

不飽和まさ土の繰返しせん断試験

高松工業高等専門学校 正会員 ○土居 正信
 長岡技術科学大学 正会員 小川 正二
 岐阜工業高等専門学校 正会員 吉村 優治

1. まえがき 不飽和土のせん断特性については、飽和土のそれと比べて未だ不明な点が多い。さらに、繰返し荷重を受ける不飽和土の挙動に関する研究例は多くなく、交通荷重を受ける場合や地震時の安定解析のための基礎資料は不足しているのが現状であるものと考えられる。本報告では、このようなことを考慮し、不飽和土が繰返しせん断を受けたときの力学的挙動を解明するための初歩的な情報を得ることを目的として行った実験の結果について示している。なお、試料には香川県内にも広く分布し、土構造物構築用や埋立用材料などに用いられるまさ土を使用した。また、実験装置には比較的容易にせん断変形が得られる不飽和土用に改良した中空ねじり単純せん断試験機を用い、排気 (u_a 一定)・非排水条件のもとで実験を行ったものである。

2. 実験概要 高松市郊外より採取したまさ土の $850\mu\text{m}$ ふりを通したものを試料として用いた。このようなまさ土の 10% 通過粒径は $D_{10} = 5\mu\text{m}$ (50% 通過粒径は $D_{50} = 170\mu\text{m}$)、均等係数は $U_c = 4.7$ であり、土粒子比重は $G_s = 2.610$ であった。なお、細粒分 (粒径 $75\mu\text{m}$ 以下の土粒子) の含有率はおよそ 35% である。

供試体は、所定の含水比・密度となるように加水して金属性型枠内で突き棒で突固めた後、型枠とともに凍結させ、脱型・端面成形したものを図-1 に示す実験装置内に設置する。供試体 (5) の高さは $h = 11.3\text{cm}$ 、外径および内径はそれぞれ $d_o = 10\text{cm}$ および $d_i = 6\text{cm}$ である。

低側圧 (0.2kgf/cm^2) のもとで凍

結供試体を完全に融解させ、所定の側圧 σ_r と空気圧 u_a のもとで圧密する。およそ 2 日間で圧密が終了する。このとき、体積変化 (1, 2) および軸方向変位 (10) を測定し、繰返しせん断前の供試体の諸量を求めておく。本実験では、側圧が $\sigma_r = 1.0\text{kgf/cm}^2$ 、空気圧が $u_a = 0.5\text{kgf/cm}^2$ の 1 種類のみとした。繰返しせん断を開始する前の供試体内の間隙水圧 u_w は大気圧に等しくなっている。繰返しせん断は約 0.05% /分のせん断ひずみ速度で行い、トルク (7)、ねじり回転量 (8)、軸方向変位 (10)、体積変化 (1, 2)、発生間隙水圧および間隙空気圧を測定する。() 内の○付き番号は図-1 中の番号を示している。後述しているように、繰返しせん断中には供試体の高さ、体積、断面積などの諸量は時々刻々と変化するので、その都度更改しながらデータを収録している。なお、供試体台座 (4) に埋め込んだセラミックディスク (3) のエア-エントリーバリュ- (A.E.V.) は約 1.5kgf/cm^2 である。

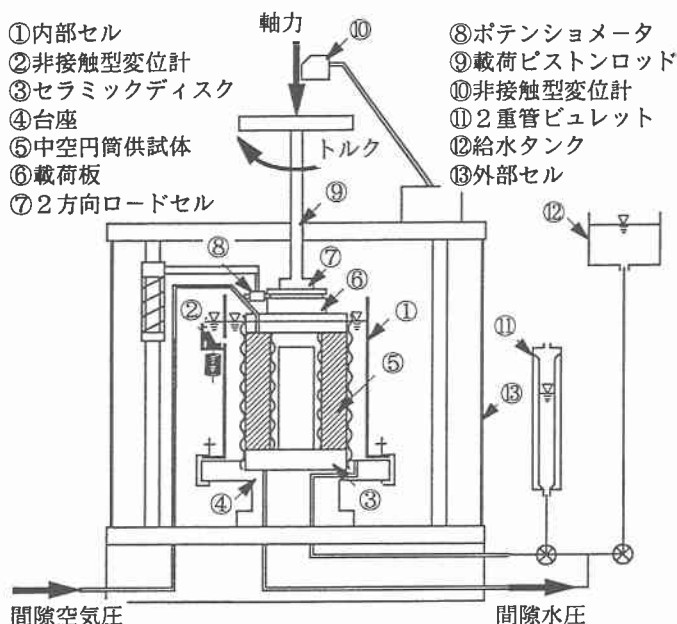


図-1 実験装置の概要

3. 実験結果 繰返しせん断応力振幅 $\tau = \pm 0.45 \text{ kgf/cm}^2$ を作用させた場合の結果を示す。このせん断応力振幅は、単調載荷における破壊時せん断応力 τ_f のおよそ90%（それに対応する破壊時せん断ひずみはおよそ6.5%）に相当するかなり大きい振幅である。図-2には繰返しせん断応力 τ とせん断ひずみ γ の関係、図-3には繰返しせん断応力 τ と体積ひずみ ε_v の関係そして図-4には繰返しせん断応力 τ と間隙水圧 u_w の関係を示している。繰返し回数は $N_c = 15$ 回である。

