

# 短繊維引張補強材混合土の液状化挙動に及ぼす細粒分含有率の影響

福岡大学 学生会員 古賀新太郎 中道美穂  
 福岡大学 正会員 佐藤研一 藤川拓朗 古賀千佳嗣

**1.はじめに** 2011年に発生した東北地方太平洋沖地震では、過去最大の液状化被害が発生した。この地震は発生から収束までの地震動継続時間が長く、細粒分を多く含む砂質土盤において、液状化による噴砂、噴水に伴う地盤沈下等の被害が大きくなったと言われている<sup>1)</sup>。また、今後は南海トラフ巨大地震の発生が懸念されており、細粒分を含む砂質土盤において液状化被害が発生する恐れがある<sup>2)</sup>。著者らはこれまでに短繊維混合補強土工法<sup>3)</sup>に着目し、その有効性を確認している<sup>4)</sup>。そこで本報告では、短繊維引張補強材混合土における細粒分含有率の違いが液状化挙動に及ぼす影響について非排水繰返しせん断試験を行い検討した結果を報告する。

## 2. 実験概要

**2-1 実験に用いた試料** 実験には土質試料として4.75mm以下に調整したまさ土を用いた。土質試料の粒径加積曲線を図-1に示す。短繊維材料には平均長12.0mmのポリビニルアルコール繊維(PVA)を用いた。

**2-2 実験条件** 表-1に実験条件を示す。今回は細粒分含有率の異なるまさ土に、未処理土(F=0%)及びPVA繊維を1%混合した条件(F=1%)について検討を行った。また、まさ土の細粒分含有率は、水洗いにより細粒分を取り除いたまさ土に、シルト質の細粒分を混合することで $F_c=0\%$ 、7%、21%に設定している。ここで短繊維の混合率は、土質試料の絶乾質量に対する外割配合としている。

**2-3 供試体作製方法** 供試体の作製は、いずれの条件においても目標乾燥密度 $\rho_d=1.49\text{g/cm}^3$ に設定し、密度管理によるタンピング法により行った。土質試料は含水比10%とし、水及び短繊維を加え、攪拌混合した後、直径7.5cm、高さ15cmのモールド内に5層で各層において所定の回数突き固めを行い、供試体を作製した。

**2-4 実験方法** 非排水繰返しせん断試験は、載荷速度0.1Hzで行い、終了条件は両振幅軸ひずみ $DA=5\%$ に達した時としている。全ての条件において供試体の飽和度(B値)は0.96以上であることを確認して実験を行った。

## 3. 実験結果および考察

図-3に有効応力経路図を示す。短繊維混入時に着目すると、未処理土に比べ繰返しに伴う有効応力の低下が小さく、液状化抵抗が増している。また、細粒分含有率の違いを見ると、細粒分含有率の低い $F_c=0\%$ が、最も繰返しに伴う有効応力の低下が遅いことが分かる。また $F_c=0\%$ 以外の条件において、有効応力は0にならないうえ過剰間隙水圧による液状化に完全に至っていないことが分かる。これは細粒分が $F_c=10\%$ 以上では、繰返しに伴う変形量が卓越し、液状化判定条件の $DA=5\%$ に達することが原因である<sup>5)</sup>。

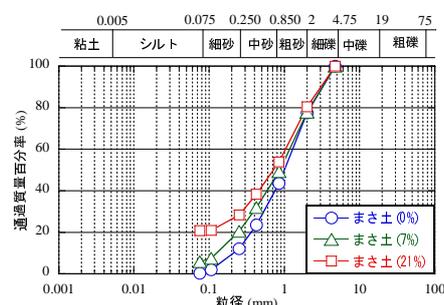


図-1 土質材料の粒径加積曲線

表-1 実験条件

検討条件		細粒分含有率 $F_c(\%)$	目標乾燥密度 $\rho_d(\text{g/cm}^3)$
まさ土	$F=0\%$	0	1.49
	$F=0\%$	7	
	$F=1\%$	21	
	$F=1\%$		

