどちらかの曲線を使用し液状化強度に対する判定をすることが望ましいと思う。今後は、この結果の中に含まれているメンブレンペネトレーションの影響を考慮した、より正確な液状化強度特性について検討することが必要であろう。最後に、本試験機を試作及び実験するにあたり精力的にご協力頂いた卒論生、志水俊文君 (現 東洋建設)、谷水秀行君 (現 山口大学大学院生) に感謝の意を表します。

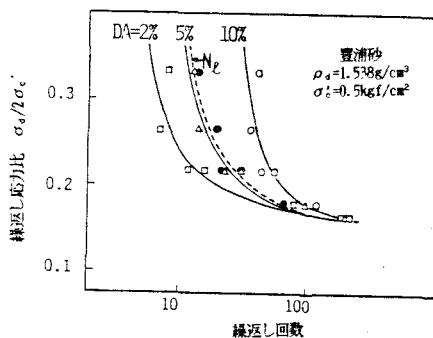


図-5 応力比～繰返し回数の関係

《参考文献》1) 龍岡文夫：室内土質せん断試験，生研セミナーテキスト (1985)