上述のように、破壊時せん断応力に近い繰返しせん断応力振幅を作用させたにもかかわらず、また、間隙水圧が上昇している（図-4）にもかかわらず、繰返しせん断による破壊は生じない。逆に、体積収縮による密実化（図-3）によって硬化している（図-2）ことがわかる。

図示していないが、ほぼ同じ諸量の供試体に対して、繰返しせん断応力振幅 $\tau = \pm 0.25$ および $\pm 0.35 \text{ kgf/cm}^2$ を作用させたときも同じような現象が認められた。また、繰返しせん断ひずみ振幅 $\gamma = 0.1, 0.2$ および 0.3 （%）のもとで繰返しせん断を行った場合についてもまったく同様の傾向を示す結果が得られている。

4. まとめ 不飽和まさ土の繰返しせん断特性を把握するために、中空ねじり単純せん断試験機を用いて排気（ u_a 一定）・非排水条件のもとで実験を行った。本報告における実験条件は非常に限られた場合ではあるが、繰返しせん断によって、供試体は体積収縮と間隙水圧の上昇をともないながら硬化することがわかった。これら3者の間には飽和度、間隙比（乾燥密度）、側圧、間隙空気圧などを介して何らかの関連性があるものと考えられる。今後は幅広い条件のもとでの実験データを蓄積し、不飽和まさ土の繰返しせん断特性を解明したい。

謝辞：本報告をまとめるにあたり、平成6年度高松高専卒業生である大林隆之君、竹地晃一郎君には協力していただきました。心より感謝します。

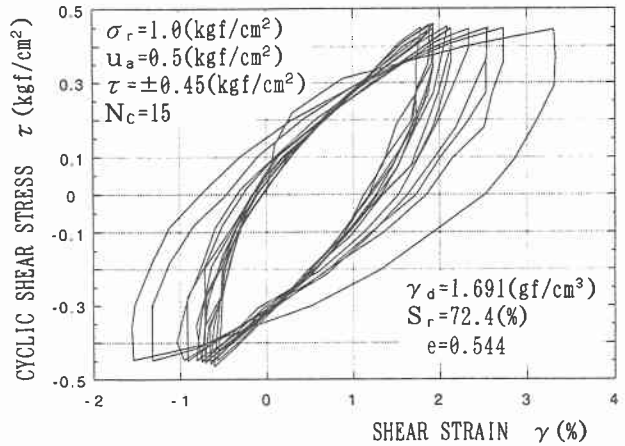


図-2 繰返しせん断応力 τ とせん断ひずみ γ の関係

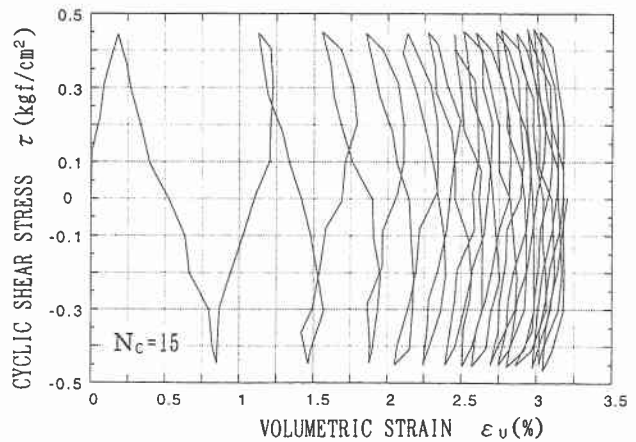


図-3 繰返しせん断応力 τ と体積ひずみ ε_v の関係

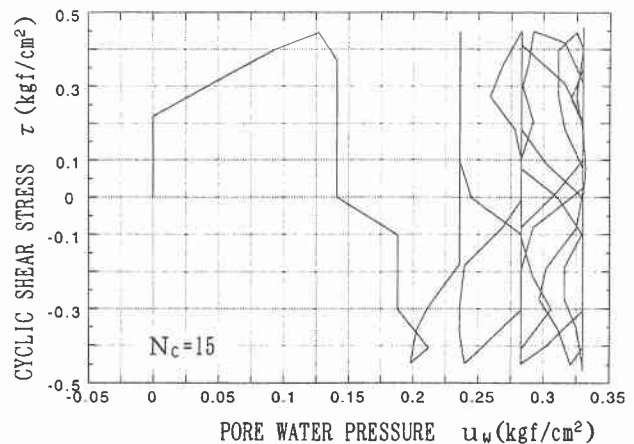


図-4 繰返しせん断応力 τ と間隙水圧 u_w の関係