

地震後の浸透破壊によるまさ土の流動特性

東北大学大学院工学研究科 学生会員

大村洋史

東北大学大学院工学研究科 正会員

風間基樹, 仙頭紀明

1. はじめに

今日、側方流動のメカニズムについての研究は、主に非排水条件下での土の挙動から説明されている。しかし、地震後に構造物がゆっくりと傾斜した現象や数 m 以上にも及ぶ残留変位が生じた現象などを、非排水変形のみで説明することは困難と思われる。なぜなら、非排水条件下では一般にひずみが発達するとダイレイタンスーによって剛性が回復するからである。一方、地震後の過剰間隙水圧消散過程における間隙水の転移を考慮した流動メカニズムの検討^{1), 2)}や流動変形予測³⁾が行われている。

本研究は、まさ土の間隙水圧入試験によって、過剰間隙水圧消散過程における流動特性を豊浦砂と実験的に比較検討したものである。

2. 実験概要

実験は三軸試験機を使用した。用いた試料は神戸 PI から採取したまさ土及び豊浦砂である。このまさ土の細粒分含有率は 20.7%、均等係数は 6.4 である。

供試体寸法は 5cm×H10cm であり、各試料とも、振動締固め法にて作成した。その後 CO₂、脱気水を通水し、背圧を 98kPa かけ、十分に飽和させた。この供試体を所定の圧密応力で等方圧密させ、傾斜角に相当する初期せん断応力を排水条件下で平均有効主応力が 196kPa になるよう軸圧を作用させた。この時の間隙比は両試料とも 0.65 程度となった。(豊浦砂 $D_r = 80\%$ 、まさ土 $D_r = 95\%$) 次に、背圧を上昇させることにより間隙水を圧入していき、有効応力を減少させ、破壊線に到達させる。その後、軸ひずみが 5% に達するまで破壊させ、背圧を減少させることにより有効応力を回復させ、それに伴う排水量を計測しながら、初期応力状態に戻した。以上が一連の実験手順で

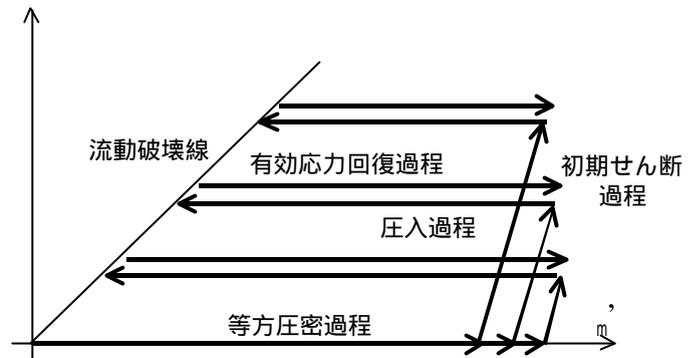


図 - 1 実験の応力経路

ある。図 - 1 は実験の応力経路を模式的に描いたものである。

一方、供試体のダイレイタンスー特性を得るため、圧密排水試験 (CD 試験) も行った。CD 試験はひずみ制御で行い、載荷速度はそれぞれ 0.25%/min (まさ土)、1%/min (豊浦砂) とし、過剰間隙水圧が発生しないことを確認しながら実施した。

3. 実験結果

図 - 2 に初期せん断応力を変化させた圧入試験より得られた体積ひずみ - 平均有効主応力関係を示す。図から流動破壊を平均有効主応力が一定の応力条件下で体積ひずみが増大する点と定義する。図 - 3 に初期せん断応力を変化させたせん断ひずみ - 平均有効主応力関係を示す。図中の矢印は流動破壊点を示したものである。図 - 3 より豊浦砂は破壊に至るまでにせん断ひずみがほとんど発生しないのに対し、まさ土は 4% 程度生じている事が分かる。これは、まさ土の水浸破壊及び収縮特性に起因しているものと推測される。

図 - 2, 3 より初期せん断応力が小さいほど流動破壊時の有効応力が小さい事が分かる。つまり、

Key Words : まさ土, 過剰間隙水圧消散, 間隙水圧入試験, 浸透流動破壊

連絡先 : 仙台市青葉区荒巻字青葉 06 東北大学工学研究科土木工学専攻

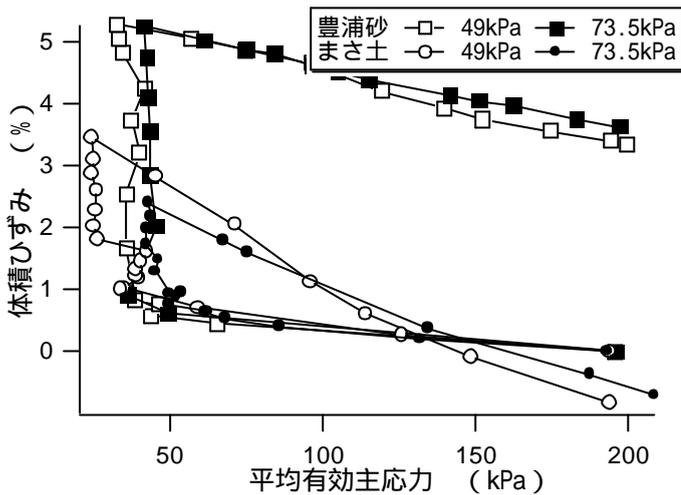


図 - 2 体積ひずみ - 平均有効主応力関係 (圧入試験)

