

粘性土の動的変形特性に及ぼす周波数の影響

山口大学大学院 学生会員○井上孝一
 山口大学工学部 正会員 兵動正幸
 山口大学工学部 正会員 吉本憲正
 山口大学大学院 学生会員 山田 卓
 山口大学大学院 学生会員 平方宏朋

1. はじめに

粘性土の動的挙動は、せん断力の速度の影響を強く受けることが知られている。しかし、比較的小さなひずみレベルにおける粘性土の動的挙動に及ぼす載荷速度の影響に関する知見は少ない。そこで本研究では、載荷周波数を 0.1Hz、1.0Hz、2.0Hz の 3 通りに変化させて、中空ねじり繰返し単純せん断による動的変形試験を実施し、粘性土の動的変形特性に及ぼす周波数の影響について検討した。

2. 試料および試験条件

本研究で用いた試料は佐賀県六角川河口で採取された六角粘土に粒度調整した珪砂を混入して作製した六角粘土混合土である。この粘土と珪砂の配合割合を乾燥重量比で粘土：珪砂=100:0、

30:70 とし、 $\sigma_{vc}=50\text{kPa}$ で一次元圧密し予圧密供試体を作製した。なお、予圧密終了時間は 3t 法を用いて決定した。表-1 に試料の物理的性質を、図-1 に粒度過積曲線を示す。以後各試料は表中の記号を用いて表し、試験名に含まれる 100、30 の数字は混合中の混合土全体重量に対する六角粘土の乾燥重量比率を表している。六角粘土の配合割合の低下に伴い細粒分含有率、粘土分含有率、液性限界、塑性指数、はいずれも低下することがわかる。圧密は側方土圧係数 $K=\sigma'_z/\sigma'_h=0.5$ の異方圧密状態で行い、初期有効鉛直応力 $\sigma'_{zc}=100\text{kPa}$ とした。載荷荷重は sin 波で周波数 0.1、1.0、2.0 の 3 通りである。1 載荷ステージにおいて 11 回繰返し載荷し、0.1Hz および 1.0Hz では 1 サイクルあたり 372 プロット、2.0Hz では 186 プロット、サンプリングした。図-2 に、RC100 において(a)

表-1 試料の物理的性質

試料名	試験名	FC(%)	PC(%)	w _L (%)	I _p
六角粘土	RC100	100.0	61.5	155.34	111
混合土	RC30	29.8	18.5	95.45	67.3

