

まさ土の平面ひずみせん断挙動に与える締固め度の影響

山口大学大学院 正会員 中田幸男 兵動正幸 吉本憲正  
山口大学大学院 学生会員 ○縄田宏 波平達也 岡元拓也

1.序論

近年多くの盛土の崩壊事例が報告されており,締固め土の力学特性の把握の必要性が高まってきている<sup>1),2)</sup>. 本研究では,盛土等の応力状態が平面ひずみ状態として捉えられることから,盛土材料として用いられている締固めたまさ土に対して平面ひずみ試験を実施し,せん断挙動に与える締固め度の影響を把握した.

2.まさ土の物理特性

最大粒径 2mm となるよう粒度調整したまさ土を用いた. 土粒子密度は  $\rho_s=2.58 \text{ g/m}^3$ , 自然含水比は  $w=0.82 \%$  であった. A-b 法により求めた締固め試験結果より, 最大乾燥密度  $\rho_{dmax}=1.87\text{g/m}^3$ , 最適含水比  $w_{opt}=12\%$  であることが分かっている.

3.締固めたまさ土の平面ひずみせん断挙動

供試体は幅 60mm, 奥行き 80mm, 高さ 160mm の矩形のものを用いた. 供試体作成時のまさ土の含水比は最適含水比に, 作成時の締固め度は 85%,90%,95%になるようにした. 試験装置上での締固めが試験機の構造上不可能なため, 供試体作成後に凍結し, 供試体を試験機に設置後に解凍し試験を行った. 締固め後に凍結するため, 凍結に伴う膨張が発生するため圧密前の  $D_c$  は目標の  $D_c$  よりやや低めの値となった. 水平応力  $\sigma_3$  は 100kPa とし, 試験条件は圧密排水条件とした. せん断の際のひずみ速度は 0.1%/min とした. また用いた平面ひずみ試験機は拘束版を兼ねた観測窓を有し, この窓から供試体のデジタル画像を取得した. 図.1 は応力比と軸ひずみ  $\epsilon_a$  の関係および軸ひずみ  $\epsilon_a$  と体積ひずみ  $\epsilon_v$  の関係を示す. ここで示す軸ひずみ, 体積ひずみをせん断の際に撮影した画像から読み取ったものである. 図から,  $D_c$  が増加するとも

