

応用地質調査事務所 正員 ○ 塚元伸一  
同 横田耕一郎  
同 今野政志

1. はじめに

土の液状化強度を求めるためには、繰り返し三軸試験機がよく用いられるが、地震時の地盤の応力状態を比較的良く再現するものとして、近年単純せん断型の試験機も用いられる。このタイプの試験機では、理想的な単純せん断状態を作り出すために種々の工夫がなされている。主な方法としては、通常のメンブレンのみを用いる方法（龍岡らによる<sup>※1)</sup>の他に積層リング（通常のメンブレンで密封した供試体の外側に厚さ1% 外径100%、内径73%のテフロン製のリングを積み重ねたもの）や、ワイヤメンブレン（ラセン状のワイヤーで補強したメンブレン）を用いる方法などがある。しかしながら、それらの方法の違いと、液状化強度との関係、或るいは、それらの適用等については、明らかにされていない点が多い。そこで今回は、上述の点を明らかにするため、Monterey No.0 砂 ( $G_s=2.65$   $e_{max}=0.85$ ,  $e_{min}=0.56$ 、粒度分布は図-1に示す)を用いて、液状化強度の比較実験を行なつてみた。以下、その結果を紹介する。

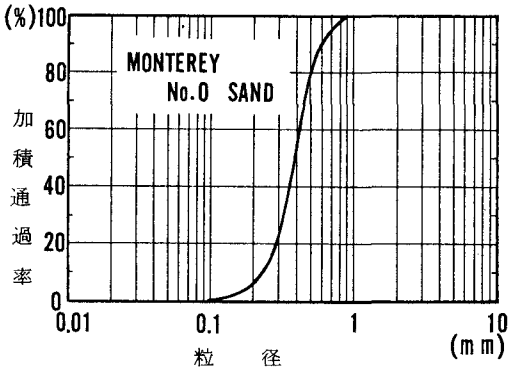


図-1 モントレー砂の粒径加積曲線

2. 試験装置 及び実験方法

今回使用した装置は、図-2に示す様に上部可動型の試験機であり、動的な載荷は、油圧サーボ方式によつて行なつている。その特徴は、拘束室付きであること、セル内にロードセルを備えていること、ロッキング低減のためのガイドを備えていることなどである。

実験条件は、表-1に示す通りである。通常のメンブレン、積層リング、そして、ワイヤメンブレンを用いた実験を、それぞれA法、B法、C法と以後呼ぶことにする。AとCの方法では、乾燥砂をモールド内に注ぎ込み、所定の密度となる様、衝撃を与えた後、水浸させ、凍結させて供試体を作成した。B法では、予め試験機にセットされたモールドに水を張つておき、乾燥砂を注ぎ込み、所定の密度となる様に衝撃を与えて供試体を作成した。圧密は全て等方圧密とし、<sup>※2)</sup> 圧密圧力は、 $0.5\text{ kgf/cm}^2$ ,  $1\text{ kgf/cm}^2$ ,  $3\text{ kgf/cm}^2$ の3種類とした。加振時には鉛直変位を生じさせない様

表-1 試験条件

| 項 目                 | 試料の作成方法 | B 値    | 圧密圧力                                     | 波形    | 周波数   |
|---------------------|---------|--------|------------------------------------------|-------|-------|
| A-Method (通常のメンブレン) | 凍結法     | 0.96以上 | 等方で、それぞれ 0.5, 1, 3 $\text{kgf/cm}^2$ の3種 | Sin 波 | 0.5Hz |
| B-Method (積層リング)    | 水中落下法   | —      |                                          |       |       |
| C-Method (ワイヤメンブレン) | 凍結法     | —      |                                          |       |       |