FC:細粒分含有率 PC:粘土分含有率 WL:液性限界 I_p:塑性指数

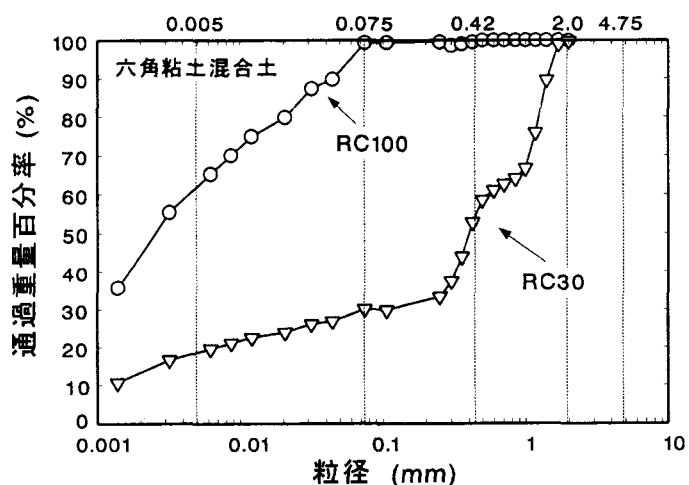


図-1 粒度過積曲線

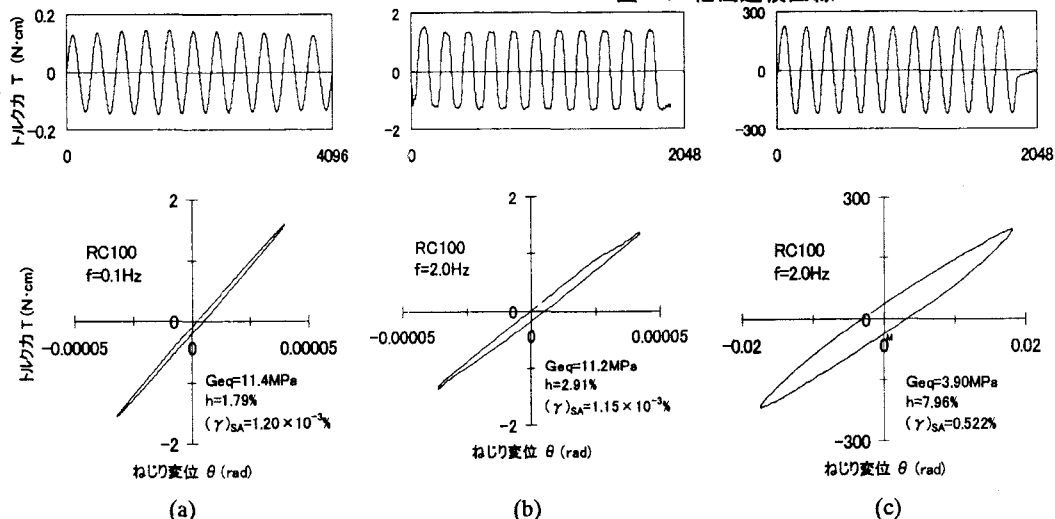


図-2 トルク力の時刻歴と繰返し載荷 10 回目の履歴曲線

周波数 $f = 0.1\text{Hz}$ かつ $(\gamma)_{SA} = 1.0 \times 10^{-3}\%$ 程度、(b) $f = 2.0\text{Hz}$ かつ $(\gamma)_{SA} = 1.0 \times 10^{-3}\%$ 程度、(c) $f = 2.0\text{Hz}$ かつ $(\gamma)_{SA} = 0.5\%$ 程度の 3 種類のトルク力の時刻暦と繰返し載荷 10 回目の履歴曲線を示す。周波数の違いにおいて、高精度を要する微小ひずみ域で (a) 0.1Hz と同様に (b) 2.0Hz も顕著な乱れがなく載荷荷重および回転角データをサンプリングできているといえる。せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$ の違いにおいて、ひずみ域が大きい (c) $(\gamma)_{SA} = 0.5\%$ 程度においても同様に精度のよいサンプリングであることがわかる。

3. 試験結果および考察

図-3 に、RC30 と RC100 における等価せん断剛性率 G_{eq} と片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$ の関係²⁾を示す。RC30 では等価せん断剛性率 G_{eq} に多少のばらつきがあるものの、RC100、RC30 の等価せん断剛性率 G_{eq} が周波数に依存する傾向は認められない。 $(\gamma)_{SA} = 0.001\%$ における G_{eq} を G_i と定義し、 G_i で正規化した等価せん断剛性率 G_{eq}/G_i および履歴減衰率 h と片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$ の関係を RC30、RC100 について示す。なお、図-4 は RC30 と RC100 における $0.1\text{Hz} \sim 2.0\text{Hz}$ の範囲のデータをすべてプロットしたものであり、図中の曲線は最小 2 乗法による近似曲線である。図より周波数が $0.1 \sim 2.0\text{Hz}$ の範囲では各試料の $G_{eq}/G_i \sim (\gamma)_{SA}$ 関係および $h \sim (\gamma)_{SA}$ 関係に、周波数の影響は認められない。これまでの研究結果²⁾からも明らかなように、RC30 と RC100 では、片振幅せん断ひずみに対して、砂分を多く含むほどせん断剛性の劣化が著しくなることがわかる。図-5 に過剰間隙水圧 $\Delta u/\sigma_{zc}$ と片振幅せん断ひずみ $(\gamma)_{SA}$ の関係を示す。図より全体的に周波数の高いものほど過剰間隙水圧の発生量が小さい傾向が認められる。過剰間隙水圧の周波数依存性が確認できるが不明である。