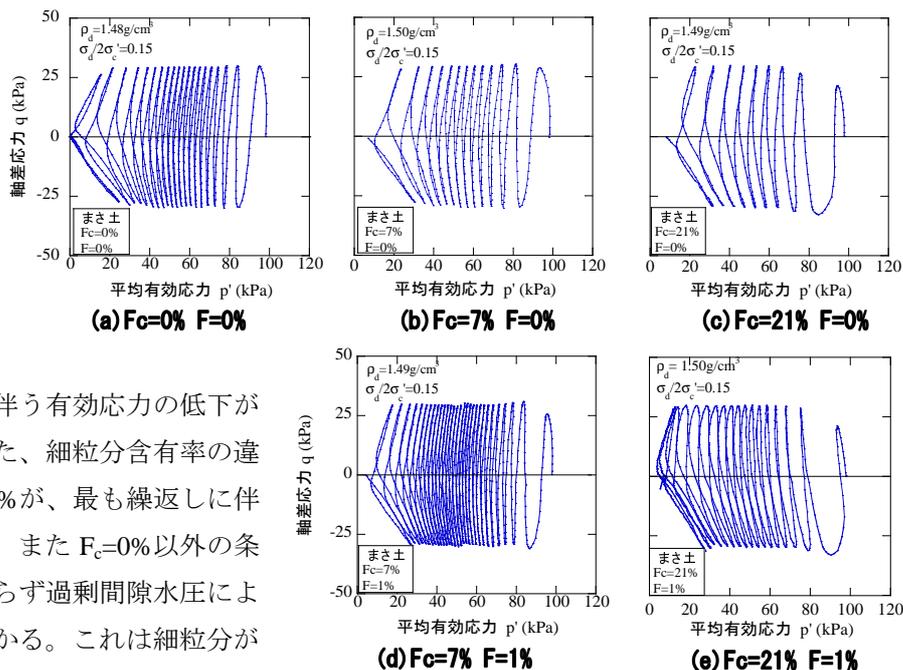


図-3 有効応力経路図

次に図-4 に各細粒分含有率の軸差応力と軸ひずみの関係を示す。未処理土 ( $F_c=0\%$ )での軸ひずみは、繰返しに伴い引張側に大きくなり、有効応力の低下と共に流動変形を生じ 10%を超える大きな軸ひずみが発生し

ている。これに対し細粒分を含むことで、引張側に発生する軸ひずみは抑制されていることが分かる。また、その効果は細粒分含有率によって違いがみられ、細粒分含有率の違いに伴って最適な繊維量が存在すると考えられる。

図-5 に最大過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係について示す。両条件において未処理土では、せん断初期から過剰間隙水圧が一気に発生しているのに対し、短繊維を混合させた場合では、繰返し回数が増加するとともに、過剰間隙水圧が徐々に発生する緩慢な挙動を示している。特に細粒分含有率が  $F_c=7\%$ においてその効果が顕著である。

図-6 に両振幅軸ひずみと繰返し回数の関係について示す。全条件において、両振幅軸ひずみはせん断直後には大きな変化は見られないが、短繊維を混合することで繰返し回数の増加に伴い、両振幅軸ひずみは緩やかな変形傾向を示している。

最後に図-7 に液状化強度曲線を示す。繰返し回数 20 回に着目すると、細粒分を含むまさ土に短繊維を混合することで  $F_c=7\%$ の場合は 1.14 倍、 $F_c=21\%$ では 1.1 倍程度の液状化強度の増加が得られている。このように細粒分含有率の増加が短繊維との結ぶ付きを必ずしも強くするとは限らない。これは、細粒分含有率が 15% 程度以下の領域では砂主体の骨格を形成するのに対し、 $F_c=15\%$ 程度以上の領域では砂粒子の骨格が失われ、細粒分主体の構造に移行する<sup>6)</sup>。細粒分主体の骨格になると、砂粒子の構造が緩くなり短繊維との結びつきが弱くなる可能性があるため、強度増加が僅かにしか見られなかったのではないかと考える。

**4. まとめ** 今回用いたまさ土では、細粒分の違いが必ずしも液状化強度に大きな影響を与えないことが示された。また、短繊維を混合することで僅かではあるが液状化強度は増加を示し、特に細粒分含有率  $F_c=7\%$ への効果が大きく現れた。

