

III-239

端面条件が砂の単調および繰返しねじり試験結果に及ぼす影響

北海道大学大学院 学生員 千葉 隆仁
 北見工業大学 正会員 山下 聡
 北海道大学工学部 正会員 土岐 祥介

1. まえがき

通常、中空ねじり試験を行う場合、供試体にせん断応力を伝達し、さらに供試体の回転角をキャップの回転角から正確に測定するために、端面で滑りが起きないようにキャップおよびペダスタルのポーラスストーンに金属製リブ（刃）を取り付け試験を行っている。しかし、どの程度の長さの刃を取り付ければ、端面に滑りを起こさずに試験を行うことができるのかは明らかにされていない。また、現在土質工学会で基準化が進められている「土の変形特性を求めるための繰返し中空ねじり試験方法」においても、刃の長さに対して規定されていない。そこで、本研究では端面条件として、ポーラスストーンのみの場合と2種類の高さの刃を取り付けた場合での、単調および繰返しねじり試験を行い、端面条件が広範なひずみレベルの変形特性に及ぼす影響を調べた。

2. 試験方法

用いた試料は豊浦標準砂である。供試体は高さ $H = 10\text{ cm}$ 、外径 $D_o = 10\text{ cm}$ 、内径 $D_i = 6\text{ cm}$ の中空円筒形で、相対密度 $D_r = 80\%$ になるようにバイブレーターで締め固めて作製した。端面条件としては図1に示すように、6枚のステンレス製の刃（高さ $h = 2\text{ mm}$ または 6 mm ）をキャップおよびペダスタルのポーラスストーンに埋め込むか、ポーラスストーンのみ（ $h = 0\text{ mm}$ ）とした。

試験は有効拘束圧 $\sigma' = 1.0\text{ kgf/cm}^2$ （B.P. = 2.0 kgf/cm^2 ）で等方圧密して行った。なお、供試体は全てB値0.95以上の飽和供試体である。

繰返し載荷試験は振幅一定、周波数 0.1 Hz の正弦波トルクを11サイクル与えた後、再び圧密しトルクを増加させて変形定数を求めるステージ試験によって行った。繰返し載荷は排水または非排水状態で与えた。非排水載荷では各ステージ間で排水し、間隙水圧を消散させた。試験結果は繰返し載荷10サイクル目で求めた等価せん断剛性率 G_{eq} および履歴減衰係数 h によって整理した。一方、単調載荷試験は、応力増分比一定で排水状態のもとで行った。両試験において、供試体の回転角はキャップに取り付けた鉄製ターゲットの変位を非接触変位計を用いて測定した。

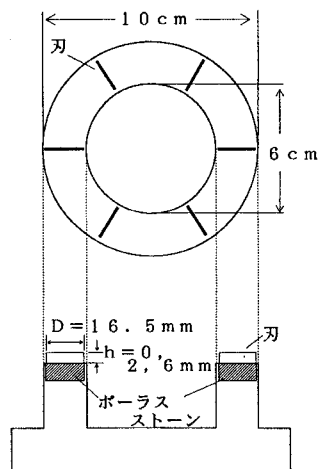


図1 端面条件の概略図

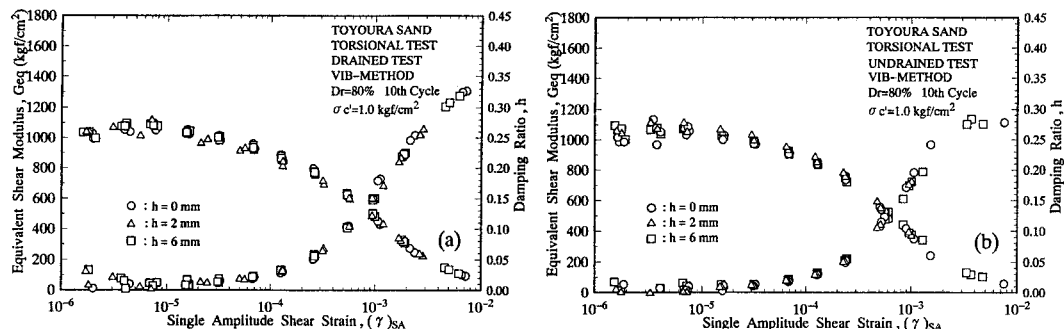


図2 端面条件が繰返し変形特性に及ぼす影響 (a)排水載荷 (b)非排水載荷

3. 繰返し載荷試験

図2(a), (b)は、刃の高さ $h = 0, 2, 6$ mmの端面条件のもとで行った排水状態または非排水状態の繰返し載荷試験結果を、 G_{eq} , $h \sim (\gamma)_{SA}$ 関係で示したものである。両排水条件において、片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA} = 10^{-6}$ から 10^{-2} の範囲のひずみレベルでの繰返し変形特性には端面条件の相違の影響は認められず、刃の有無および長さは結果に影響を及ぼさないようである。

