

微小ひずみレベルの振動を受ける飽和砂の体積変化特性

宇部工業高等専門学校	正会員	大原 資生
山口大学工学部	正会員	松田 博
山口大学工業短期大学部	正会員	山本 哲朗
山口大学大学院	学生員	○星山 英一

1. まえがき

近年は都市の発展に伴い、軟弱地盤上にも多くの構造物が築造されており、これらの地盤は構造物築造後においても機械振動、交通振動、地震などによる繰返し荷重を受けることが多い。そのため、土の動的変形特性に関する研究は従来から多く行われているが、外力により地盤内に生じるせん断応力やひずみが複雑なためにいまだ不明確なことが多く、とくに振動による体積変化特性については明らかにされていない点が多い。そこで、ここでは共振ねじり三軸試験装置を用い、飽和砂が微小ひずみレベルの振動を受けた場合の体積変化特性を調べた。

2. 試料および実験装置、方法

実験装置は、図-1に示した上部加振タイプの共振ねじり三軸試験装置である。また試料としては豊浦標準砂 ($G_s=2.655$, $e_{max}=0.996$, $e_{min}=0.660$) を用いた。まず、試料を十分脱気した後、圧密圧力を98kPaとして等方応力のもとで15分間圧密した。また、バックプレッシャーとして49kPaを負荷した。圧密後は周波数を30、50、70Hzとし、それぞれの周波数のもとでひずみ振幅 $\gamma=1.5 \times 10^{-4}$ 、 3.5×10^{-5} 、 5.0×10^{-5} としてねじり振動を与え、排水量と軸ひずみの時間的变化を測定した。振動の継続時間は60分としたが、別に振動を長期間(約24時間)継続するという実験も行った。なお、本装置では供試体の中心部と外周部ではせん断ひずみが異なるが、ここではその平均値を用いることとし、その測定には非接触型の変位計を用いた。

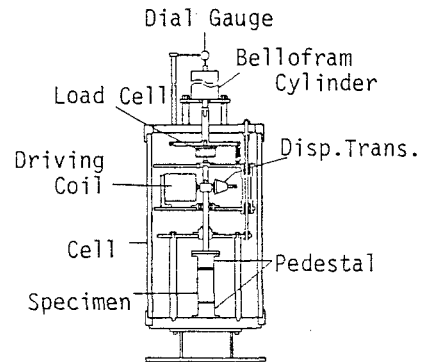


図-1

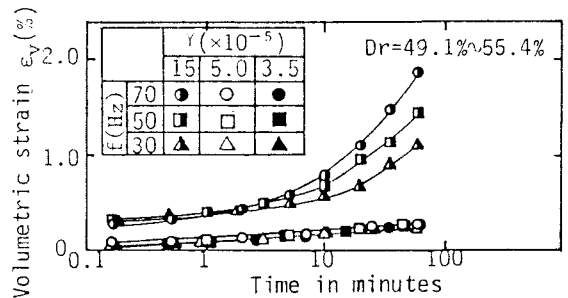


図-2

3. 実験結果および考察

図-2は、周波数を30、50、70Hzとし、ひずみ振幅を変化させて得られた体積ひずみの時間的变化を示したもので、 $Dr=50\%$ の結果である。同図より、ひずみ振幅が 5.0×10^{-5} と 3.5×10^{-5} では周波数の影響はみられないが、ひずみ振幅が 1.5×10^{-4} の場合には、周波数による影響が顕著で、周波数が大きいほど累積する体積ひずみも大きくなっている。一方、周波数と時間の関係からせん断の繰返し回数

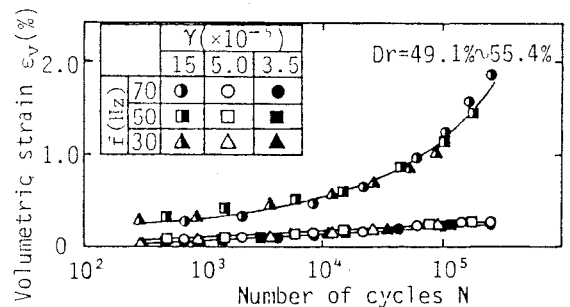


図-3

を求め、体積ひずみとの関係で整理したものが図-3である。図-2では、ひずみ振幅が大きいき体積ひずみ-時間関係は周波数の影響を受けたが、図-3から明らかなように、体積ひずみを繰返し回数との関係で整理すると、周波数の影響はみられない。また、 Dr が60、70、80%の場合においても同様の傾向が得られた。