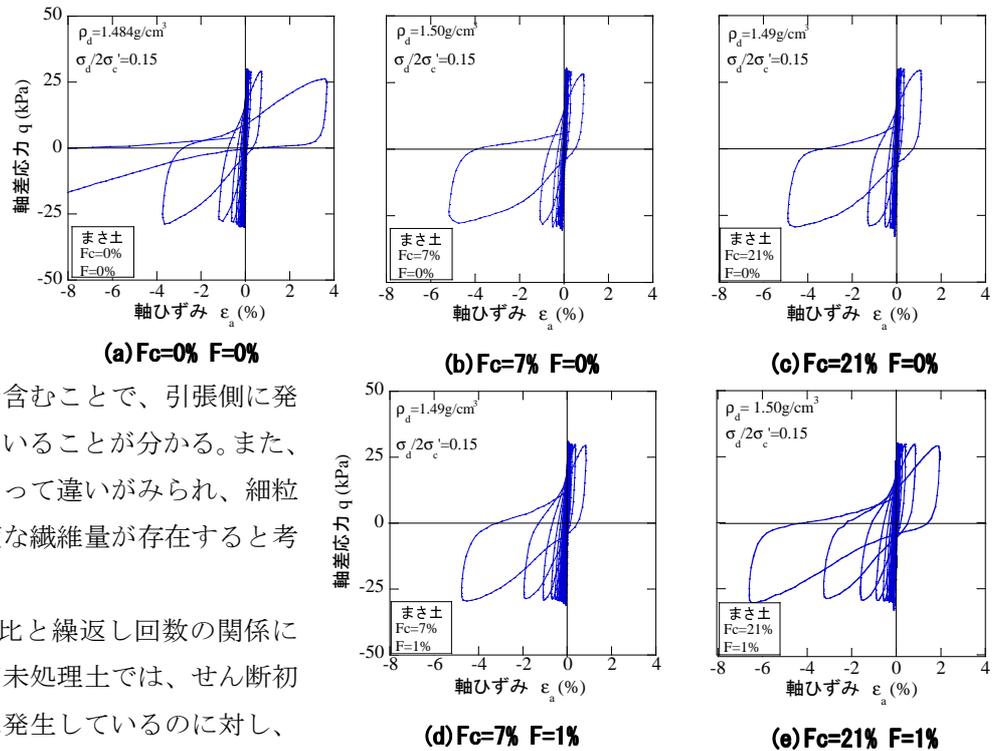


図-4 軸差応力と軸ひずみの関係

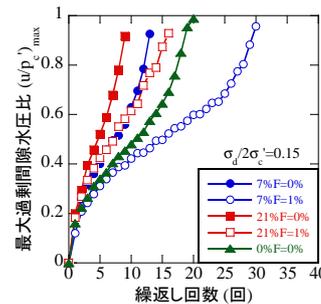


図-5 最大過剰間隙水圧比と繰返し回数の関係

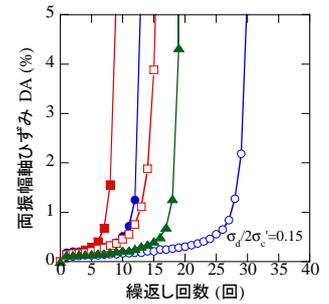


図-6 両振幅軸ひずみと繰返し回数の関係

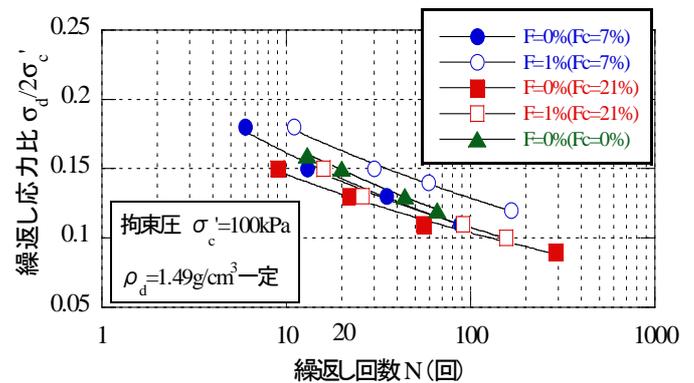


図-7 液状化強度曲線

【参考文献】1)安田進:東京湾岸における液状化被害,地盤工学会誌, pp38-41, 2011.7 2)東海、南海と同時発生,四国新聞社, <http://www.shikoku-np.co.jp/feature/tuiseiki/549/> 2011.05.11 3)財団法人土木環境センター:短繊維混合補強土工法 <http://www.pwrc.or.jp/fukyuu/higradesoil/tansenni.html> 4)中道ら:短繊維引張補強材と固化材を用いた液状化抑制手法の開発,土木学会第67回年次学術講演会, pp.735-736, 2012.5 風間基樹ら:まさ土の液状化抵抗の特殊性,土木学会論文集, No.645 III-50, 153-166, 2000 6)矢島寿一ら:細粒分を含む砂質土の液状化特性と液状化強度評価に関する一考察,土木学会論文集, No.624/III-47, 113, 122, 1999.6 5)伊東周作ら:砂・粘土・中間土の非排水単調及び繰返しせん断特性,土木学会論文集, No.680/III-55, 233-243, 2001.6