

Ⅲ-A83

細粒分含有率が砂質土の液状化挙動に及ぼす影響

鉄建建設（株） 正会員 ○沼田 佳久
正会員 矢島 寿一

1. はじめに

兵庫県南部地震において、今まで液状化しないといわれていた礫質土や細粒分を含む砂質土が液状化を生じ、土構造物にも多大な影響を及ぼした。このことから細粒分を含む砂質土の液状化挙動を把握するために砂質土に低塑性細粒分を混入させて非排水繰返し三軸試験を行い、細粒分含有率が砂質土の液状化挙動に及ぼす影響について調べた。

表-1 試料の物性値

Fc(%)	0	5	10	15	20	30	100
G _s	2.700	2.700	2.700	2.698	2.697	2.691	2.655
W _L (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	40.4
W _P (%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	20.5
IP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	19.9
砂分(%)	100	93	88	83	78	69	9
シルト分(%)	0	4	6	7	9	12	35
粘土分(%)	0	3	6	10	13	19	56

2. 試料

試料には、砂質土として成田市近辺より採取した砂（成田砂）、細粒分としてクレイサンドを用いた。なお成田砂は $74\mu\text{m}$ ふるいに残ったものの、クレイサンドは $74\mu\text{m}$ ふるいを通過したものを使用した。細粒分含有率 Fc は 0, 5, 10, 15, 20, 30, 100% の割合で十分混合し、合計 7 種類の試料を作製した。砂質土および細粒分の特性を表-1 にまとめる。

3. 試験方法

供試体作成方法は振動台に直径 50mm、高さ 100mm のモールドを設置して振動させながら、気乾状態の混合試料を空中落下にて堆積させ、相対密度が等方圧密完了時で 70% となるように作製した。試料を飽和状態にして B 値が 0.96 以上であることを確認してから 98kPa で等方圧密し、有効拘束圧 98kPa、周波数 $f=0.1\text{Hz}$ の正弦波で非排水繰返しせん断試験を行った。

4. 試験結果と考察

4.1 液状化挙動の時刻変化

図-1 に過剰間隙水圧比及び軸ひずみの時刻歴を示す。Fc0~20%では、ある繰返し回数までは繰返し载荷に伴って過剰間隙水圧が一定の割合で増大するが、それ以降で急激に上昇して拘束圧と等しくなっている。またその時に軸ひずみも伸張側に偏った状態で急激に増大している。軸ひずみが伸張側に偏るのは、静的試験において伸張強度が圧縮強度より小さいためであると考えられる¹⁾。本文では代表として Fc10%の結果しか挙げていないが、Fc20%までの全体を通してこの傾向は確認できた。また同じ繰返し応力比で比較した場合、この過剰間隙水圧の挙動は Fc が 20% に近づくほど顕著に

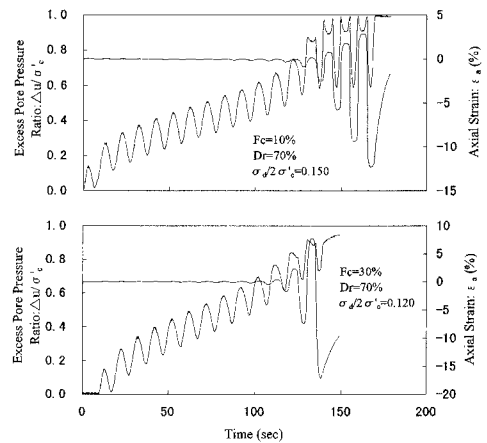


図-1 過剰間隙水圧、軸ひずみ時刻歴

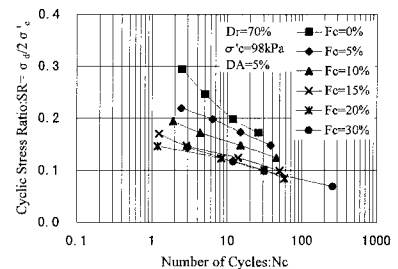


図-2 繰返し応力比～繰返し回数

キーワード：液状化、細粒分含有率、非排水繰返し三軸試験

〒286-0825 千葉県成田市新泉 9-1 TEL 0476-36-2357 FAX 0476-36-2379

現れた。しかし、Fc30%になるとそれまでに見られた過剰間隙水圧の急激な上昇はなくなって、一定の割合で徐々に増加するという粘性土に近い挙動を示すようになり、最大値も0.9位にとどまって拘束圧に等しくならない。この傾向は繰返し応力振幅の大小に関わらず確認された。