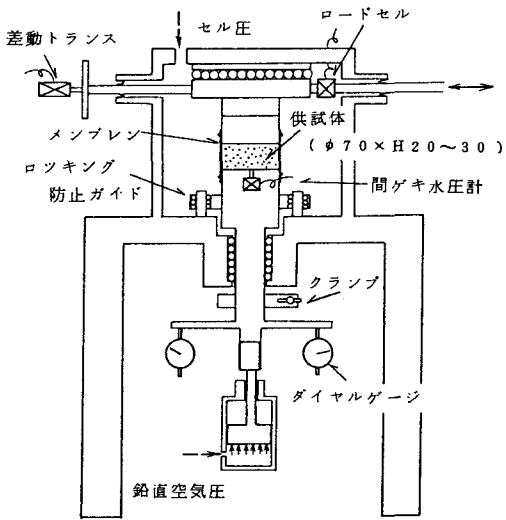


図-2 試験装置

にして、実験を行なった。

### 3. 試験結果

図-3に液状化実験の代表的な波形記録を示す。また、図-4には、応力比( $R\ell$ )とくり返し回数( $N_c$ )との関係を示す。ここでくり返し回数は間ゲキ水圧が初期の拘束圧に等しくなる時の回数を読み取ったものであり、また応力比は相対密度( $D_r$ )が45%時の値である。A法における $R\ell \sim N_c$ 関係図(図-4-a)には既存のデータ※1)も示してある。ここではくり返し三軸試験結果との比較を容易にするために平均有効主応力 $\sigma_m (= \sigma_v)$ を座標の縦軸に選んでいる。この図によると、今回のデータはややばらつきがあるものの既存のデータとよく一致している。また、a, b, c図を見ればわかる様に拘束圧は、 $0.5 \text{ kgf/cm}^2 \sim 3 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲では、 $R\ell \sim N_c$  関係に殆んど影響を及ぼしていない。図-4-dには、今回のデータを一括して範囲表示として示しているが、これによると同一のくり返し回数に対して応力比 $\tau/\sigma_v$ はA, B, Cの順に小さくなっている。(但しBとCの差は小さい)これはそれぞれの方法の側方の試料拘束条件が異なっているためと考えられる。ワイヤーマンブレンでは、拘束圧の一部がワイヤーで受け持たれるため、実際には試料に作用する側圧が小さくなる。また積層リングでもリングがメンブレンに完全に密着している部分では同様に側圧が小さくなると思われる。即ちB, C法ではA法に比べ、圧密終了時の平均有効主応力は小さく、その結果応力比が小さくてもよいと思われる。

### 4. むすび

積層リング、ワイヤーマンブレンでは、上述の様に条件が完全には明快ではない。原位位置での応力状態が明確な場合には、試験時の応力状態の明快なA法を採用することが望ましいと思われる。

5. 引用文献 ※1) Silver, Tatsuoka「Cyclic Undrained Strength of Sand by Triaxial Test and Simple Shear Test」(1980)ASCE, ※2) Ishihara, Yamazaki「Cyclic Simple Shear Tests on Saturated Sand in Multidirectional Loading」(1980)Soils and Foundations

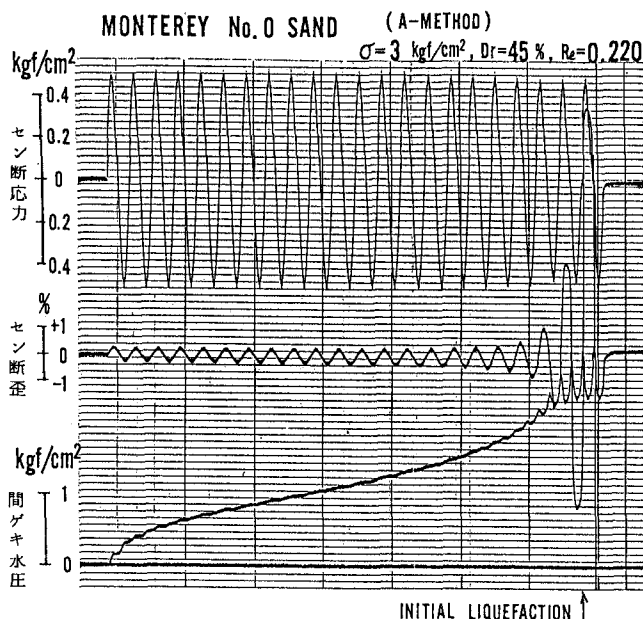


図-3 代表的な波形記録

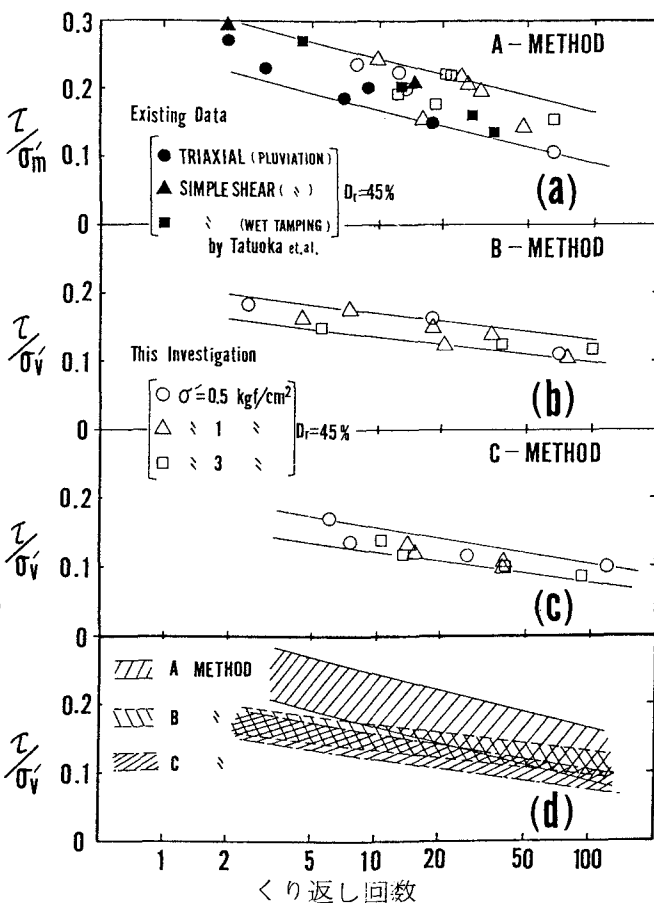


図-4 応力比とくり返し回数との関係