

神戸大学大学院 学生会員 ○畑中 憲彦
 神戸大学工学部 正会員 加藤 正司
 リクルートコスモス(株) 吉川雄一郎

はじめに 不飽和土に関する研究は、サクシジョンの影響の現れやすい粘性土を中心に進められてきた。しかし、実際の地盤には砂質土も含まれており、不飽和土に関する理論を完成するためには、不飽和砂質土のデータの蓄積が必要である。本研究では、豊浦標準砂を用いた不飽和三軸圧縮試験を行ったので報告する。

試料と実験方法 試料には豊浦標準砂(比重 2.64, 含水比 0.4%)を用いた。水に浸水させた試料をモールド(直径 5cm, 高さ 10cm)内に水中落下させ、4 層に分けて突き固めて間隙比を約 0.71 に調整した後、凍結して供試体を作製した。凍結試料をセル内に設置した後、側圧 20kPa のもとで通水解冻して実験に用いた。実験条件としては、①飽和状態、②所定の拘束圧 ($\sigma_3 = 196 \text{ kPa}$ および 396 kPa) で圧縮後、排水により飽和度を 95% および 60% に調整、③サクシジョン ($s = 196 \text{ kPa}$ および 396 kPa) 载荷により不飽和化後、所定の平均基底応力 ($\sigma_{\text{net}} = 196 \text{ kPa}$ および 396 kPa) で圧縮の 4 種類の等方圧縮過程後、一定拘束圧のもとでせん断過程(ひずみ速度 $0.05\%/ \text{min}$)を実施した。なお、供試体の体積変化は 2 重セル方式により測定した。

実験結果および考察 図-1 はせん断時の主応力差～軸ひずみの関係を示したものである。主応力差～軸ひずみ関係は、軸ひずみの増加とともに主応力差は増加し、ピーク値を示した後に減少している。ピーク時の主応力差の大きさは、飽和砂が一番小さい。一方、最大のピーク時の主応力差を示したものは $s = 392 \text{ kPa}$ の結果であり、 $S_r = 95\%$ の結果がそれに次いでいる。すなわち、作用しているサクシジョンの順とピーク時の主応力差の順番は対応していないのが特徴である。

図-2 はせん断時の軸ひずみ～体積ひずみ関係を示している。体積ひずみはせん断初期に圧縮傾向を示した後、軸ひずみが 2% 付近より膨張に転じている。

図-3 はせん断中の含水比～軸ひずみ関係を示している。(a) は $\sigma_3 = 392 \text{ kPa}$ の場合、(b) は $\sigma_3 = 196 \text{ kPa}$ の場合、(c) は $S_r = 60\%$ の場合、(d) は(c)は $S_r = 90\%$ の場合をそれぞれ示している。各図において、拘束圧の小さい $\sigma_3 = 196 \text{ kPa}$ の場合の方が吸水側の挙動を示していることが分かる。これは、先に述べた $\sigma_3 = 196 \text{ kPa}$ の場合の方が膨張側のひずみを生じていることと対応していると考えられる。興味深いことは、体積ひずみはせん断初期に圧縮傾向を示した後、膨張に転じているにもかかわらず、含水比の挙動は、各条件によって異なる傾向を示していることである。その傾向は、作用してい

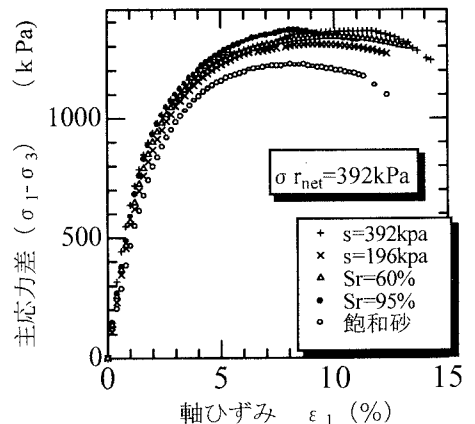


図-1 せん断時の軸ひずみ～体積ひずみ

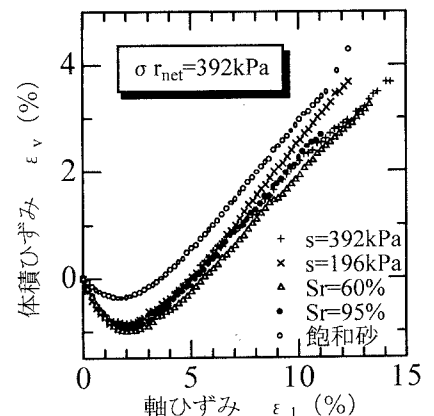


図-2 せん断中の含水比～軸ひずみ関係

Norihiro HATANAKA, Shoji KATO and Yuichirou YOSHIKAWA

るサクシジョンの小さい（飽和状態に近い） $S_r=95\%$ の場合 は軸ひずみの増加とともに吸水から排水挙動を示し、サクシジョンが大きくなるほど大きな排水傾向を示すというものである。すなわちサクシジョンが大きくなるほど、体積ひずみの傾向と含水比の挙動にずれを生じている。それは作用しているサクシジョンが大きいほど、圧縮にともなう変形によりバルク水の水膜が破れやすく、その結果バルク水が多く排水されることが原因と考えられる。