4.2 液状化強度曲線による比較

図-2 に各細粒分含有率における液状化強度曲線を示す。ここで液状化強度 SR を繰返し回数 $N_c=20$ の時に両振幅軸ひずみ DA が 5% となる応力比で定義して²⁾ まとめた液状化強度～Fc 関係を図-3 に示す。この図から細粒分含有率が増加するに従い Fc20%までは強度が減少していくが、Fc20%～30%間では強度の変化がほとんどなくなっているのがわかる。

4.3 過剰間隙水圧比～破壊線勾配関係による検討

過剰間隙水圧と繰返し応力との関係をさらに詳しく調べるために、図-4 に示すように過剰間隙水圧比～軸差応力/平均有効主応力 (q/p') の関係で整理した。図中の点線はそれぞれ非排水静的試験より求めた伸張側、圧縮側の破壊線の q/p' である。ここで図から明らかなように、過剰間隙水圧の挙動は q/p' が伸張側の破壊線の q/p' に到達した時に急変し、そこから一挙に上昇して圧縮側破壊線の q/p' に至る。そこでこの過剰間隙水圧が急変する点 ($\Delta u/\sigma'_c$)_{LT} に着目し、この ($\Delta u/\sigma'_c$)_{LT} と繰返し応力比との関係を求めると図-5 のようになり、細粒分含有率に関係なく直線関係が得られた。この関係は次式にて示される。

$$(\Delta u/\sigma'_c)_{LT} = -2.624 (\sigma_d/2\sigma'_c) + 1.0$$

この関係は繰返し応力比が小さいほど液状化に至る前までの過剰間隙水圧の蓄積が大きいことを示しており、逆に繰返し応力比が大きいほど過剰間隙水圧の蓄積が少ない状態から瞬時に液状化に至ることを示している。

5. まとめ

細粒分を含む成田砂の液状化挙動を調べ、次のようなことがわかった。1) 過剰間隙水圧は Fc20%まではある繰返し回数で急激に上昇する挙動を示しその傾向は Fc が大きいほど顕著になるが、Fc 20～30%間でその挙動特性が変化し、Fc 30%では過剰間隙水圧が拘束圧に至る前に大変形が生じる。2) 液状化強度は Fc20%までは Fc の増加に伴い減少するが、Fc20～30%間ではほとんど変化しなくなる。3) 伸張側における破壊線勾配到達時の過剰間隙水圧比と繰返し応力比との間には、細粒分含有率に関係なく直線的な関係が認められる。

<参考文献>

- 1) 足立, 安原: 砂に粘土を混合した土の液状化特性, 土木学会第 49 回年次学術講演会講演概要集, pp.538～539, 1994
- 2) 飽和砂の非排水繰返し三軸試験方法に関する研究委員会: 飽和豊浦砂の共通しように基づく全国一斉非排水繰返し三軸試験の結果について, 土の非排水繰返し試験に関するシンポジウム論文発表集, pp.1～35, 1988

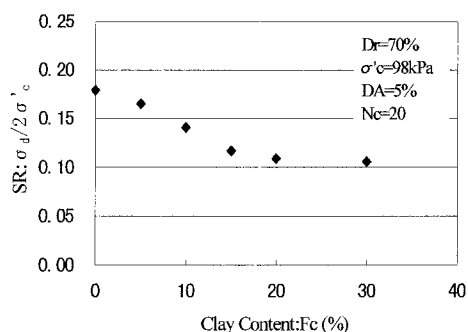


図-3 液状化強度と細粒分含有率の関係

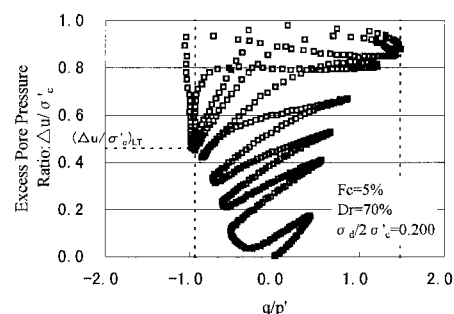


図-4 $\Delta u/\sigma'_c$ と q/p' の関係

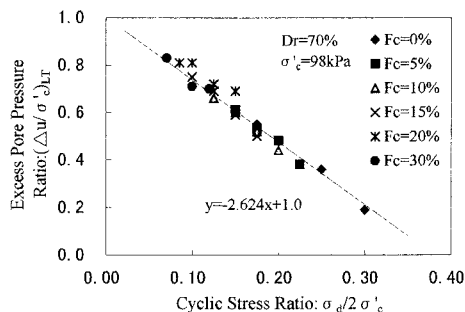


図-5 過剰間隙水圧と応力比の関係