砂の破壊面の進展に及ぼす密度の影響

山口大学大学院	学生会員	○米本達哉
山口大学大学院	正会員	中田幸男
山口大学大学院	正会員	兵動正幸

1. 序論

破壊面の発生や進展の把握は地盤構造物の安定性を検討す るために必要である。本研究では異なる初期相対密度で作製 した砂の平面ひずみ圧縮試験を行った。この試験中に取得し た写真を用いて PIV による画像解析を行い、密度の違いによ る破壊面の進展への影響を検討した。

2. 平面ひずみ圧縮試験 1),2)

試料は粒度の影響が受けにくい豊浦砂を用いたこの砂で 5 つの異なる初期相対密度の供試体を作製し平面ひずみ圧縮試 験を行った。平面ひずみ圧縮試験は拘束板に観察窓がついて いるためせん断時にカメラで側面の様子を撮影することが可 能である。なお、メンブレンにはスプレーで無作為的な模様 をつけて PIV 解析を行いやすくしている。

供試体は空中落下法を用いて 60mm×80mm、高さ 160mm の矩形を作製した。その後炭酸ガス通し、通水を行い、50kPa の背圧を与えた。その上で有効拘束圧を 100kPa として等方圧 密を70分行った後、上盤をひずみ速度0.1%/minで降下させ、 せん断を行い供試体を破壊させた。なお、試験中は上盤のひ ずみ速度に合わせるため1分ごとに定点カメラにより、デジ タル画像を取得した。取得した画像から PIV 解析を行った。 3. 密度が砂の破壊面の進展に及ぼす影響

平面ひずみ圧縮試験結果からDr=71%、Dr=82%の比較を行 う。図.1は主応力比および体積ひずみと軸ひずみの関係を示 している。Dr=71%の主応力比のピーク値は 6.2 であった。 Dr=82%の主応力比のピーク値は 6.7 であった。また、主応力 比がピーク時の軸ひずみは Dr=71%の場合 2.8%、Dr=82%で は1.9%となった。試験で取得した画像からi枚目とi+1枚目 のように順に比較を行う PIV 解析を行った。なお、画像一枚 で軸ひずみが約 0.1% 増加する。この解析結果から得られた Dr=71%、Dr=82%それぞれの最大せん断ひずみ増分 dymax コ ンター図を図.2と図.3に示す。この図は各マスで局所ひずみ 増分の計算を行い dymax 求めた。破壊面が発現したと考えら れる軸ひずみが Dr=71%の場合 3%~4%の間となり、Dr=82% では1~2%の間となっている。

キーワード 砂質土,画像解析,平面ひずみ 連絡先 〒755-8611 〒山口県宇部市常盤台 2-16-1 山口大学大学院理工学研究科 TEL (0836)-85-9300



相対密度が高くなるにつれて破壊面が出現する軸ひずみは 低く、早い段階で形成されることが分かる。また Dr=82% の場合は破壊面が供試体上部から下部まで繋がったと考え られる軸ひずみは主応力比ピークの軸ひずみに一致してい る。つまり破壊面が供試体上部から下部まで繋がったのは ピーク値付近であることがわかる。なお図.2、図.3のどち らの軸ひずみ1%時のdymaxコンター図にも横線に近い変形 が2本ずつ確認できる。この横線は供試体作製で5層に分 けて空中落下を行った際に生じる層と層の境界位置と一致 する。この境界位置から破壊面が進展した可能性も考えら れる。図.4 に Dr=71%と Dr=82%のあるひずみにおける全 てのマスの dymax うちの最大値を軸ひずみとの関係で示し ている。図には主応力比のピーク時と体積膨張時と主応力 比残留時の軸ひずみの状態を示す。いずれの Dr について も dymax の最大値は体積膨張からピークまでは比較的に低 い値で一定を保っている。その最大値はピーク後から残留 時まで上昇し、主応力比残留時にはまた一定の値を保って いる。相対密度が高いと dymax の最大値は全体的に高い数

値をとることが分かった。図.5、6 には Dr=71%と Dr=82%のそれぞ れの一枚の画像から得られる dymax の最大値と供試体の位置を 示している。dymax が最大となる位 置での変形量が大きく破壊面と関 係づけられる。このためその位置 を追跡することで破壊面の進展の 仕方を把握することができる。 図.5、6 と図.3 を比較すると Dr=71%では最大値の出現する位 置が必ずしも破壊面と一致してい ない。一方 Dr=82%の場合は比較 的に最大値の出現位置が一致し、 破壊面が上から下、左から右に現



(a)' $1\%^{\times}$ (b)' 2%

体積膨張時

0.08

0.06

(%) 0.04

0.0

0.00

dγ

(c)' 3%

Dr = 82%

6

図.2 Dr = 82%の画像と $d\gamma_{max}$ コンター図

主応力比残留時

主応力比

Axial strain \mathcal{E}_{*} (%) 図.4 Dr=71,82% での $d\gamma_{max}$ の最大値と軸ひずみの関係

4

Ľ - ク時

図.5 Dr=71%の結果から得られる dymax 図.6 Dr=82%の結果から得られる dymaxの の最大値と供試体の位置

最大値と供試体の位置

れる。この違いが相対密度の影響として考えられる。 4.結論

相対密度による破壊面の進展への影響は Dr=82%では最大せん断ひずみ増分の最大値の位置が破壊面にお およそ一致しており、進展の仕方に法則性がみられた。しかし、Dr=71%では最大せん断ひずみ増分の最大 値の位置は破壊面に一致しておらず、ランダムな進展であった。 参考文献

1)縄田宏 他:フラクタル次元を用いた締固められた砂質土の粒度の評価,第49回地盤工学研究発表会発表講 演集 Page. 203 2014.

2) 梶原拓也 他: PIV 解析を適用した平面ひずみ圧縮試験における砂のせん断挙動,平成 22 年度土木学会全国 大会, 第65回年次学術講演会,Ⅲ-2542010.