図-5 は不飽和砂の内部摩擦角が今回得られた飽和砂の内部摩擦角（ $\phi=37.5^\circ$ ）と同じものと仮定した時のサクシジョンと粘着力の関係を示している。

加藤ら¹⁾は、シルト質粘性土である DL クレーンについて水分特性曲線より予測されるサクシジョンとサクシジョン応力関係を示している。その傾向は、サクシジョンの増加とともにサクシジョン応力が増加し、サクシジョン応力がピーク値を迎えた後に減少するものである。図-5 に示される傾向は、サクシジョン応力とサクシジョンの関係に見られる傾向と対応している。図-6 は飽和砂の包絡線の傾きをもとに、サクシジョンの高い $s=196\text{kPa}$ および 392kPa のデータについてサクシジョン応力を求め、それを与えられているサクシジョンの大きさに対してプロットしたものである。この図より、不飽和砂においても、サクシジョンの増加に従いサクシジョン応力が増加する傾向を示すことがわかる。

参考文献

- 1) 加藤正司、吉村優治、寸田 亘、不飽和土の一軸圧縮試験時の強度・変形特性に及ぼすサクシジョンの影響建設工学研究所論文報告集、第 41-A 号、pp. 141-148、1999。

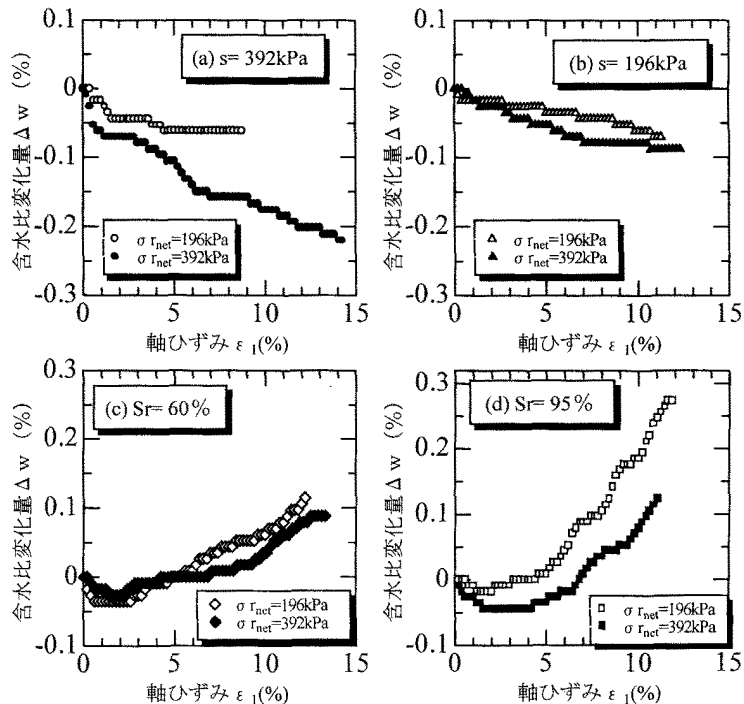


図-3 含水比変化量-軸ひずみ曲線

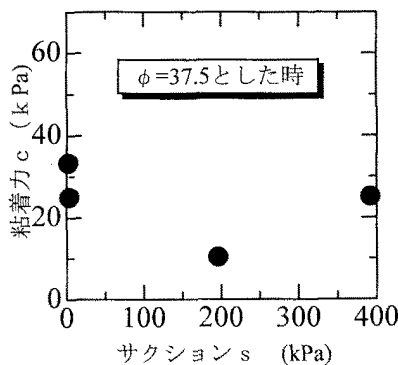


図-4 $\phi=37.5^\circ$ とした時の粘着力とサクシジョンの関係

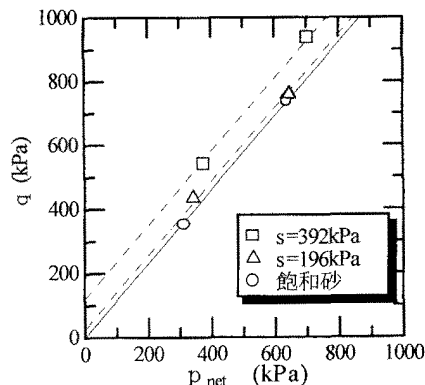


図-5 最大圧縮点における破壊点