

ポスト液状化地盤における強度回復特性に及ぼす細粒分の影響

広島大学 正会員 ○一井 康二
 広島大学 学生会員 木寺 寛
 広島大学 正会員 加納 誠二

1. はじめに

液状化が発生した地盤では、震動中、または震動後に地盤の流動や、構造物の変位が生じる。これらの変形量が、極めて大きな値であっても有限の値でとどまるのは、振動終了後に過剰間隙水圧が消散し、有効応力が回復するからである。実際の地盤では、有効応力の回復には、排水作用によるものと、地盤変形に伴う正のダイレイタンスーによるものがある。しかし、近年の研究により噴砂は地震の後、数分から数時間程度の間には発生していることが明らかとなり、強い震動が起こっている短時間では排水現象の影響は顕著でないと考えられている。すなわち、地震時の飽和砂の液状化が、“非排水条件の下の繰り返しせん断”として近似的に把握でき、対象となる構造物の変形量を定量的に予測するためには液状化後の正のダイレイタンスーによる地盤の強度回復特性を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、液状化後の地盤の強度回復過程において地盤条件が変化した場合にどのように変化するかを定量的に評価することを目的とし、中空ねじりせん断試験機を用いた実験を行った。

2. 試験概要

試料には6号硅砂に粘着力の無い非塑性細粒分として碎石粉、粘着力の有る細粒分として木節粘土を混ぜたものを用いた。外径7cm・内径3cm・高さ10cmの供試体を、相対密度50%になるように水中落下法により作成した。飽和化させた後、拘束圧30・50・100・150kPaで等方圧密を行った。微小ひずみで繰り返しせん断を与え、過剰間隙水圧を上昇させ、所定の応力状態にした後、供試体に乱れを与えるためにせん断ひずみ(最大ひずみ履歴 γ_{max})を一波だけ载荷し、ひずみ速度一定(1.0%/min)で静的単調载荷を行った。図1に载荷パターンの模式図を示す。

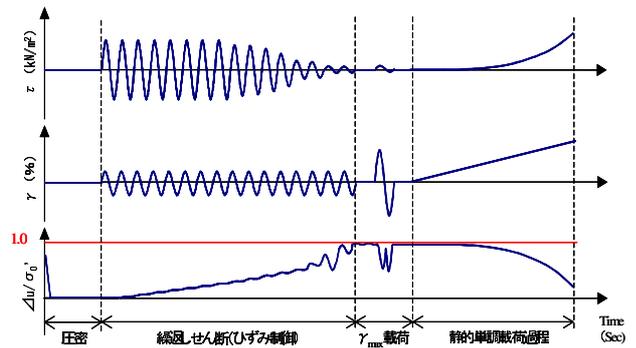


図1 载荷パターン

3. 実験結果と考察

1) 非塑性細粒分の影響

図2に液状化に至るまでの繰り返し回数と非塑性細粒分含有率の関係(相対密度=50%, 初期有効拘束圧=100kPa)を示す。この図より非塑性細粒分含有率が変化しても、液状化に至るまでの繰り返し回数に影響を与えないことが分かる。

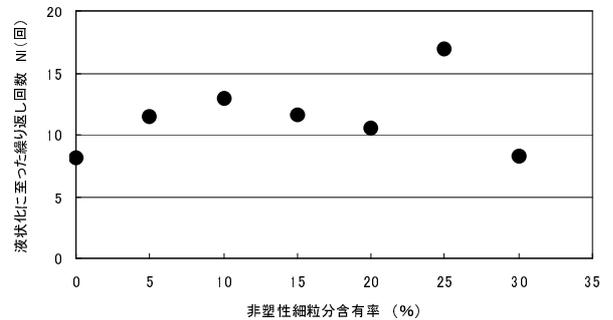


図2 液状化に至るまでの繰り返し回数と非塑性細粒分含有率

図3に液状化後に所定のせん断ひずみを一波だけ与えた後に静的単調载荷した場合のせん断応力とせん断ひずみの関係の一例(最大ひずみ履歴 γ_{max} 5.5%, 相対密度50%, 初期有効拘束圧100kPa, 非塑性細粒分含有率を変化させたケース)を示す。この図より、非塑性細粒分含有率が大きいほど強度の回復が遅くなる事が分かる。非塑性細粒分含有率を大きくすると砂粒子同士の接触を絶ってしまう。そのため擬似的に相対密度が小さくなったような状態になり、全体的に強度の回復が遅くなったと考えられる。

キーワード： ポスト液状化, 中空ねじりせん断試験, 微視的構造, 強度回復

連絡先 : 〒739-8527 広島県東広島市鏡山1-4-1 地盤工学研究室 TEL. 082-424-7785

図4に微小抵抗領域 γ_{5kPa} および定常状態でのせん断応力と非塑性細粒分含有率の関係を示す。ここで微小抵抗領域とは液状化後に単調載荷を加えせん断抵抗が5kPaまで回復するのに必要なせん断ひずみで定義される。この図より、非塑性細粒分含有率が大きくなるにつれ、微小抵抗領域が小さくなり、定常状態時のせん断応力が小さくなっていることがわかる。