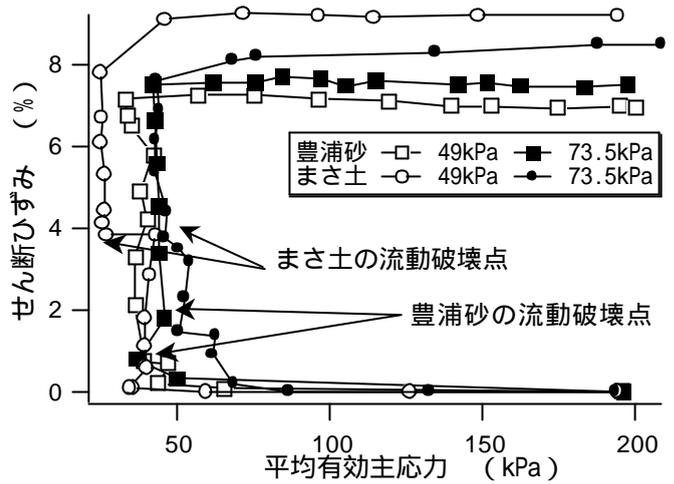


図 - 3 せん断ひずみ - 平均有効主応力関係 (圧入試験)

傾斜角度の大きい地盤ほど、より小さい過剰間隙水圧で流動破壊が生じることを示している。

図 - 4 に初期せん断応力を変化させた圧入試験より得られた体積ひずみ - せん断ひずみ関係を示す。(図中の矢印は流動破壊点を示す。) 間隙水の流入によるせん断ひずみの発達の度合い(ϵ_v / ϵ_s)は、まさ土の方が大きいこと、初期せん断応力に依存しないことが分かる。つまり、間隙水の流入によるせん断ひずみの発達特性は、初期せん断応力によらず土の構造や構成粒子の特性に依存しているものと考えられる。

図 - 2, 4 より有効応力回復過程において、まさ土は大きな体積ひずみ(多くの排水量)が生じている。両試料の CD 試験を行った結果、豊浦砂はせん断ひずみが 2%程度で収縮傾向から膨張傾向に転じるのに対し、まさ土は 10%程度まで収縮傾向を示す。つまり、有効応力回復過程における排水量は、まさ土の収縮特性に起因しているものと考えられる。

また、図 - 3 よりまさ土は有効応力回復過程初期にもせん断ひずみが生じていることが分かる。これは、まさ土の透水性が低いため、有効応力回復に伴う排水が時間遅れを持っているために生じていると考えられる。

4. 結論

間隙水圧入試験を行うことにより、過剰間隙水圧消散過程の間隙水の転移によるまさ土の流動特性について、以下のような結論を得た。

- ・ まさ土の収縮特性に起因して、流動破壊に至る

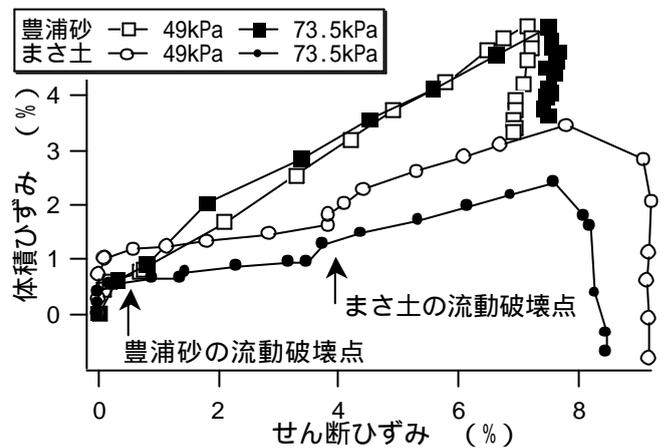


図 - 4 体積ひずみ - せん断ひずみ関係 (圧入試験)

までに数%を越えるせん断ひずみを生じる。

- ・ 豊浦砂よりも間隙水の流入によるせん断ひずみの発達が大きく、それは初期せん断応力に依存しない。
- ・ 過剰間隙水圧消散過程での体積収縮量が多い。
- ・ 有効応力回復過程初期にせん断ひずみが生じる。

参考文献：1) 時松他：間隙水の転移による吸水が傾斜砂地盤の流動に与える影響，第 34 回地盤工学研究発表会，pp. 1019-1020，1999. 2) 風間他：地震後の浸透破壊による流動変形メカニズム，第 36 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2001. 3) 赤堀他：地震後の浸透破壊による流動変形予測，第 36 回地盤工学研究発表会(投稿中)，2001.