4. まとめ

- (1) 本研究で用いた $0.1\text{Hz} \sim 2.0\text{Hz}$ の範囲では、粘性土のせん断剛性率および履歴減衰率は試料の塑性によらず周波数の影響を受けない。
- (2) 過剰間隙水圧の発生量は周波数の影響を受けるが、動的変形係数は周波数の影響を受けない。過剰間隙水圧と動的変形係数の関係は今後の課題である。

[参考文献]

- 1) 出越貴宏：ねじりせん断による粘性土の非排水繰返し変形特性におよぼす諸要因の影響, 第 28 回土質工学研究発表会, 1993.6
- 2) 山田卓, 兵動正幸, 吉本憲正：粘性土の動的変形特性に及ぼす砂分の影響, 第 38 回地盤工学研究発表会, 2003

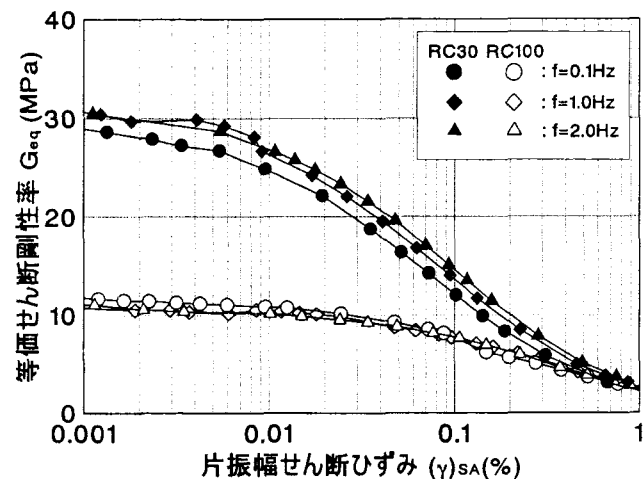


図-3 等価せん断剛性率と片振幅せん断ひずみの関係

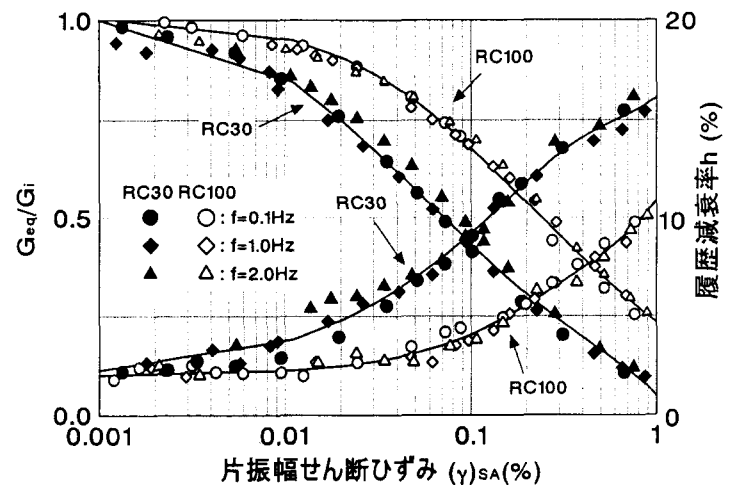


図-4 G_{eq}/G_i および履歴減衰率と片振幅せん断ひずみの関係

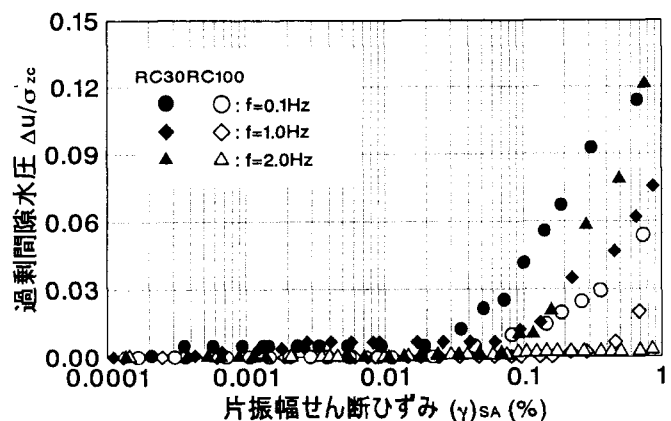


図-5 過剰間隙水圧と片振幅せん断ひずみの関係