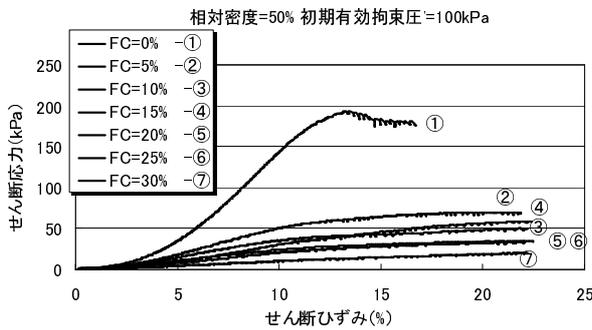


図3 せん断応力とせん断ひずみの関係
(非塑性細粒分の影響)

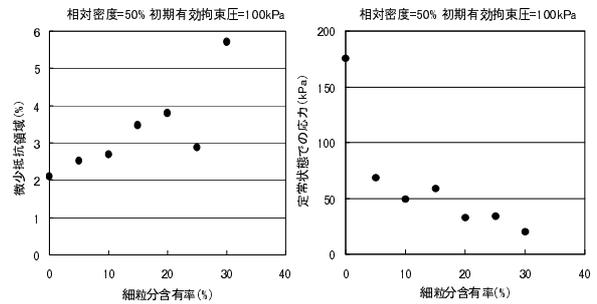


図4 微小抵抗領域および定常状態と
非塑性細粒分含有率の関係

2) 粘着力の有る細粒分の影響

図5に液状化に至るまでの繰り返し回数と粘着力の有る細粒分含有率の関係(相対密度50%, 初期有効拘束圧100kPa)を示す。この図より粘着力の有る細粒分含有率が大きくなると液状化に至るまでの繰り返し回数は減少するが、ある程度まで細粒分含有率が増える(細粒分含有率10%程度まで増える)と繰り返し回数は増加することが分かる。

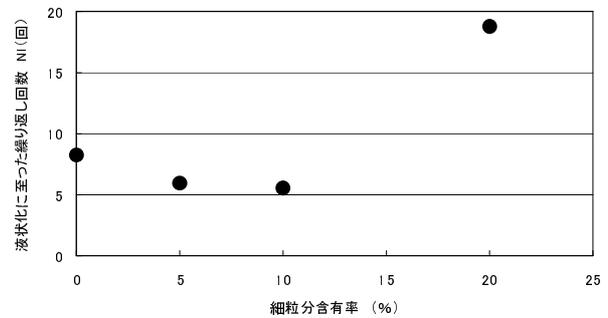


図5 液状化に至るまでの繰り返し回数と
細粒分含有率

図6に液状化後に所定のせん断ひずみを一波だけ与えた後に静的単調載荷した場合のせん断応力とせん断ひずみの関係の一例(最大ひずみ履歴 γ_{max} 5.5%, 相対密度50%, 初期有効拘束圧100kPa, 粘着力の有る細粒分含有率を変化させたケース)を示す。粘着力の有る細粒分含有率を大きくすると強度の回復は遅くなるが、非塑性細粒分のケースとは異なり、細粒分を加えると急激に回復が遅れるのではなく徐々に遅くなっているのが分かる。

図7に微小抵抗領域 γ_{5kPa} および定常状態でのせん断応力と細粒分含有率の関係を示す。この図より、細粒分含有率が変化しても微小抵抗領域はほぼ一定となること、細粒分含有率が大きくなるにつれ、定常状態時のせん断応力が小さくなっていることがわかる。

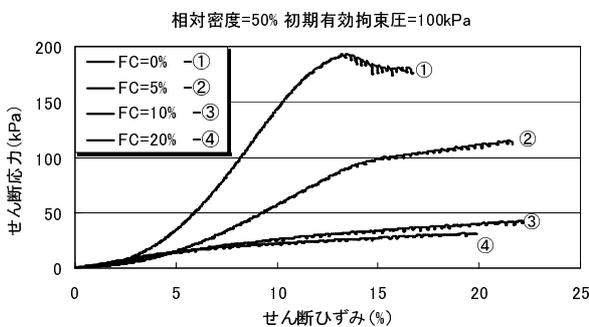


図6 せん断応力とせん断ひずみの関係
(細粒分の影響)

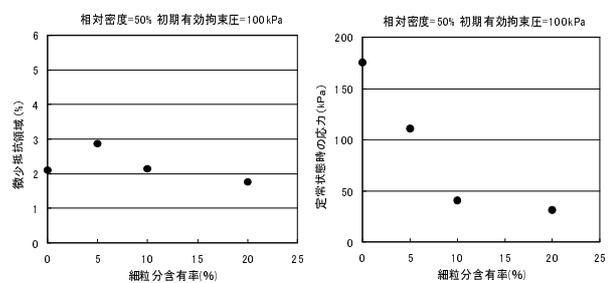


図7 微小抵抗領域および定常状態と
細粒分含有率の関係

4. まとめ

中空ねじり試験によって細粒分が混合された場合における液状化地盤の強度回復特性に及ぼす各パラメータの影響を把握することができた。