4. 単調載荷試験

図3(a), (b)は、繰返し載荷試験と同様な端面条件のもとで行った単調載荷試験のせん断応力とせん断ひずみの関係を示したものである。図3(a)は0.1%まで、図3(b)は1.0%までの応力～ひずみ関係を示したものである。せん断ひずみがおよそ0.02%以下では、刃の高さの違いによる明確な順位性は認められないが、それ以上のひずみレベルでは明らかに端面がポーラスストーンの場合 ($h = 0$ mm)、園田ら^{1) 2)}の結果と同様、同じ応力レベルでの変形量が大きく、端面に滑りが生じていると言える。また、ひずみレベルが大きくなると刃の高さが2 mmと6 mmとではそれほど大きな差は認められないことから、2 mm程度の高さの刃があれば、滑りをあまり起こさせずに変形量を測定できることがわかる。

図4は単調載荷試験での割線せん断剛性率 G_{sec} および繰返し載荷試験での等価せん断剛性率 G_{eq} とせん断ひずみとの関係を示したものである。 $\gamma = 10^{-5}$ 以下の微小なひずみレベルでは、龍岡ら³⁾が指摘したように単調載荷試験と繰返し載荷試験で得られる変形係数はほぼ一致している。また、刃の高さの影響も明確には認められない。

5. あとがき

繰返し載荷試験から得られる G_{eq} , $h \sim (\gamma)_{SA}$ 関係には、刃の高さの影響は認められなかった。単調載荷試験では、ひずみレベルが大きくなると刃がない場合では明らかに端面で滑りが生じていると考えられた。しかし、不攪乱試料を用いて試験を行う場合、刃の高さを高くしすぎると供試体の設置が困難であり、砂質土の場合は2 mm程度の高さの刃を用いて試験を行って十分であろう。ただし、過去に洪積地盤から採取した不攪乱砂質試料を用いて液状化試験を実施した際、2 mmの刃を用いても端面に滑りが生じ、図4 単調載荷試験と繰返し載荷試験の比較試験を行えなかった経験があり、対象とする材料によってはキャッピングに工夫を施さない限り正確な変形-強度特性を求めることができないと考えられる。

【参考文献】

- 1) 園田昭二・龍岡文夫(1985): ねじりせん断と平面ひずみ圧縮せん断における砂の変形強度特性の関係, 第20回土質工学研究発表会講演集, pp. 295-298.
- 2) 園田昭二・龍岡文夫(1985): ねじりせん断試験における変形特性について, 第40回土木学会年次学術講演会概要集, 第三部, pp. 439-440.
- 3) Tatsuka, F. and Shibuya, S. (1992): Deformation characteristics of sands and rocks from field and laboratory tests. Proc. of 9ARCSME, Vol. 2, pp. 53-114.

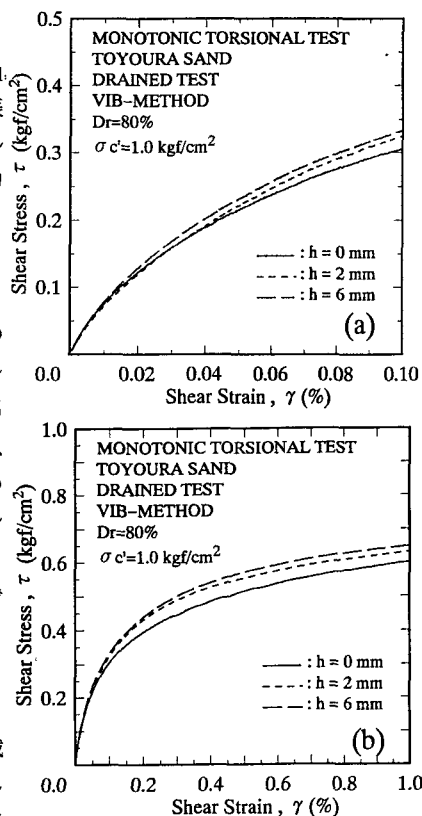


図3 端面条件が単調載荷試験結果に及ぼす影響 (a) $\gamma < 0.1\%$ (b) $\gamma < 1\%$

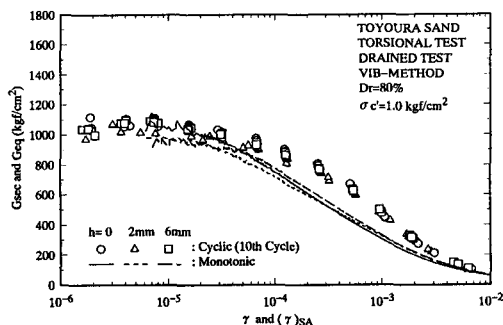


図4 単調載荷試験と繰返し載荷試験の比較