そこで繰返し回数を一定 ($N=10^5$) として、相対密度と体積ひずみの関係を示したものが図-4である。多少ばらつきはみられるが、相対密度が小さいとき振動によって生じる体積ひずみは大きく、特にひずみ振幅が 1.5×10^{-4} のとき、その影響は著しい。

図-5は、図-4における体積ひずみのかわりに振動を与える前の相対密度 Dr と振動後の相対密度 Dr_c の比 Dr_c/Dr をとったものである。初期の相対密度が50%の場合、ひずみ振幅が 1.5×10^{-4} では相対密度は10-15%増加することがわかる。また、ひずみ振幅と体積ひずみの関係を示したものが図-6であって、同図より、せん断ひずみ振幅の増加とともに、体積ひずみは直線的に増加している。そこで、両者の関係から、体積ひずみを生じる限界のひずみ振幅を求めると、それは 3×10^{-5} となることがわかる。

Raymond等¹⁾は繰返し荷重を受けるフーチング基礎の沈下量を推定するにあたって、沈下量 S_N と繰返し回数の関係として次式を提案した。

$$S_N / \log N = a + b \cdot S_N \quad (1)$$

そこで、ここでは沈下量 S_N を体積ひずみ ε_v で置き換えて繰返し回数 N との関係を求め、実測値との対応を示したものが図-7である。両者はよく一致しており、体積ひずみと繰返し回数の関係は式 (1) によって近似できることがわかる。また同様な傾向は相対密度が60、70、80%の場合にも得られている。

4. まとめ

共振ねじり三軸試験装置を用いて、飽和砂が30-70Hzの範囲のせん断振動を受けた場合の体積変化特性について調べた。その結果、飽和砂の体積ひずみはせん断の繰返し回数との関係で整理すると周波数の影響はなくなること、微小ひずみレベルのせん断振動によって体積ひずみを生じる限界のひずみ振幅は、 3×10^{-5} 程度であること、さらに繰返し回数と体積ひずみの関係は式 (1) によって近似できること等を示した。

参考文献:

- 1) Raymond, G. P. and Komos, F. E. (1978), Repeated Load Testing of a Model Plane Strain Footing, Canadian Geotechnical Journal 15(2), pp.190-201.

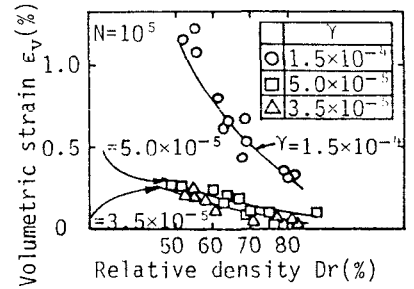


図-4

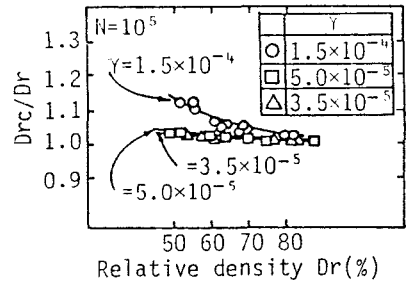


図-5

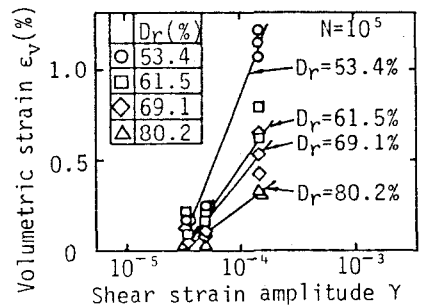


図-6

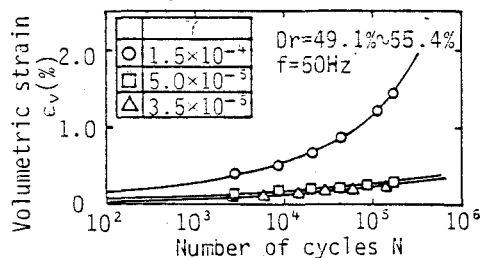


図-7