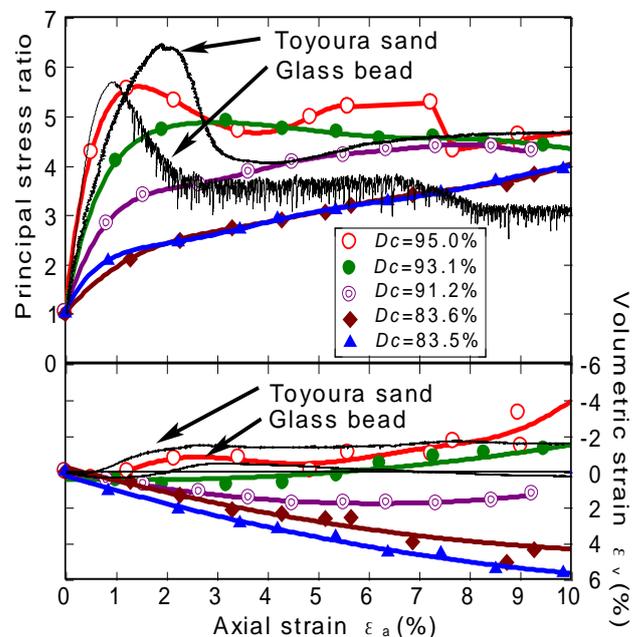


図.1 応力-ひずみ関係

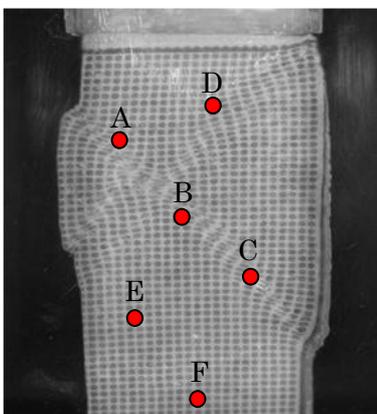


図.2  $\epsilon_a=10\%$ における  $D_c=95.0\%$ の画像

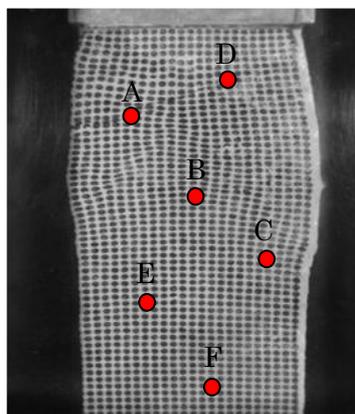


図.3  $\epsilon_a=10\%$ における  $D_c=91.2\%$ の画像

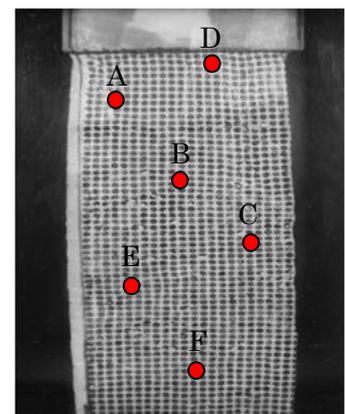
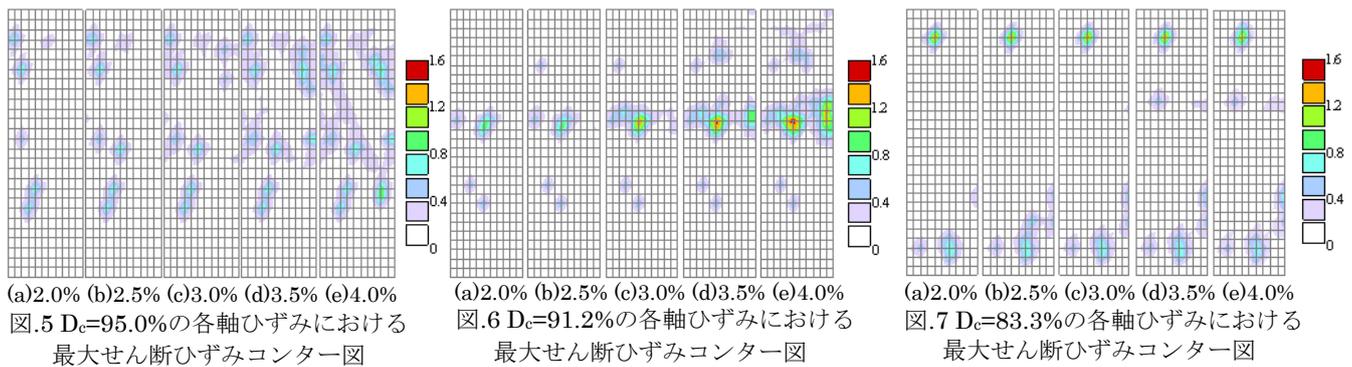


図.4  $\epsilon_a=10\%$ における  $D_c=83.3\%$ の画像



に、せん断初期の剛性は高く最大主応力比が大ききな値を取ることがわかる。また  $D_c=95.0\%, 93.1\%$  の場合、体積変化は収縮の後、膨張へと変化した。  $D_c=83.5\%$  の場合ピーク強度を示さず、緩やかに残留強度に近づいていくことや、収縮のみの体積変化挙動を示すこともわかる。なお、豊浦砂とガラスビーズの結果との比較も図.1 に示しているがまさ土の方がピーク後の応力低下が緩やかであることがわかる。

