

ひずみ制御繰返し三軸試験によるひずみ速度の影響について

中央大学大学院 学生会員 熊谷 悠
 中央大学大学院 学生会員 齊藤 王二郎
 中央大学 正会員 齋藤 邦夫
 中央大学 正会員 石井 武司

1. はじめに

地盤の液状化強度を評価するために、繰返し三軸試験が行われている。細粒分を含む土に対して液状化強度を評価する際には、ひずみ制御による繰返し三軸試験が用いられている。本研究では、ひずみ速度による影響を検討するために、ひずみ速度を変えた非排水繰返し三軸試験を実施した。

2. 使用試料

本研究では、珪砂7号と、細粒分を含む土として、中間土を用いた。中間土は、東京湾汐留地区で採取した $I_p=40$ の粘性土に珪砂7号を混合し、砂分量が70%となるように人工的に調整した試料である。この中間土をSK70と呼ぶことにする。また、SK70については、液性限界の2倍となるように含水比を調節し、圧密圧力100kPaで予備圧密を行った。各試料の物理特性を表-1に示す。

表-1 試料の物理特性

	珪砂7号	SK70
$\rho_s(\text{g/cm}^3)$	2.65	2.65
e_{\max}	1.234	—
e_{\min}	0.669	—
I_p	NP	6.6
砂分(%)	97.8	70.0
シルト分(%)	2.2	14.4
粘土分(%)	0.0	15.6

3. 試験概要

供試体の寸法は、直径5cm、高さ10cmとした。珪砂7号は、空中落下法により、 $Dr=80\%$ となるように供試体を作成し、SK70は、予備圧密した試料をトリミング法により作成した。脱気水を通水させ、B値が0.96以上となっていることを確認した後、背圧 $u_b=200\text{kPa}$ 、有効拘束圧 $\sigma'_0=200\text{kPa}$ の下で等方圧密を行った。圧密終了後、ひずみ制御方式にて、非排水繰返し三軸試験を実施した。載荷条件は軸ひずみ片振幅 $\epsilon_a=0.5\%$ 、載荷周波数は $f=0.1\text{Hz}$ 、 0.01Hz の2種類で、どちらも正弦波である。繰返し回数は各試料とも $N=100$ 回とした。

4. 試験結果と考察

図-1に非排水繰返し三軸試験から得られた各試料の軸ひずみ～主応力差、過剰間隙水圧の関係を示す。

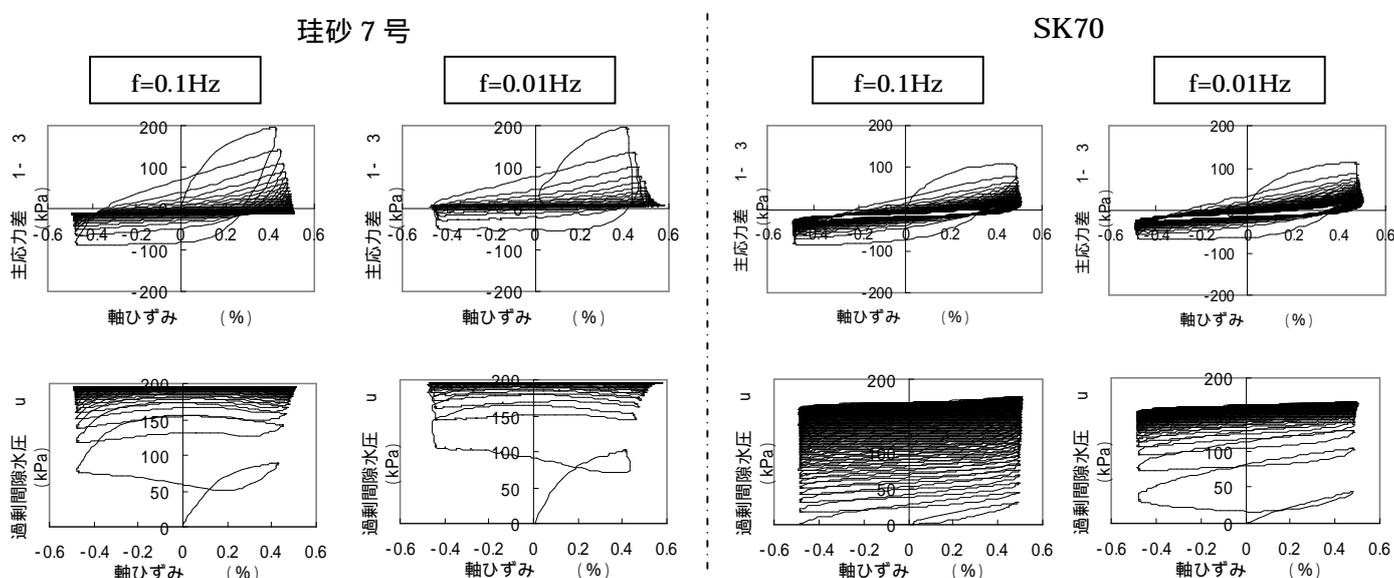


図-1 軸ひずみ - 主応力差、過剰間隙水圧関係

キーワード 繰返し三軸、ひずみ制御、載荷周波数

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-7 中央大学理工学部都市環境学科 地盤環境研究室 TEL 03-3817-1812

図中、上段が軸ひずみと主応力差の関係で、下段が軸ひずみと過剰間隙水圧の関係を示している。この図から、珪砂とSK70を比較すると、珪砂の方が、载荷の初期段階での主応力差の変化が大きい。過剰間隙水圧は、载荷初期から珪砂の方が大きい値となっている。载荷周波数による比較を行うと、载荷周波数が遅い方が、载荷初期に生じる過剰間隙水圧が大きい。これは、非排水であるため、過剰間隙水圧が消散されないことが原因となり、载荷周波数による影響が生じたと考えられる。しかし、過剰間隙水圧は载荷周波数によらず、珪砂は約 200kPa、SK70 は約 175kPa に収束する傾向が認められた。

次に、図-1の結果から、剛性低下率 $G_N/G_1 \sim$ 繰返し回数 $\log N$ 関係⁽¹⁾⁽²⁾と、過剰間隙水圧比 $u_N/c' \sim$ 繰返し回数 $\log N$ 関係を求め、それぞれ図 2と図 3に示す。図-2より、SK70 よりも珪砂の方が、剛性低下率が減少する傾向が認められ、珪砂では繰返し回数が 20 回を超えた辺りから、剛性低下率が 0 に収束している。珪砂の剛性低下率は、2 つの载荷周波数において、似たような減少傾向を示し、剛性低下率が 0 に収束しているため、载荷周波数による影響は少ないものと考えられる。図-3では、特に SK70 において、载荷周波数による影響が大きく認められ、速度の遅い試料の方が、载荷に伴って発生する過剰間隙水圧が大きいことがわかる。珪砂においては、载荷周波数が $f=0.1\text{Hz}$ と $f=0.01\text{Hz}$ の場合による過剰間隙水圧の差が小さいため、载荷周波数による影響は比較的小さいと考えられる。異なる载荷周波数による影響を定量的に評価するために、珪砂、SK70、それぞれの各繰返し回数における、 $f=0.1\text{Hz}$ と $f=0.01\text{Hz}$ での過剰間隙水圧の比を求めた関係を図-4に示す。珪砂は 1 に近い値となっているのに対し、SK70 では、繰返し回数が 1 回の際では 0.34 であり、繰返し回数の増加に伴い、1 に近づく傾向が認められた。

5. まとめ

(1) $Dr=80\%$ 程度の密詰めの珪砂に対しては、今回試験を行った载荷周波数による影響は、SK70 と比較すると、小さいものと考えられる。

6. 今後の課題

(1) SK70 よりもさらに細粒分を多く含む、中間土や粘性土に対して、载荷周波数を変えた試験を行い、試料の透水性や、他のパラメータとの関連性を調べる。

【参考文献】

- (1) 齊藤 王二郎「損失エネルギーに着目した土の繰返しせん断剛性特性」第 44 回地盤工学研究発表会(2009)
- (2) 増田ら「ひずみ制御繰返し三軸試験による土の非排水繰返し強度評価」第 32 回地盤工学研究発表会(1997)

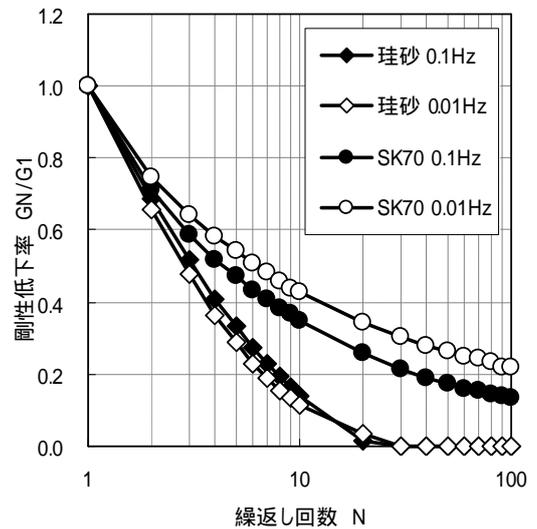


図-2 せん断剛性低下率と繰返し回数の関係

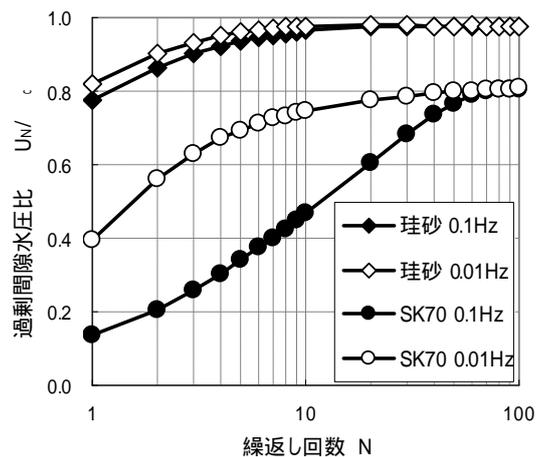


図-3 過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係

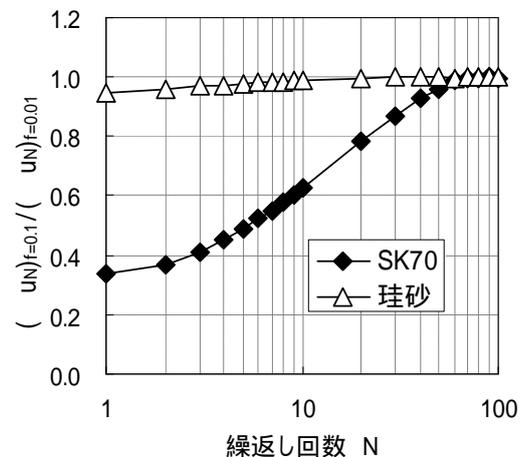


図-4 異なる载荷周波数による過剰間隙水圧の比と繰返し回数の関係