#### 4. まさ土の局所変形挙動

せん断の際のデジタル画像を用いて PIV 画像解析を行った。図.2-4 に平面ひずみが 10% に達したときに所得した画像を示している。図.5-7 にそれぞれの締固め度における軸ひずみ 2% から 4% までの最大せん断ひずみコンター図を示す。また、図.2-4 における点 A から F の各要素における最大せん断ひずみを図.8-10 に示す。これから  $D_c=95.0\%, 91.2\%$  の場合、せん断帯が現れるものの、  $D_c=83.5\%$  の場合は明確なせん断帯が形成されないことがわかる。図.2,8 から、  $D_c=95.0\%$  では A(D), C, B の順で局所化が進行していることがわかる。つまり、まず試料の上部、次いで右下より、最大せん断ひずみが高くなり、最後に中央のせん断ひずみが高くなるという順になる。D の要素は突き固めた際の層の境界に近い場所であり、せん断帯形成に突き固め境界(層厚)による影響があらわれたことを示す。図.6.7 から明確なせん断帯が形成されない場合も、突き固め層の境界にひずみの高い領域が存在していることがわかる。また、図.8,10 に示すように軸ひずみの増加とともに局所ひずみが増加する要素が存在する一方で、せん断途中から、ひずみが一定となる要素が存在することがわかる。

#### 5. 結論

本研究ではまさ土において、締固め度が大きいものほどせん断強度が大きくなり、せん断帯が顕著に現れることがわかった。またせん断帯の形成には突き固めた際の層の境界の位置が大きく関係していることがわかった。

#### 参考文献

- 1) 望月 勝紀他：平面ひずみ・三軸圧縮試験における砂質土の変形特性に及ぼす締固め条件の影響，第 45 回地盤工学研究発表会, No187, pp.373-374, 2010.
- 2) 清水 健司他：砂質土の変形強度に及ぼす締固め度・含水比等の影響，第 44 回地盤工学研究発表会, No180, pp.359-360, 2009.

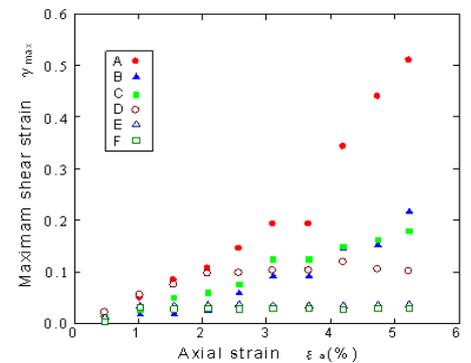


図.8  $D_c=95.0\%$  の局所変形挙動

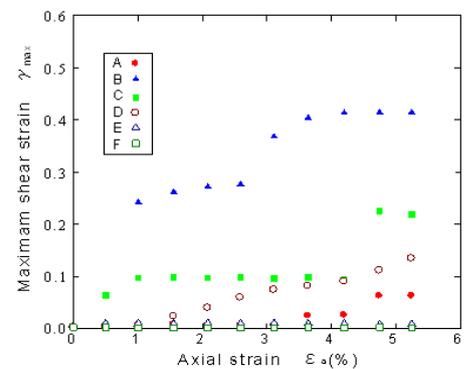


図.9  $D_c=91.2\%$  の局所変形挙動

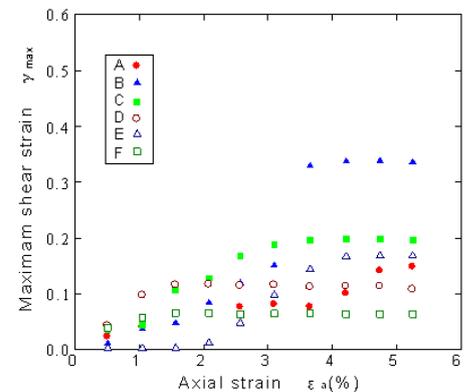


図.10  $D_c=83.5\%$  の局所変形挙動